

Российская академия наук
Уральское отделение
Коми научный центр
Институт геологии и Институт биологии

ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ПАЛИНОЛОГИИ

Материалы XIII Российской палинологической конференции
с международным участием

Том II

Палинология кайнозоя
Прикладная палинология

Сыктывкар, Республика Коми
5—8 сентября 2011 г.

Сыктывкар
2011

УДК 561:581.33:551.79

Проблемы современной палинологии: Материалы XIII Российской палинологической конференции. Т. 2. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2011. 344 с.

Сборник включает статьи палинологов России, ближнего и дальнего зарубежья к XIII Российской палинологической конференции «Проблемы современной палинологии», посвященной памяти выдающихся российских палинологов Е. Д. Заклинской и Л. В. Ровниной. В них освещены актуальные и дискуссионные вопросы фундаментального и прикладного значения современной палинологии, представлены результаты палинологических, комплексных междисциплинарных исследований, инновационных методических разработок последних лет. Во втором томе приведены материалы по палинологии, стратиграфии, палеогеографии и климате кайнозоя и прикладной палинологии.

Сборник представляет интерес для палинологов, ботаников и палеоботаников, стратиграфов, а также геологов широкого профиля, интересующихся вопросами стратиграфии, палеогеографии, палеоклиматологии.

The Collection includes articles of Russian and foreign palynologists for 13th Russian Palynological conference «Issues of modern palynologies» dedicated to the memory of outstanding Russian palynologists E. D. Zaklinskaya and L. V. Rovnina. They cover actual and dispute, basic and applied issues of modern palynology, represent results of palynological, complex interdisciplinary, latest innovative method developments. The second volume presents articles on Cenozoic palynology, stratigraphy, paleogeography and climate and applied palynology.

The collection will be interesting for palynologists, botanists and paleobotanists, stratigraphists and also wide circle of geologists interested in stratigraphy, paleogeography and paleoclimatology.

Тексты докладов воспроизведены в авторской редакции,
с незначительной технической правкой

ISBN 978-5-98491-044-6 (т. 2)

ISBN 978-5-98491-042-2

© Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, 2011

Организаторы

Палинологическая комиссия России
Институт геологии и Институт биологии
Коми научного центра Уральского отделения РАН

Организационный комитет

Председатель	Асхабов Асхаб Магомедович, чл.-кор. РАН, председатель Президиума Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар
Сопредседатель	Токарев Петр Иванович, д. б. н., председатель Палинологической комиссии России, МГУ, Москва
Зам. председателя	Болиховская Наталия Степановна, д. г. н., зам. председателя Палинологической комиссии России, член Международной федерации палинологических обществ (IFPS), МГУ, Москва
Зам. председателя	Бурцев Игорь Николаевич, к. г.-м. н., зам. директора Институт геологии Коми НЦ УрО РАН по научной работе, Сыктывкар
Ученый секретарь	Ильина Наталья Валерьевна, к. г.-м. н., Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

Члены оргкомитета

Г. Н. Александрова	секретарь-казначей, ГИН РАН, Москва
А. Ю. Гладенков	д. г.-м. н., ГИН РАН, Москва
Ю. В. Голубева	к. г.-м. н., ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар
О. Ф. Дзюба	к. г. н., ВНИГРИ, Санкт-Петербург
И. А. Каревская	к. г. н., МГУ, Москва
Е. Е. Кулюгина	к. б. н., ИБ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар
В. М. Леунова	к. с.-х. н., МГУ, Москва
В. Н. Манцурова	к. г.-м. н., член Международной федерации палинологических обществ (IFPS), филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «ВолгоградНИПИморнефть», Волгоград
В. С. Маркевич	д. г.-м. н., Биолого-почвенный институт ДВО РАН, Владивосток
Т. И. Марченко-Вагапова	к. г.-м. н., ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар
М. В. Ошуркова	д. г.-м. н., ВСЕГЕИ, Санкт-Петербург
Е. Н. Патова	к. б. н., ИБ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар
Е. Б. Пещевицкая	к. г.-м. н., ИНГГ СО РАН, Новосибирск
А. Л. Рагозина	к. г.-м. н., ПИН РАН, Москва
Л. А. Селькова	ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар
В. Ф. Тарасевич	к. б. н., БИН РАН, Санкт-Петербург
Л. В. Тетерюк	к. б. н., ИБ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

Финансовая поддержка

Отделение наук о Земле РАН
Грант РФФИ 11-05-06082-г
Программа фундаментальных исследований Президиума РАН
«Происхождение биосферы и эволюция геобиологических систем»
(проект № 09-П-5-1012)
ООО «ЛУКОЙЛ-Коми»
ЗАО «Горногеологическая компания «МИРЕКО»»

ПАЛИНОЛОГИЯ КАЙНОЗОЯ

ИЗМЕНЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ СЕВЕРНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ОЗЕРА БАЙКАЛ В ПОЗДНЕЛЕДНИКОВЬЕ И ГОЛОЦЕНЕ

А. А. Абзаева^{1,2}

¹Институт археологии и этнографии СО РАН, Новосибирск; abzaeva@igc.irk.ru

²Институт геохимии СО РАН, Иркутск

Представлены результаты палинологических исследований озерно-болотных отложений с северо-восточного побережья озера Байкал. Возраст отложений составляет более 16000 л. Неоднократные резкие изменения растительности позднеледниковья и начала голоцена происходили примерно каждые 300 л. Зафиксированы потепления Беллинг и Аллеред. Показано, что переход к теплому климату голоцена произошел 10—9 тыс. л. н. Завершение оптимального периода голоцена имело место около 6000 л. н.

Район исследования расположен в центре континента Евразия, на юге Сибири в пределах лесных экосистем среднегорного рельефа бореального пояса растительности. Распределение лесов имеет ярко выраженную вертикальную зональность [1]. Расчлененный рельеф обуславливает многообразие эдафических, гидрологических и термических условий, создавая большое разнообразие фитоценозов. Благодаря этому растительность региона обладает высокой чувствительностью к климатическим изменениям разного временного масштаба.

Для реконструкции растительного покрова с финала плейстоцена и в голоцене (MIS-I) использованы результаты палинологических радиоуглеродных исследований озерно-болотных отложений с побережья северной котловины озера Байкал. Согласно результатам AMS ¹⁴C, накопление осадков шло непрерывно на протяжении всего исследованного интервала времени. Радиоуглеродные даты, полученные по общему органическому веществу в лаборатории геологии и палеоклиматологии кайнозоя Института геологии СО РАН (Новосибирск) и в университете г. Нагоя (Япония).

Процесс деградации, деградации вечной мерзлоты, формирования пойм рек, накопления озерно-болотных отложений района исследования начался в конце терминации I (~16 тыс. л. н.) и мог продолжаться до 13.5 тыс. л. н. Это время характеризуется максимальным распространением тундр и лесотундр. Период господства кустарниковых группировок ерниковых (*Betula* sect. *Nanae*) и ивовых (*Salix*) тундр с незначительным участием древовидной березы (*Betula* sect. *Albae*) и лиственницы (*Larix*), что соответствует периоду ухудшения климатических условий в стадии древнейшего и древнего дриаса, прерывавшегося интерстадиальным потеплением Беллинг (около 14500 л.н.) европейской шкалы голоцена [11].

14000—13500 л.н. Отмечается в СПС увеличение роли пыльцы злаковых (Poaceae), спор хвощей (*Equisetum*), усиление роли лиственничных редколесий и кустарниковой березы (*Betula* sect. *Nanae*).

Экстремально холодные зимние сезоны конца сартанского оледенения при низкой мощности снежного покрова способствовали глубокому промерзанию почвы и формированию слоя многолетне мерзлых пород (ММП). Близкое к поверхности залегание слоя ММП является мощным ландшафтообразующим фактором, обуславливающим динамику, устойчивость и функционирование геосистем. Это не позволяло расселяться сосне, пихте и кедру, но не могло полностью препятствовать произрастанию ели как одной из первых родов колонистов [10].

Значительное, но кратковременное улучшение климата 13300—13000 л. н., аналогичное по времени Аллереду [9], способствовало распространению еловых (*Piceae obovata*) редколесий с участием березы (*Betula* sect. *Albae*) и ольховника (*Duschekia fruticosa*), возможно, с пихтой (*Abies*).

12500—11500 л.н. Возросло содержание пыльцы кустарниковой березы, вересковых на фоне значительного снижения ели. Время господства тундровых ландшафтов и березовых лесотундр с примесью ели (*Piceae*) и лиственницы (*Larix*). Рассматриваемый интервал времени соответствует финалу Молодого Дриаса, началу Бореального периода [8].

Увеличение территории, занимаемой елово-лиственничными группировками лесотундрового облика с участием березы и ерником, отмечается с 11300 до 9500 кал. л. н. Увеличение доли лиственницы отражает быстрый возврат холодного, часто сухого климата, близкого к климату последнего оледенения [10].

9500—9000 л. н. Широкое распространение степных ландшафтов, представленных польникой (*Artemisia*), мавревыми (Chenopodiaceae) и хвойниковыми (Ephedraceae). Хвощевые (*Equisetum*) группировки замещены осоковыми в конце периода. Это могло произойти из-за незначительного потепления, обусловившего деградацию вечной мерзлоты и повышение аридизации климата 9500—8700 л. н. Видовой и количественный состав растительности заметно увеличился, возросла доля темнохвойных лесов с участием пихты и кедра. Береза и лиственница входили в виде примеси в состав лесных ассоциаций. Значительное увеличение пыльцы пихты (*Abies*) и сосны сибирской (*Pinus sibirica*) имело место на фоне снижения доли ели. В группе трав господствует пыльца осоковых. Кратковременное похолодание ~9000 л. н. привело к расширению тундрово-степных группировок и сокращению ареала ели.

Временной интервал ~8.7—6 тыс. л. н. в регионе рассматривается как оптимум голоцена [2—4]. Влажный и теплый климат этого времени [5] способствовал максимальному распространению темнохвойной пихтово-елово-кедровой тайги. В условиях повышения зимних температур, увеличения мощности деятельного слоя грунта при усилении процессов протаивания вечной мерзлоты ель (*Picea*) не может конкурировать с другими темнохвойным породам, уступая им по теневыносливости [6, 7]. Доминирующим элементом лесной растительности этого времени становится пихта (*Abies sibirica*). На юге Восточной Сибири пихта сибирская

является наиболее чувствительной к климатическим и эдафическим условиям, одновременно являясь наиболее теневыносливой древесной породой [6, 10].

Кратковременное увеличение доли сосны в СПС и усиление роли степных группировок, вызванное, вероятно, резким похолоданием и сокращением атмосферного увлажнения, произошло ~8.2—7.8 тыс. л. н., данное палеоклиматическое событие синхронно кратковременному похолоданию Северного полушария с максимумом около 8200 лет назад [14].

7800—6000 л. н. Максимальное за весь голоцен развитие на исследуемой территории темнохвойных, елово-кедрово-пихтовых лесов. Возможно, имело место не только широкое распространение пихты в среднегорно-таежном поясе, но и значительное снижение ее нижней границы в это время.

6000 л. н. Смена темнохвойной тайги на светлохвойную. Аридизация климата этого времени [4, 5, 12] способствовала сокращению ареала пихтовых лесов и широкому распространению ксерофильной и светлюбивой сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*). Еловые и пихтовые леса паркового типа сохранялись вплоть до 4500 л. н. Одновременно в формировании растительного покрова значительно возрастает доля кедрового стланика (*Pinus pumila*) и кустарничков семейства вересковых (Ericaceae).

4800—4100 л. н. Резкое похолодание и аридизация климата. Практически полное выпадение из СПС пыльцы пихты и ели на фоне значительного увеличения пыльцы кедрового стланика и вересковых. Травянистый ярус представлен эфедрой, полынью и маревыми.

Увеличение доли сосны обыкновенной (*P. sylvestris*), лиственницы (*Larix*) и ивы (*Salix*) отмечается в конце суббореального периода. Изменение гидрологического режима повлекло расширение количества злаков (*Poaceae*) и хвоща (*Equisetum*), впоследствии мха сфагнума (*Sphagnum*), как вероятный отклик растительности на похолодание 3500—2500 л. н.

Растительность субатлантического периода представлена лиственнично-сосновыми лесами с небольшой долей кедра, кедровым стлаником, ерником.

Около 2400 л. н. на фоне по доминирующей роли сосны отмечается некоторое расширение пихтовой составляющей и ерниковых ассоциаций.

1200—800 л. н. Расширение пихтовой составляющей в результате улучшения климата.

800—150 л. н. Похолодание малого ледникового периода отразилось в увеличении территории занимаемой лесотундровой и степной растительностью на фоне усиления роли лиственницы и снижения доли пыльцы пихты в СПС.

После 150 л. н. смягчение климата способствовало расширению площадей, занимаемых пихтой в среднегорном поясе и лиственницей на побережье Байкала.

Структура современных ландшафтов в общем близка растительности, характерной для первой половины субатлантического времени. Получили распространение лиственнично-кедрово-еловые леса, сменяющиеся вверх по профилю кедрово-пихтовыми редкостойными лесами паркового типа. Данные фитоценозы широко представлены на северо-восточном побережье Байкала [1]. Болотные комплексы представлены олиготрофной

растительностью, состоящей в основном из сфагновых мхов и вересковых.

Некоторое улучшение климата на рубеже 13000 л. н. сменилось периодом аридизации и похолодания позднего Дриаса (11000—10000 л. н.), проявившимся возвратом перигляциальных ландшафтов.

Стабильный процесс деградации ММП в результате резкого потепления климата в исследуемом регионе на рубеже 10000—9500 л. н. послужил широкому распространению темнохвойных лесов практически по всей территории озера Байкал [2—5].

Ситуация позднеледниковья и раннего голоцена отличалась крайней нестабильностью. Определяющее значение имел температурный фактор, что вызывало неоднократные сокращения и увеличения площадей, занимаемых лесами.

Несмотря на хорошую влагообеспеченность района исследования, отмечаются два наиболее ярко выраженных этапа аридизации и похолодания климата: 4600—4300 и 800—150 л. н. Они привели к сокращению и полному выпадению из спектров пыльцы ели и пихты, как наиболее требовательных к увлажнению видов, по всем разрезам на фоне увеличения процентного содержания пыльцы кедрового стланика, лиственницы, маревых и вересковых.

Пыльцевые записи северного побережья озера Байкал позволяют реконструировать изменение ландшафтов финала последнего оледенения и голоцена с высокой степенью детальности и достоверности.

Литература

1. Байкал. Атлас. М: Федеральная служба геодезии и картографии России, 1993. 160 с.
2. Безрукова Е. В., Кривоногов С. К., Абзаева А. А. и др. Ландшафты и климат Прибайкалья в позднеледниковье и голоцене по результатам комплексных исследований торфяников // Геология и геофизика. 2005. Т. 46. № 1. С. 21—33.
3. Белова В. А. Растительность и климат позднего кайнозоя юга Восточной Сибири. Новосибирск: Наука, 1985. 158 с.
4. Безрукова Е. В., Кривоногов С. К., Такахара Х. и др. Озеро Котокель — опорный разрез позднеледниковья и голоцена юга восточной Сибири // Докл. АН. 2008. Т. 402. № 2. С. 1.
5. Безрукова Е. В., Белов А. В., Летунова П. П. и др. Биостратиграфия торфяных отложений и климат северо-западной части горного обрамления озера Байкал в голоцене. // Геология и геофизика. 2008. Т. 49. № 6. С. 547—558.
6. Кузьменко Е. И. Эколого-географические и картографические основы комплексного изучения лесов Сибири. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2008. 207 с.
7. Тимофеев П. А. Леса Якутии. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2003. 194 с.
8. Alley R. B. et al. Abrupt increase in Greenland snow accumulation at the end of the Younger Dryas event // Nature. 1993. Vol. 362. P. 527—529.
9. Brauer A., Haug G. H., Dulski P. et al. An abrupt wind shift in western Europe at the onset of the Younger Dryas cold period // Nature Geoscience. 2008. Vol. 1. P. 520—523.
10. Bezrukova E., Abzaeva A., Letunova P. et al. Post-glacial history of Siberian spruce (*Picea obovata*) in the

Lake Baikal area and the significance of this species as paleo-environmental indicator // *Quaternary International*. 2005. Vol. 136. P. 18—32.

11. *Hahne J., Melles M.* Late and post-glacial vegetation and climate history of the southwestern Taymyr Peninsula, central Siberia, as revealed by pollen analysis of a core from lake Lama // *Vegetation History and Archaeobotany*. Springer, 1977. Vol. 6.

12. *Takahara H., Krivonogov S. K., Bezrukova E. V. et al.* Vegetation history of the southeastern and eastern coasts of Lake Baikal from bog sediments since the last interstade. Lake Baikal // *A mirror in time and space for understanding global change processes*. Amsterdam: Elsevier, 2000. P. 108—118.

13. *Wiersma A. P., Renssen H.* Model-data comparison for the 8.2 ka BP event: confirmation of a forcing mechanism by catastrophic drainage of Laurentide Lakes // *Quatern. Sci. Rev.* 2006. Vol. 25. P. 63—88.

ПЕРВОЕ ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВОЗРАСТА ЕРКОВЕЦКОГО БУРОУГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

А. Г. Аблаев¹, С. А. Сафарова²

¹Тихоокеанский океанологический институт ДВО РАН, Владивосток; *ablaev@poi.dvo.ru*

²Институт океанологии РАН, Москва; *s.safarova@mail.ru*

Ерковецкое буроеугольное месторождение причисляется к числу крупнейших в регионе по запасам и прогнозным оценкам. До настоящего времени этот комплекс рассматривается в границах палеогена — неогена. Палеонтологическое обоснование возраста не приводится. Ископаемый растительный комплекс на площади действующего Ерковецкого месторождения удалось нам обнаружить впервые. Проведенные исследования позволили внести соответствующие коррективы относительно времени накопления всей угленосной толщи в границах месторождения.

Ерковецкое буроеугольное месторождение, рассматриваемое в составе Амуро-Зейского буроеугольного бассейна, открыто в 1958 г. — расположено в 35 км к востоку от г. Благовещенска. Данное месторождение причисляется к числу крупнейших в регионе по запасам и прогнозным оценкам. Разведанные запасы угля позволяют довести добычу до 10—12 млн тонн в год; в настоящее время на месторождении добывают 1.7 млн тонн угля в год. До настоящего времени комплекс терригенно-угленосных отложений с углями промышленной мощности рассматривается в границах палеогена-неогена. Палеонтологическое обоснование возраста не приводится. Ископаемый растительный комплекс на площади действующего Ерковецкого буроеугольного месторождения удалось нам обнаружить впервые. Проведенные нами исследовательские работы по уточнению возраста угленосных отложений «Ерковецкого» разреза позволили внести соответствующие коррективы относительно времени накопления всей терригенно-угленосной толщи в границах месторождения. Здесь впервые удалось собрать достаточно представительный комплекс растительных остатков и спорово-пыльцевых данных. Изучение собранной коллекции растительных остатков, представленных видами *Sequoia* sp., *Metasequoia occidentalis* (Heer) Miki, *Thuja* sp., *Cordia japonica* Tanai, *Plafkeria* ex gr. *Basiobliqua* (Oishi et Huz.) Tanai, *Byttneria* cf. *izimae* Tanai, *Rubus fretalis* Borsuk, *Cercis* ex gr. *miochinensis* Hu et Chaney, и микрофосилий — *Liquidambar*, *Hamamelis*, *Ulmus*, *Fagus*, *Castanopsis*, *Myrica*, *Juglans*, *Sterculia*, *Carya*, *Tricolporopollenites* позволило с большой уверенностью высказаться об эоценовом возрасте терригенно-угленосной толщи данного буроеугольного месторождения. Представленный растительный комплекс с Ерковецкого местонахождения по-

сти идентичен седнеэоценовой болотнинской флоре, обнаруженной на юге Приморья и монографически описанной А. Г. Аблаевым [1]. Значительная часть установленных видов в составе ерковецкой флоры прежде была открыта и описана в составе болотнинской флоры. В число общих видов входят *Metasequoia occidentalis* (Heer) Miki, *Thuja* sp., *Byttneria* cf. *izimae* Tanai, *Plafkeria* ex gr. *basiobliqua* (Oishi et Huz.) Tanai, *Cordia japonica* Tanai. В свою очередь, болотнинская флора как наиболее характерная и представительная флора среди дальневосточных флор эпохи эоцена (приведено описание 70 видов) близка эоценовой фушуньской флоре Северо-Восточного Китая, выделяющейся смешанным сочетанием видов умеренного и субтропического облика, в фушуньском широколиственном лесу произрастали преимущественно листопадные растения (*Alnus*, *Corylus*, *Zelkova* и др.). Изложенные нами новые биостратиграфические материалы с этого месторождения, в настоящее время активно разрабатываемого, позволяют, в известной мере, уточнить положение толщи терригенно-угленосных отложений в сводном разрезе дочетвертичного кайнозоя. Этот материал немногочисленный, но, вместе с тем, достаточно информативный, позволяющий вполне определенно высказаться о возрасте всей терригенно-угленосной толщи, вмещающей органические остатки. С большой долей уверенности можно заявлять о том, что изученный ерковецкий комплекс растительных остатков с одноименного буроеугольного месторождения может рассматриваться только в границах палеогенового возраста, ограниченного эпохой эоцена.

Литература

1. *Аблаев А. Г.* Биостратиграфия палеогена юга Приморья. Владивосток: Дальнаука, 2000. 117 с.

ПЫЛЬЦЕВЫЕ ЛЕТОПИСИ В ОСАДКАХ ОЗЕР БЕРИНГИИ

П. М. Андерсон¹, А. В. Ложкин²

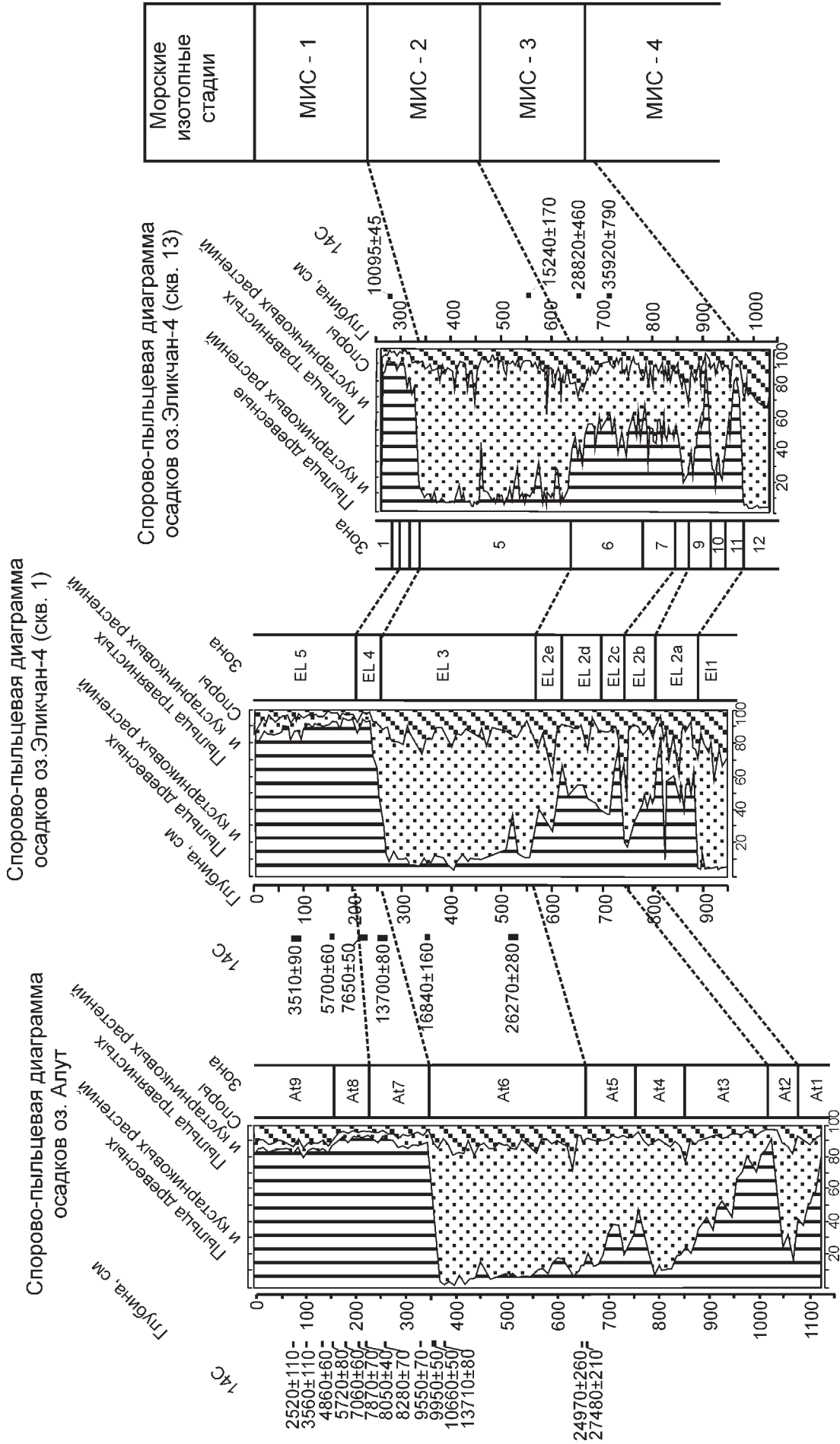
¹Центр четвертичных исследований Вашингтонского университета, Сиэтл, США; *pata@u.washington.edu*

²Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт ДВО РАН, Магадан; *lozhkin@neisri.ru*

Берингийский регион, включающий Северо-Восток Азии и Северо-Запад Северной Америки, сыграл решающую роль в эволюции арктических и субарктических климатов и биот. Евразийский и Североамериканский континенты соединялись 12 тыс. лет назад Берингийским мостом суши. Берингийский мост суши во многом определял какие растительные и животные виды могли распространяться с одного континента на другой и оказал влияние на миграцию ранних человеческих популяций. Изучение палинологических характеристик осадков ледниковых, подпрудных и связанных с зонами тектонических разломов озер в различных фитогеографических районах Берингии позволяет получить непрерывные летописи изменений климата и растительности в течение позднего плейстоцена и голоцена. Хронология выделенных пыльцевых зон, сопоставляемых с морскими изотопно-кислородными стадиями, опирается на радиоуглеродное датирование и палеомагнитные данные. Уникальные летописи изменений природной среды Берингии в течение изотопных стадий 1–4 представили осадки озер горных районов бассейна р. Колыма, Северного Приохотья, южной Чукотки, Аляски.

Берингийский регион, охватывающий Северо-Восток Азии и Северо-Запад Северной Америки, сыграл решающую роль в эволюции арктических и субарктических климатов и биот. Евразийский и Североамериканский континенты, разделенные Беринговым проливом, соединялись в последнюю ледниковую эпоху вплоть до 12 тыс. л. н. Берингийским мостом суши. Существование такого сухопутного моста, более целостный покров морских льдов на меньшем по размерам Северном Ледовитом океане, более низкие температуры поверхности воды в Тихом океане и примыкающих к нему морях обусловили развитие растительных и фаунистических сообществ, весьма отличных от современных. Берингийский мост суши во многом определял какие растительные и животные виды могли распространяться с одного континента на другой и оказал влияние на миграцию ранних человеческих популяций в период инициального заселения человеком Арктики. Исследования по палеоклиматам и палеорастительности Берингии, дающие представление о реакции наземных систем на изменение климата в прошлом, являются основой для прогнозирования вероятных ландшафтных изменений, связанных с проектированием сценариев глобального потепления. Лучшие результаты для интерпретации палеоклиматов дает палинологический анализ, так как пыльца и споры обычно хорошо сохраняются в осадках и отражают состав растительности прошлого в количественном и качественном отношении. Специализированные программы основываются на координированном и стандартизированном комплексном изучении осадков из тщательно выбранных ледниковых, карстовых, связанных с зонами тектонических разломов, кратерных метеоритных озер. Палинологический анализ таких осадков позволяет получить наиболее детальную и последовательную летопись изменений климата и растительности в течение одного или более ледниковых циклов и голоцена. Хронология и стратиграфия осадков опираются на радиоуглеродное датирование, данные оптико-люминесцентного и палеомагнитного методов. Развитие представлений о четвертичных климатических системах северо-восточной Азии, оценка механизмов связи Берингии с другими климатическими регионами, изучение региональных ответных реакций на воздействие глобальных факторов требуют ана-

лиза озерных пыльцевых летописей по достаточно густой сети расположения объектов исследований. В связи с этим осадки озер изучались в различных фитогеографических зонах Берингии. Это — Чукотка, включая о. Врангеля, горные районы Колымы и Индигирки, Северное Приохотье и Аляска. Наиболее информативные по длительности непрерывные климатические записи Берингии установлены при изучении осадков оз. Эликчан-4 (60° 44' с. ш., 151° 52' в. д.) и оз. Алут (60° 44' с. ш., 151° 52' в. д.) в Северном Приохотье (см. рисунок). Важный результат исследований международных экспедиций в этих районах — непрерывные летописи реакции берингийской растительности на глобальное изменение климата за последние 70 тыс. лет, опирающиеся на серии датировок по радиоуглероду. Четкое взаимоотношение пыльцевых зон в палинологических записях осадков озер и датировка их границ позволили сопоставить выделяемые зоны с изотопно-кислородными стадиями 4–1 [4]. Климатические летописи осадков озер показывают проявление в позднем плейстоцене двух ледниковых стадий (ранний и поздний криохроны поздней поры неоплейстоценовой фазы). Характеризующие их пыльцевые спектры продуцированы тундровыми сообществами, свидетельствующими о весьма глубоких похолоданиях климата. Такие спектры объединяются в травянистые пыльцевые зоны, отражающие мозаику различных растительных сообществ — от прерывистого покрова из трав на сухих каменистых склонах до влажных и умеренно влажных осоково-моховых и осоково-злаковых со стелющимися ивами на низких склонах речных долин, т. е. растительность не была однообразной «мамонтковой» тундростепью, как полагает R.D. Guthrie [7]. Экстраполяция датировок по радиоуглероду свидетельствует о том, что ранняя ледниковая стадия отвечает изотопной стадии 4, верхняя граница которой определяется около 65 тыс. л. н. Последняя ледниковая стадия как главный климатический рубеж плейстоцена с глубоким похолоданием, ксерофитизацией, низким гляциоэвстатическим уровнем океана [1], соответствует изотопной стадии 2. Радиоуглеродное датирование определяет ее возрастные рамки 27.4–12.4 тыс. л. н., что близко к датировкам, рассчитанным для границ стадии 2 по глубокоководным осадкам [4]. Озерные пыльцевые летописи также показывают



Сопоставление пылевых зон в осадках оз. Эликчан-4 (скв. 1, 13) и оз. Алуат по соотношению групп растительности и их корреляция с изотопно-кислородными стадиями

кратковременные климатические события — потепления, проявившиеся в позднем криохроне 26, 24, 22 тыс. л. н. Эти потепления климата отвечают теплым фазам, отмеченным в керне ледникового щита Гренландии [5, 6]. Сопоставление пионерной пыльцевой летописи (скв. 1) и новой летописи осадков оз. Эликчан-4 (скв. 13), а также пыльцевой диаграммы оз. Алут, показывает их подобие (см. рисунок). Такое сходство диаграмм — хорошее доказательство надежности палинологического метода для реконструкции палеорастительности и изменений климатических условий. Данные палинологических исследований и радиоуглеродного датирования осадков озер принципиально изменили представление о реакции растительного покрова Берингии на климатические флюктуации, проявившиеся в интервале 64–27.4 тыс. л. н. Этот интервал, сопоставляемый с изотопной стадией 3, следует рассматривать как позднеледниковый интерстадиал (поздний термохрон неоплейстоценовой фазы). Изменения климата в позднем термохроне подчеркнуты последовательной сменой пыльцевых зон, отражающих доминирование тундровых и лесотундровых сообществ в фазы похолодания или лесных — в относительно теплые фазы. Пики потеплений датируются 64, 54 и 38 тыс. л. н., когда климатические условия могли быть близки современным. Наиболее глубокие похолодания отмечаются около 57 тыс. л. н. и в интервале 45–39 тыс. л. н. Климат второй половины позднего термохрона отличался от современного более прохладным и относительно влажным летом. Значительная перестройка растительного покрова Западной Берингии, вызванная «катастрофически быстрым» потеплением 12.4 тыс. л. н., выразилась в замещении господствовавшей в последнюю ледниковую стадию на большей части региона травянистой тундры березовой кустарниковой, а затем березово-ольховниковой крупнокустарниковой тундрой [3]. К наиболее продолжительным пыльцевым летописям Восточной Берингии относятся записи в осадках оз. Squirrel на юго-западе хребта Брукс. Пыльцевая зона в осадках озера, соответствующая изотопной подстадии 5e (130 тыс. л. н.), показывает господство сомкнутых лесов из *Picea mariana*, подобных современным хвойным лесам центральной Аляски. В течение изотопных стадий 4, 3 и 2 развивались травянистые тундры с участием кустарниковой ивы. В связи с этим подчеркнем, что климатическая и растительная характеристики для максимума последнего ледниковья были подобны для восточной и западной областей Берингии — холодные и сухие условия, доминирование травянистой и травянисто-ивовой тундры. Озерные пыльцевые летописи Аляски также показывают, что кустарниковая березовая тундра не была доминантом растительности до 12 тыс. л. н. и ее широкое распространение в восточной части Берингии соответствует вре-

мени появления березовой тундры в Западной Берингии. Подобная зона березы устанавливается и на границе раннего криохрона и позднего термохрона поздней поры неоплейстоцена. Редкостойные леса из лиственницы даурской занимали значительные площади в Западной Берингии 11.6 тыс. л. н. Первые послеледниковые леса появляются во многих районах Восточной Берингии 11 тыс. л. н. Выделяемые в осадках ледниковых озер пыльцевые зоны отличаются устойчивым составом спорово-пыльцевых спектров. Это относится как к травянистым пыльцевым зонам, отвечающим изотопным стадиям 4 и 2, так и к зонам кустарниковой березы (12.4 тыс. л. н.), березы-ольховника (10 тыс. л. н.), кустарниковой сосны (8 тыс. л. н.) и зоне тополя (11 тыс. л. н.) на Аляске. Конкретная реакция основных тундровых и таежных растительных видов на позднечетвертичные климатические изменения подчеркивается тем, что близкие современным растительные ассоциации не мигрировали как измененные сообщества из ледниковых рефугиумов. Скорее всего, главные таксоны реагировали индивидуально на постгляциальное потепление климата. Последовательная смена пыльцевых зон в климатических записях озер позволяет осуществлять инфразональное (микростратиграфическое) расчленение четвертичных толщ Берингии [2].

Исследования поддержаны Дальневосточным отделением РАН (проекты 09-1-ОНЗ-11, 09-II-УО-08-003).

Литература

1. Величко А. А. Главный климатический рубеж эпохи плейстоцена // Изв. АН СССР. 1968. Сер. геогр., № 3. С. 37–51.
2. Гладенков Ю. Б. Перспективы инфразонального (микростратиграфического) расчленения осадочных толщ // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 1995. Т. 2. № 4. С. 3–15.
3. Позднечетвертичные растительность и климаты Сибири и Российского Дальнего Востока (палинологическая и радиоуглеродная база данных). Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2002. 370 с.
4. Bradley R. S. Quaternary Paleoclimatology (Methods of Paleoclimatic Reconstruction). Boston: ALLEN & UNWIN, 1985. 472 p.
5. Brigham-Grette J., Lozhkin A. V., Anderson P. M., Glushkova O. Yu. Paleoenvironmental Conditions in Western Beringia before and during the Last Glacial Maximum // Entering America. Northeast Asia and Beringia before the Last Glacial Maximum. The University of Utah Press, 2004. P. 29–61.
6. Dansgaard W., Johnsen S. J., Clausen H. B. et al. Evidence for general instability of past climate from a 250-kyr ice-core record // Nature, 1993. Vol. 364. P. 218–220.
7. Guthrie R. D. Frozen Fauna of the Mammoth Steppe. Chicago: University of Chicago Press, 1990. 323 p.

ГОЛОЦЕНОВАЯ ПАЛИНОФЛОРА СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ПОДОЛЬЯ (УКРАИНА)

О. О. Андреева

Институт экологии Карпат НАН Украины, Львов; *andrieva.olga@gmail.com*

В статье приведена информация о голоценовой палинофлоре северной части Подолья. Список ископаемой палинофлоры насчитывает 131 таксон разного ранга, в том числе 62 семейства и 78 родов, 37 определены до вида. В современной флоре региона отсутствуют *Abies* sp., *Larix* sp., *Marsilea* sp., *Atriplex pediculata*, *A. verrucifera*, *Eurotia ceratoides*, *Halocneum strobilaceum*, *Salsola soda*, *Suaeda confusa*.

Публикаций относительно истории формирования флоры и растительности Подолья в четвертичном периоде на сегодняшний день не так много [1, 2, 11—15]. Список палинофлоры, составленный по результатам этих исследований, насчитывает 46 таксонов разного ранга, преобладают определения пыльцевых зерен до ранга семейства, а идентификация пыльцы на видовом уровне практически отсутствует, что не соответствует современному уровню палинологических работ. Нами был проведен спорово-пыльцевой анализ голоценовых отложений семи торфяников северной части Подолья (три из них расположены на территории Северо-Восточного Подолья, четыре — Северо-Западного), что дало возможность существенно расширить список голоценовой палинофлоры этой части Подолья. Список палинофлоры составлен по системе А. Л. Тахтаджяна. Для определения пыльцы семейства пользовались монографией М. Х. Монозон [9].

Полученный нами список палинофлоры северной части Подолья насчитывает 124 таксона разного ранга (см. таблицу), он дополнен 7 таксонами, не выявленными в наших спорово-пыльцевых спектрах, но приведенными в литературе [2], а именно: семейства Rhamnaceae, Moraceae, Onagraceae, Fabaceae, роды *Abies*, *Fagus* и споры *Bryales*. Таким образом, ископаемая палинофлора северной части Подолья насчитывает 131 таксон разного ранга, из них 62 семейства (из них шесть — споровые растения, в том числе сфагновые и зеленые мхи) и 78 родов. Видовых определений 37, это: *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn, *Ephedra distachya* L., *Aristolochia clematis* L., *Persicaria amphibia* (L.) S. F. Gray, *P. maculata* (Rafin.) A. et D. Live, *Nuphar lutea* (L.) Smith, *Ranunculus arvensis* L., *Berberis vulgaris* L., *Betula pendula* Roth, *Betula pubescens* Ehrh, *Carpinus betulus* L., *Corylus avellana* L., *Calluna vulgaris* (L.) Hull, *Oxycoccus palustris* Pers., *Fraxinus excelsior* L., *Populus tremula* L., *Atriplex pediculata* L., *A. verrucifera* Bieb., *Chenopodium aristatum* L., *Ch. botris* L., *Ch. glaucum* L., *Eurotia ceratoides* (L.) C.A.M., *Halocneum strobilaceum* (Pall.) H.B., *Salsola soda* L., *Suaeda confusa* Jlin., *Tilia cordata* Mill., *Euonymus europea* L., *Cornus mas* L., *Humulus lupulus* L., *Drosera rotundifolia* L., *Hydrocharis morsus-ranae* L., *Stratiotes aloides* L., *Plantago lanceolata* L., *P. major* L., *Utricularia vulgaris* L., *Helichrysum arenarium* (L.) Moench, *Taraxacum officinale* Webb ex Wigg. Aggr.

Большая часть полученных спорово-пыльцевых спектров характеризует средний голоцен, а данных для раннего и среднего голоцена недостаточно, чтобы провести объективное сравнение богатства флор разных этапов голоцена. Можно сказать, что постоянными компонентами спорово-пыльцевых спектров всех этапов голоце-

на, включая поверхностную пробу, являются 15 таксонов: *Picea* sp., *Pinus* sp., *Carpinus betulus*, *Corylus avellana*, *Tilia cordata*, *Alnus* sp., *Betula* sp., Poaceae, Cyperaceae, Chenopodiaceae, *Rumex* sp., *Urtica* sp., *Polypodiales*, *Equisetum* sp., *Sphagnum* sp.

В современной флоре региона отсутствуют *Abies* sp., *Larix* sp., *Marsilea* sp., *Atriplex pediculata*, *A. verrucifera*, *Eurotia ceratoides*, *Halocneum strobilaceum*, *Salsola soda*, *Suaeda confusa*. Большая часть перечисленных таксонов — представители семейства Chenopodiaceae, характерных для засоленных и нарушенных местообитаний, были выявлены только в одном разрезе, в отложениях, датированных ранним голоценом.

Вызывают интерес видовые определения пыльцевых зерен представителей семейства Chenopodiaceae, поскольку их экологический анализ дает важную информацию относительно условий фоссилизации материала и формирования отложений, а также детализирует картину растительного покрова того времени. Таким образом, *Atriplex pediculata* — вид, характерный для засоленных почв, *A. verrucifera* — доминант формаций хлоридно-натриевых солончаков, мокрых солонцев, глинистых склонов, засоленных лугов, часто формирует заросли. *Chenopodium aristatum* — растет на каменистых и песчаных почвах, в степях, на сухих открытых склонах и солонцеватых лугах, изредка как сорняк на залежах (псаммофит), *Ch. botris* — растет на песчаных грунтах, известняках, в солонцеватых степях, сорняк на залежах и в посевах (мезофит), *Ch. glaucum* — характерный вид солончаков, влажных мест, рудеральных местопроисрастаний (переходный вид от мезофитов к мезоксерофитам). *Eurotia ceratoides* — эдификатор степных, пустынно-степных растительных сообществ, занимает каменистые, щебнистые склоны, иногда встречается на солонцеватых почвах. *Halocneum strobilaceum* — этот вид растет на мокрых солончаках, солончаковых степях, галофит, его присутствие свидетельствует не только про засоленность почвы, но и про глубокое залегание сильно минерализованных вод [8, 9]. *Salsola soda* — вид, характерный для мокрых солончаков, солончаковых лугов (галофит). *Suaeda confusa* — растет на мокрых солончаках, песчаных засоленных почвах (галофит) [9]. Общими для голоценовой флоры лободовых северной части Подолья и плейстоцена Волыно-Подолья являются 4 рода, а именно *Chenopodium*, *Atriplex*, *Salsola*, *Suaeda* [4]. Общих видов три: *Suaeda confusa*, *Salsola soda*, *Chenopodium aristatum*. Можно предположить, что эти виды сохранились на территории исследования со времени плейстоцена, а в раннем голоцене существовали соответствующие экотопы — влажные и сухие засоленные почвы и каменистые осыпи. Пыльца практически всех (6 из 8) определенных нами видов лободовых

Голоценовая палинофлора северной части Подолья (*П/П – поверхностная проба)

Таксон	Количество разрезов			
	Этапы голоцена			
	П/П*	Поздний голоцен	Средний голоцен	Ранний голоцен
Lycopodiaceae				
1. <i>Diphasiastrum</i> sp.	0	0	0	1
2. <i>Lycopodium</i> sp.	0	0	5	1
Equisetaceae				
3. <i>Equisetum</i> sp.	1	1	6	4
Ophioglossaceae				
4. <i>Botrychium</i> sp.	0	0	1	0
Aspleniaceae				
5. <i>Asplenium</i> sp.	0	0	1	0
Hypolepidaceae				
6. <i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	0	0	2	0
Polypodiales				
7. <i>Polypodiales</i> [gen. non ident.]	1	1	5	3
8. <i>Dryopteris</i> sp.	1	0	0	0
9. <i>Polystichum</i> sp.	0	0	1	0
Marsileaceae				
10. <i>Marsilea</i> sp.	0	0	2	1
Pinaceae				
11. <i>Larix</i> sp.	0	0	1	1
12. <i>Picea</i> sp.	1	1	7	4
13. <i>Pinus</i> sp.	1	1	7	4
Cupressaceae				
14. <i>Juniperus</i> sp.	0	0	2	0
Ephedraceae				
15. <i>Ephedra distachya</i> L.	0	0	2	0
16. <i>Ephedra</i> sp.	0	0	1	0
Aristolochiaceae				
17. <i>Aristolochia clematis</i> L.	1	0	4	0
Nymphaeaceae				
18. <i>Nymphaeaceae</i> [gen. non ident.]	0	0	3	1
19. <i>Nymphaea</i> sp.	0	0	2	0
20. <i>Nyphar lutea</i> (L.) Smith	0	0	2	0
Ranunculaceae				
21. <i>Ranunculaceae</i> [gen. non ident.]	1	0	7	3
22. <i>Ranunculus</i> sp.	0	0	2	0
23. <i>Ranunculus arvensis</i> L.	0	0	2	1
24. <i>Thalictrum</i> sp.	0	0	1	0
Berberidaceae				
25. <i>Berberis</i> sp.	0	0	1	0
26. <i>Berberis vulgaris</i> L.	0	0	1	0
Papaveraceae				
27. <i>Papaveraceae</i> [gen. non ident.]	0	0	2	0
Caryophyllaceae				
28. <i>Caryophyllaceae</i> [gen. non ident.]	0	1	3	0

Chenopodiaceae				
29. <i>Chenopodiaceae</i> [gen. non ident.]	0	1	5	1
30. <i>Atriplex</i> sp.	1	0	1	0
31. <i>Atriplex pediculata</i> L.	0	0	0	1
32. <i>Atriplex verrucifera</i> Bieb.	0	0	1	0
33. <i>Chenopodium</i> sp.	0	0	1	0
34. <i>Chenopodium aristatum</i> L.	0	0	0	1
35. <i>Chenopodium botris</i> L.	0	0	0	1
36. <i>Chenopodium glaucum</i> L.	0	0	0	1
37. <i>Eurotia ceratoides</i> (L.) C.A.M.	0	0	0	1
38. <i>Halocneum strobilaceum</i> (Pall.) H.B.	0	0	0	1
39. <i>Salsola soda</i> L.	0	0	0	1
40. <i>Suaeda confusa</i> Iljin.	0	0	0	1
Polygonaceae				
41. <i>Persicaria amphibia</i> (L.) S.F.Gray	0	1	3	1
42. <i>Persicaria maculata</i> (Rafin.) A. et D. Löve	0	0	3	0
43. <i>Rumex</i> sp.	1	1	4	1
Fagaceae				
44. <i>Quercus</i> sp.	1	0	7	2
Betulaceae s.str. (excl. Corylaceae)				
45. <i>Alnus</i> sp.	1	1	6	3
46. <i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.	1	0	0	0
47. <i>Alnus incana</i> (L.) Moench	1	0	0	0
48. <i>Betula</i> sp.	1	1	6	4
49. <i>Betula pendula</i> Roth	1	0	2	1
50. <i>Betula pubescens</i> Ehrh	1	0	2	1
Corylaceae				
51. <i>Carpinus betulus</i> L.	1	1	7	4
52. <i>Corylus avellana</i> L.	1	1	6	3
Clusiaceae				
53. <i>Hypericum</i> sp.	0	0	1	0
Ericaceae				
54. <i>Ericaceae</i> [gen. non ident.]	0	0	1	0
55. <i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull	0	0	1	0
56. <i>Oxycoccus palustris</i> Pers.	0	0	0	1
Salicaceae				
57. <i>Populus</i> sp.	0	0	4	0
58. <i>Populus tremula</i> L.	0	0	1	0
59. <i>Salix</i> sp.	1	0	7	1
Brassicaceae				
60. <i>Brassicaceae</i> [gen. non ident.]	1	0	6	3
Tiliaceae				
61. <i>Tilia cordata</i> Mill.	1	1	6	2
Malvaceae				
62. <i>Malvaceae</i> [gen. non ident.]	0	0	2	0
63. <i>Malva</i> sp.	0	0	1	0
Ulmaceae				
64. <i>Ulmus</i> sp.	0	1	7	3
Cannabaceae				

65. <i>Humulus lupulus</i> L.	0	0	4	0
Urticaceae				
66. <i>Urtica</i> sp.	1	1	7	4
Saxifragaceae				
67. <i>Saxifragaceae</i> [gen. non ident.]	1	0	5	0
Droseraceae				
68. <i>Drosera rotundifolia</i> L.	0	0	1	0
Rosaceae				
69. <i>Rosaceae</i> [gen. non ident.]	1	0	7	2
70. <i>Amygdalis</i> sp.	0	0	1	0
71. <i>Cotoneaster</i> sp.	0	0	1	1
72. <i>Filipendula</i> sp.	0	0	1	0
73. <i>Potentilla</i> sp.	0	0	1	0
74. <i>Rubus</i> sp.	1	0	0	0
75. <i>Sanguisorba</i> sp.	0	0	1	0
76. <i>Swertia</i> sp.	0	0	1	0
Haloragaceae				
77. <i>Myriophyllum</i> sp.	0	0	4	0
Aceraceae				
78. <i>Acer</i> sp.	0	1	2	0
Geraniaceae				
79. <i>Geraniaceae</i> [gen. non ident.]	0	0	1	0
Celastraceae				
80. <i>Euonymus europea</i> L.	0	0	1	0
Cornaceae				
81. <i>Cornus mas</i> L.	0	0	1	0
Apiaceae				
82. <i>Apiaceae</i> [gen. non ident.]	1	0	3	0
83. <i>Angelica</i> sp.	0	0	1	0
Caprifoliaceae s.l. (incl. Sambucaceae, Viburnaceae)				
84. <i>Lonicera</i> sp.	0	0	0	1
85. <i>Lonicera caerulea</i> L.	0	0	1	0
86. <i>Viburnum</i> sp.	0	0	1	0
Rubiaceae				
87. <i>Rubiaceae</i> [gen. non ident.]	0	0	6	1
Oleaceae				
88. <i>Fraxinus excelsior</i> L.	0	0	5	2
Boraginaceae				
89. <i>Boraginaceae</i> [gen. non ident.]	0	0	1	0
90. <i>Myosotis</i> sp.	0	0	0	1
91. <i>Symphytum</i> sp.	0	0	1	0
Scrophulariaceae				
92. <i>Rhinantus</i> sp.	0	0	1	0
Plantaginaceae				
93. <i>Plantago</i> sp.	1	0	4	2
94. <i>Plantago lanceolata</i> L.	0	0	2	0
95. <i>Plantago major</i> L.	0	0	2	1
Lentibulariaceae				
96. <i>Utricularia</i> sp.	0	0	1	0
97. <i>U. vulgaris</i> L.	0	0	1	0

Lamiaceae				
98. <i>Lamiaceae</i> [gen. non ident.]	1	0	2	0
99. <i>Thymus</i> sp.	0	0	1	0
Callitrichaceae				
100. <i>Callitriche</i> sp.	0	0	2	1
Campanulaceae				
101. <i>Campanulaceae</i> [gen. non ident.]	1	0	5	1
Asteraceae				
102. <i>Asteroidea</i>	1	0	6	2
103. <i>Artemisia</i> sp.	0	0	2	1
104. <i>Centaurea</i> sp.	1	0	0	0
105. <i>Cichorioidea</i>	0	0	2	0
106. <i>Crepis</i> sp.	0	0	1	0
107. <i>Helichrysum arenarium</i> (L.) Moench	0	0	1	0
108. <i>Taraxacum officinale</i> Webb ex Wigg. aggr.	0	0	1	0
Hydrocharitaceae				
109. <i>Hydrocharis morsus-ranae</i> L.	0	0	1	1
110. <i>Stratiotes aloides</i> L.	0	0	1	0
Alismataceae				
111. <i>Alismataceae</i> [gen. non ident.]	0	0	1	0
Potamogetonaceae				
112. <i>Potamogeton</i> sp.	0	1	5	3
Iridaceae				
113. <i>Iridaceae</i> [gen. non ident.]	1	0	5	0
114. <i>Crocus</i> sp.	0	1	1	0
Liliaceae				
115. <i>Liliaceae</i> [gen. non ident.]	1	0	7	4
116. <i>Erythronium</i> sp.	0	0	1	0
Alliaceae				
117. <i>Alliaceae</i> [gen. non ident.]	1	0	2	0
Сyperaceae				
118. <i>Cyperaceae</i> [gen. non ident.]	1	1	7	4
Poaceae				
119. <i>Poaceae</i> [gen. non ident.]	1	1	7	4
Lemnaceae				
120. <i>Lemna</i> sp.	0	0	7	1
Sparganiaceae				
121. <i>Sparganium</i> sp.	0	0	1	0
Тyphaceae				
122. <i>Typhaceae</i> [gen. non ident.]	0	0	1	0
123. <i>Typha</i> sp.	0	0	3	0
Sphagnales				
124. <i>Sphagnum</i> sp.	1	1	7	3

отмечена в современных субфоссильных пробах Степной зоны Украины, это виды: *Chenopodium aristatum*, *Ch. botris*, *Ch. glaucum*, *Halocneum strobilaceum*, *Salsola soda*, *Suaeda confusa* [6]. Но в современной флоре региона они отсутствуют.

Также в составе спорово-пыльцевых спектров голоцена северной части Подолья отмечена пыльца *Ephedra distachya*. Её пыльцу считают индикатором типчаково-ковыловых и полыново-злаковых степей [7], но в ре-

гионе исследований скорее следует говорить про существование обнажений и осыпей с хорошей инсоляцией. Современный ареал этого вида на территории Украины ограничен степной зоной, югом лесостепи и Крымом [10]. Формирование современного ареала *Ephedra distachya*, по мнению Л. Г. Безусько [3], произошло 2500 лет назад. Новые палинологические характеристики отложений позднего голоцена позволили уточнить этот вывод и обосновать, что на территории левобереж-

ной лесостепи *Ephedra distachya* исчезла совсем недавно и, вероятнее всего, под влиянием антропогенного пресса [5]. На территории северной части Подолья этот вид, по нашим данным, существовал около 3000 лет назад.

Обращает на себя внимание присутствие пыльцы *Larix* в отложениях раннего и среднего голоцена Северо-Западного Подолья. Учитывая схожесть экологических условий региона исследований и мест произрастания *Larix polonica* Rasch. в Польше, можно предположить, что в спорово-пыльцевых спектрах отмечена пыльца именно этого вида, который в дальнейшем в регионе исчез, но сохранился в реликтовых местопроизрастаниях равнинной части Польши.

Литература

1. Артюшенко А. Т. Растительность Лесостепи и Степи Украины в четвертичном периоде (по данным спорово-пыльцевого анализа). Киев: Наук. думка, 1970. 173 с.
2. Артюшенко А. Т., Аран Р. Я., Безусько Л. Г. История растительности западных областей Украины в четвертичном периоде. Киев: Наук. думка, 1982. 136 с.
3. Безусько Л. Г. Поширення *Ephedra distachya* L. (*Ephedraceae* Wettst.) в пізньольодовиків'ї та голоцені на території України (за палинологічними даними) // Український ботанічний журнал. 1999. 56. №3. С. 300–304.
4. Безусько Л. Г., Безусько А. Г. Палинологічна характеристика верхньоплейстоценових лесів Волино-Поділля // Наукові записки Києво-Могилянської академії. Біологія та екологія. 1999. Т. 10. С. 4–9.
5. Безусько Л. Г., Безусько А. Г., Гречишкіна Ю. В. Палинологічні та радіохронологічні характеристики відкладів пізнього голоцену розрізу Лопанське (Україна, Харківська область) // Біостратиграфічні основи побудови стратиграфічних схем фанерозою України. К.: Ателье «Поліграфічний комплекс», 2008. С. 338–342.
6. Безусько Л. Г., Безусько А. Г., Єсилевський С. О. Актуопалинологічні аспекти палеоекології голоцену (на прикладі степової зони України) // Наукові записки Києво-Могилянської академії. Природничі науки. Біологія. 1998. Т. 5. С. 51–57.
7. Зеликсон Э. М., Исаева-Петрова Л. С. Палинологические индикаторы степей (к палеофитоценологической интерпретации спорово-пыльцевых данных) // Палинологические таксоны в биостратиграфии. Ч. 2. Саратов: Изд-во Саратов. гос. ун-та, 1989. С. 61–67.
8. Моносзон М. Х. Методические предпосылки индикационной палеофлористики // Методические вопросы палинологии: Труды III Междунар. палинол. конф. М.: Наука, 1973. С. 20–26.
9. Моносзон М. Х. Определитель пыльцы видов семейства маревых. М.: Наука, 1973. 96 с.
10. Определитель высших растений Украины. Киев: Наук. думка, 1987. 548 с.
11. Gajewski W. Elementy Flory Polskiego Podola // Warszawa: Planta polonica. V. 1937. S. 128–136.
12. Koczwaro M. Rozwój połowcowej flory i klimatu Podola w swietle analizy pyłkowej // Pr. Geogr., Romera, 1927. № 9. S. 42–57.
13. Koczwaro M. Z badac pyłkowych nad torfowiskami Podola // Kosmos. Ser. A. 1928. № 53. S. 109–120.
14. Koczwaro M. Zapiski florystyczne z Podola pokuckiego // Sprawozdaniw Komisji Fizjograficznej PAU. 1927. № 61. P. 217–221.
15. Szafer W. Las i step na zachodnim Podolu. (The Forest and Steppe in West Podolia). Rozprawy Wydz. Matem.-Przyr. 1935. LXXI. B. (2). P. 1–130.

О ВОЗРАСТЕ ПАЛЕОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В ЛАГУНЕ НЕРПАЛАХ (ОСТРОВ КОТЕЛЬНЫЙ) ПО ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ

Г. Н. Александрова, А. Б. Кузьмичев
ГИН РАН, Москва; dinoflag@mail.ru

Изучение спорово-пыльцевых спектров и диноцист из разрезов восточного и южного берега лагуны Нерпалах выявило присутствие ипрских — (?) раннелютетских отложений на острове Котельный (Новосибирские острова). Установленный комплекс диноцист близок к комплексам Franklin Bluffs Member северного склона Аляски и толщи Taglu моря Бофорта, а также комплексу диноцист из литокомплекса 2 хребта Ломоносова.

В объяснительной записке к геологической карте масштаба 1:200 000 [4] третичные отложения на острове Котельный (Новосибирские острова) представлены нерпичинской свитой олигоцен-миоценового возраста, сложенной континентальными флювиальными породами [3]. Возраст свиты определен преимущественно по спорово-пыльцевым комплексам, дополненным определениями макрофлоры из верхних третичного разреза на о. Бельковский [3, 5, 12]. Однако в дальнейшем, стратиграфическое положение палинокомплексов раннепалеогеновых отложений Северо-Востока было уточнено [6] на основании корреляции с морскими отложениями Западной Сибири, датированных микрофауной. В связи с изложенным, а также с указаниями на находки диноцист в отложениях раннего палеогена Новосибирских островов, нами предпринято переизучение палеогеновых отложений о. Котельный.

Нами изучены обнажения на южном и восточном берегах лагуны Нерпалах. В статье, ввиду ограниченного объема, описание разреза приведено только для южного берега, где он вскрыт в почти непрерывных выходах общей длиной более километра. Здесь снизу вверх обнажаются (рис. 1):

Нами изучены обнажения на южном и восточном берегах лагуны Нерпалах. В статье, ввиду ограниченного объема, описание разреза приведено только для южного берега, где он вскрыт в почти непрерывных выходах общей длиной более километра. Здесь снизу вверх обнажаются (рис. 1):

1. Глина розовая, белесая, шоколадная, однородная. В верхней части слоистая, некоторые прослои обогащены органическим веществом (ОВ), окрашены в черный цвет, содержат обломки древесины. В кровле переслаивание супесей, белых алевроитов, переходящих в мелкозернистые пески и глины. Из-за оплывания глины контакт с подстилающим элювием остался неясен. Кора выветривания. Мощность ~ 3.5 м.

2. Светлая неслоистая супесь, выше сменяется слоистой пачкой, в которой чередуются темные суглинки и глины, обогащенные ОВ, с обломками углефицированной древесины. Мощность 2.5 м.

3. Лигниты с линзами глины. Мощность 1 м.

4. Белый, светло-серый крупнозернистый, грубо-слоистый, сортированный песок и гравий, с тонкими линзами глин, обогащенных растительным детритом. Мощность 1.3 м.

5. Слоистые серые супеси с линзами коричневой глины. Мощность 2.3 м.

6. Серая глина с охристыми пятнами. Мощность 0.6 м.

7. Супесь с прослоями песка и суглинка, с линзами глины, обогащенной углефицированным растительным детритом. Мощность 1.7 м.

8. Супеси и суглинки с двумя, иногда тремя конкрециевидными горизонтами лимонит-сидеритовой породы. Последние содержат растительный детрит и мелкие оолиты. Присутствуют оржавленные прослои песка, в нижней части — линзы конгломерата ржавого цвета, с лимонитовым цементом. Мощность 2.5 м.

9. Песок с горизонтами супеси и суглинка. Мощность 1.5 м.

Общая мощность третичных отложений в этом разрезе составляет 17 м.

Было изучено 5 проб из разреза южного берега и 4 пробы из разреза восточного берега. Установленный палинокомплекс (ПК) в основном характеризуется приблизительно равным соотношением пыльцы голосеменных и покрытосеменных. Только спектр самого верхнего образца в обнажении восточного берега отличается доминированием пыльцы покрытосеменных. Среди покрытосеменных преобладает пыльца термофильных растений — *Juglans*, *Carya*, *Pterocarya*, *Engelhardtia*, *Quercus*, *Liquidambar*, *Ulmoides* и др. Заметно участие мелкой трехбороздной пыльцы формального рода *Tricolporopollenites*, а также *Hornia* sp. 1 sensu Frederiksen et al., 2002, *Fothergilla*, *Hamammelis*, *Castanea* spp., *Pleurospermaepollenites*, *Pistillipollenites*, *Tripuripollenites*. Пыльца Pinaceae представлена в основном *Pinus* spp., и единичными *Cedrus* sp. Пыльца Taxodiaceae–Cupressaceae — *Taxodium*, *Sequoia*, *Glyptostrobus*. Спорадически встречается пыльца *Podocarpus*, *Tsuga*, *Cycadopites*. Споры малочисленны. Во всех пробах отмечается массовое количество обрывков растительных тканей, углистых частиц.

Выявленный в большинстве проб из разреза восточного берега и во всех пробах из обнажения южного берега ПК по присутствию *Fothergilla*, *Hamammelis*, *Pistillipollenites*, *Aquillapollenites novosibiricus*, доминированию пыльцы термофильных растений, относительно высокому содержанию пыльцы голосеменных, коррелируется с ПК IV кенгдейского регионального горизонта Северо-Востока [6], который датируется первой

половиной раннего эоцена. К этому горизонту относятся кунгинская толща, кенгдейская и быковская свиты [2, 6], сложенные на севере Якутии в основном континентальными, озерными, угленосными и прибрежно-морскими (кунгинская толща, быковская свита) отложениями.

Палиноспектр пробы из верхней части обнажения восточного берега, по преобладающей роли пыльцы покрытосеменных, представленной преимущественно *Tricolporopollenites liblarensis*, *Quercus* spp., *Engelhardtia quetus*, *Myrica*, *Alnus* сопоставляется с ПК V [6]. Данный ПК на Северо-Востоке России характеризует тастахский региональный горизонт (вторая половина нижнего—первая половина среднего эоцена). К нему относятся в основном континентальные тастахская свита и эмгендженская толща (север Якутии) и прибрежно-морская анжуйская свита (о. Фаддеевский, о. Новая Сибирь) [6, 7]. Близким к установленным нами ПК является спорово-пыльцевой комплекс раннего эоцена формации Sagavanirktok Аляски [11].

Следует отметить, что в ПК IV–V ранее отмечались находки диноцист (кунгинская толща, быковская свита Северного Верхоянья и анжуйская свита Новосибирских островов) [2, 6]. К сожалению, положение уровней с диноцистами в этих стратонах не указывалось. Сводный таксономический состав, составленный нами по приводимым этими авторами данным следующий: в низах кунгинской толщи — *Apectodinium homomorphum*; в быковской свите — *Wetzeliella articulata*, *Wetzeliella* sp., *Deflandrea oebisfeldensis*, *D. phosphoritica*, *Isabelidinium* sp.; в анжуйской свите — *Wetzeliella meckelfeldensis*, *Deflandrea oebisfeldensis*. Если сопоставить эти комплексы с данными по хр. Ломоносова [8], то они охватывают стратиграфический объем поздний танет—основание лютета (рис. 1), причем комплексы анжуйской и быковской свит близки и частично перекрываются.

Нами диноцисты были обнаружены в пробах из обнажения южного берега лагуны Нерпалах совместно с ПК IV. Ассоциация характеризуется доминированием *Senegalinium*-group, *Cordosphaeridium inodes* (Klump) Eisenack, *C. fibrospinosum* Davey et Williams, *C. gracilis* (Eisenack) Davey et Williams, *C. ucinispinosum*, Dinocysts sp. A, *Operculodinium centrocarpum* (Deflandre et Cookson) Wall, *Spiniferites* spp., и немногочисленными *Charlesdowniea stellata-tenuivirgula*, *Lintinia wetzeli* (Morgenroth) Bujak, *Fibrocysta axiale* (Eisenack) Stover et Evitt, *Achomosphaera ramulifera* (Deflandre) Evitt. Единичными экземплярами встречены *Hystriocholpoma salacia* Eaton, *Phthanoperidinium* sp., празиофиты (*Leiosphaeridia* sp., *Pterospermella* sp., *Paralecaniella indentata* (Deflandre et Cookson) Cookson et Eisenack). В образце 712/11 встречены переотложенные диноцисты *Sverdrupiella* spp., а также агрегаты акантоморфных акритарх (*Wilsonastrum colonicum* Jansonius, *Michrystridium*, *Tritema*) и массовое присутствие переотложенного(?) таксона неустановленной систематической принадлежности. Интересно отметить, что *Sverdrupiella* spp. впервые были описаны из норийских отложений арктических районов Канады [9], а *Wilsonastrum colonicum* из раннетриасовых отложений Западной Канады [15]. Данный факт свидетельствует о

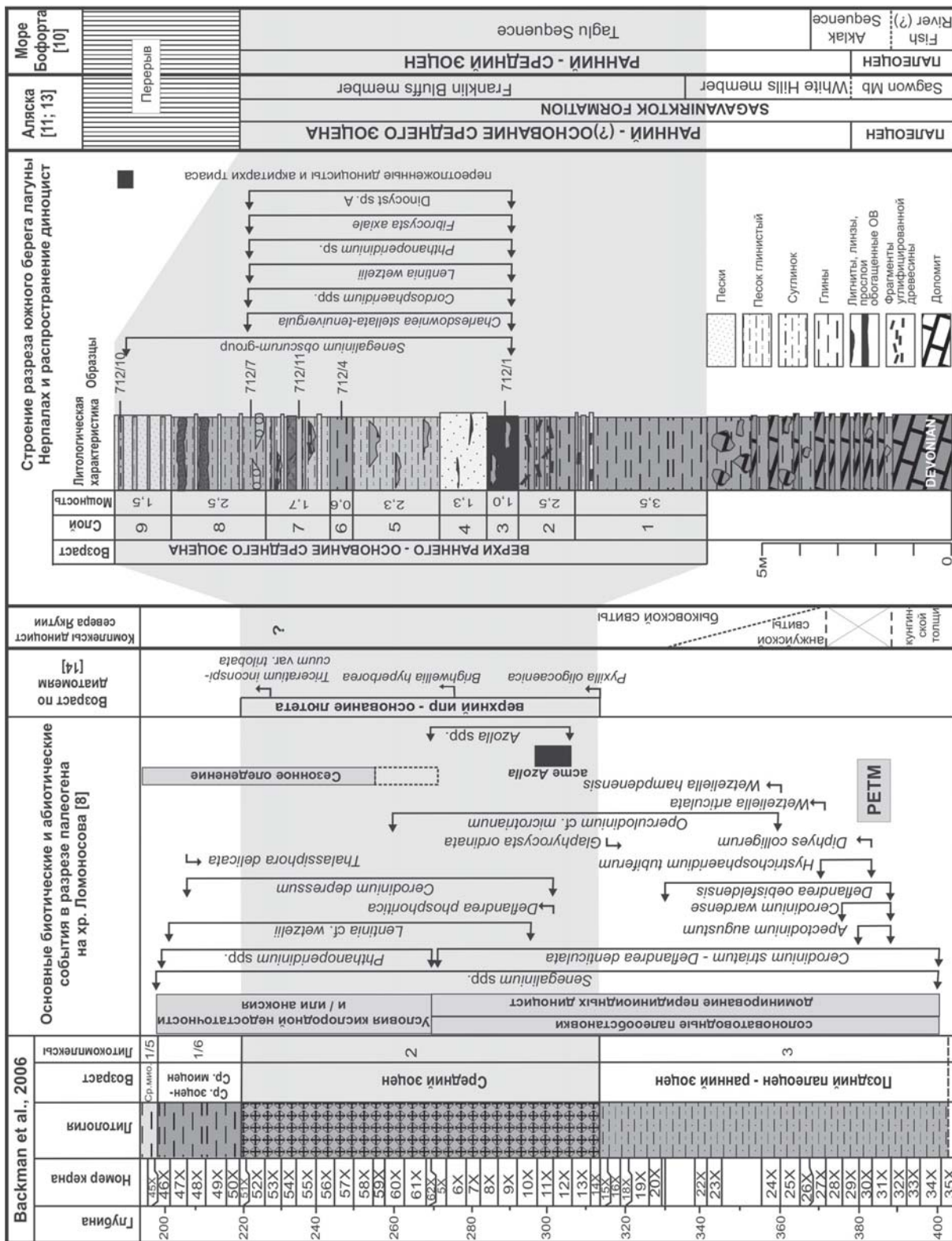


Рис. 1. Корреляция раннепалеогеновых отложений хребта Ломоносова, севера Якутии, острова Котельный, Аляски и моря Бофорта

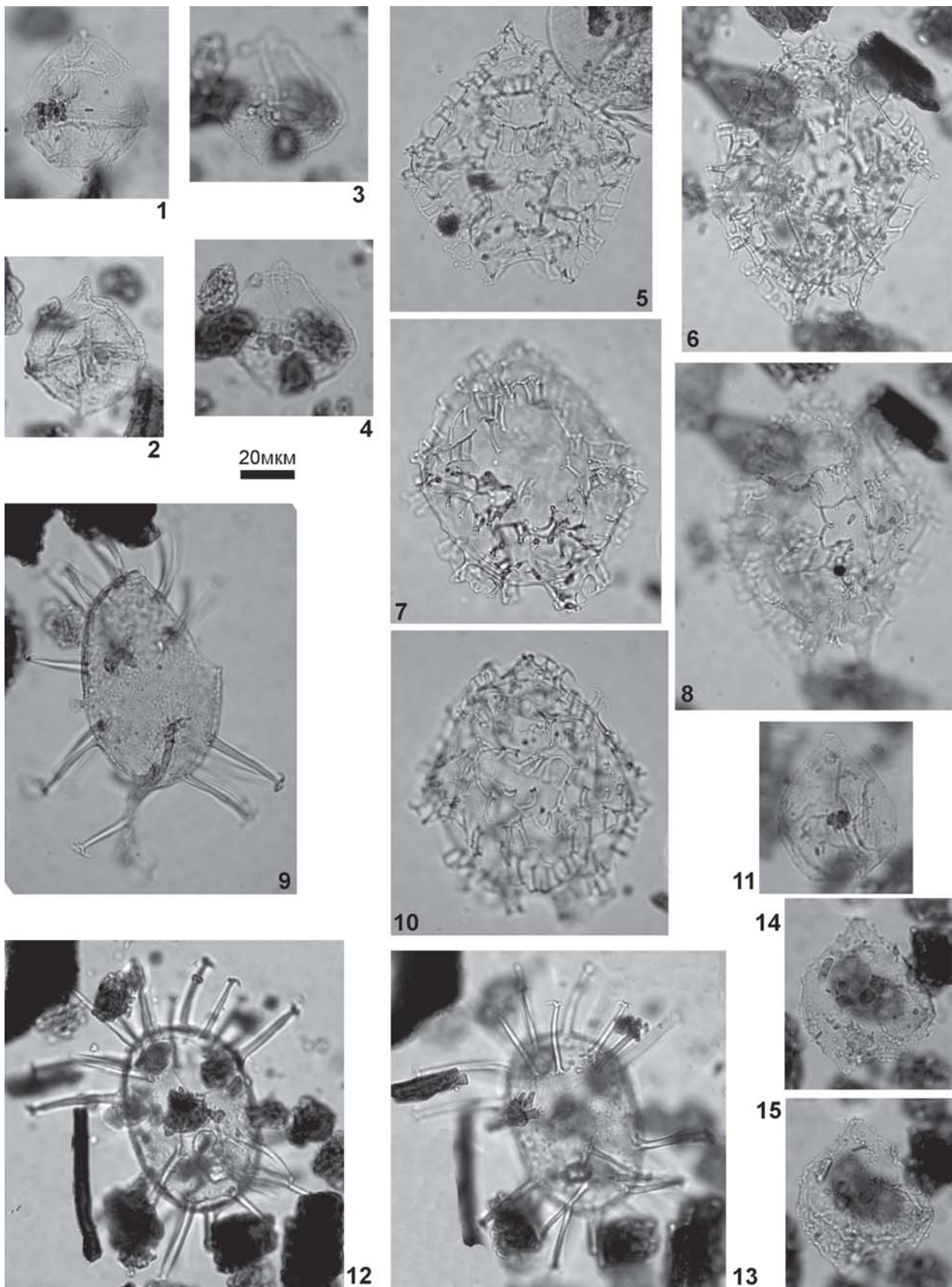


Рис. 2. Диноцисты из отложений южного берега лагуны Нерпалах: 1, 3, 4, 11, 14, 15 — *Senegalinium*-group, все формы из обр. 712/1; 2 — *Phthanoperidinium* sp., обр. 712/1; 5–8, 10 — *Charlesdowniea stellata-tenuivirgula*: 5, 7, 10 — обр. 712/4, 6, 8 — обр. 712/1; 9, 12, 13 — *Dinocysts* sp. A: 9 — обр. 712/4, 12, 13 — обр. 712/1

наличии морских связей акватории Новосибирских островов с этими регионами в триасе.

Наиболее полная последовательность ассоциаций диноцист в арктическом регионе установлена в разрезе палеогеновых отложений вскрытых на хребте Ломоносова [8]. Сравнение комплекса диноцист из лагуны Нерпалах показывает, что в нем присутствуют виды распространенные в интервале 24X–60X (рис. 1). На основании встречаемости *Senegalinium*-group, *Lentinia wetzeli*, *Phthanoperidinium* sp., а также отсутствия в нашем материале видов *Apectodinium*, спор папоротника *Azolla* установленный комплекс может быть сопоставлен с частью литокомплекса 2 (интервал 62X–46X). В отличие от комплекса диноцист хр. Ломоносова в нашем материале *Phthanoperidinium* sp. встречается единичными экземплярами. Если принять точку зрения, что новый таксон (*Dinocysts* sp. A) является аналогом указываемых из скважин хр. Ломоносова удлиненных и крупных морфотипов *Operculodinium* cf. *microtriainum* (изображений которых, к сожалению, не приведено) [8] и верхняя граница распространения которых ограничена керном 60X, то стратиграфическое положение изученных отложений лагуны Нерпалах отвечает средней части литокомплекса 2 (кern 62X–60X).

Комплекс диноцист с частой встречаемостью мелких перидиниоидных диноцист, присутствием *Operculodinium* spp., *Charlesdowniea stellata* (Damassa) Lentin et Vozzhennikova, *Phthanoperidinium* и др. известен из Franklin Bluffs Member северного склона Аляски [11]. Возраст Franklin Bluffs Member принимается американскими учеными как ипр–?ранний лютет [11, 13].

Близкий к выявленному комплекс диноцист выявлен в толще Taglu запада моря Бофорт и датируется ранним–средним эоценом [10]. Важно отметить, что виды, установленные в разрезе лагуны Нерпалах, в разрезе скважины E-56 встречены непосредственно ниже акме *Azolla*, совместно с комплексом фораминифер раннего эоцена [10]. Уровень акме *Azolla* установлен и на хр. Ломоносова в литокомплексе 2. В нашем материале оно не было установлено и, вероятно, обусловлено частотой отбора проб, поэтому остается неясным какой части этих толщ (до акме или после) отвечают отложения лагуны Нерпалах.

Что касается возраста литокомплекса 2 на хребте Ломоносова, то существует несколько точек зрения. По мнению одних он среднеэоценовый [8], других — лютетский [1], либо — поздний ипр–основание лютета [14]. Корреляция комплексов диноцист хребта Ломоносова, формации Franklin Bluffs Member Аляски, толщи Taglu моря Бофорта, показывает, что на данный момент изученности раннепалеогеновых диноцист в арктическом регионе, верхним возрастным пределом их распространения является ранний лютет, и достоверных отложений верхнего лютета-бартона не установлено. Во всех цитируемых разрезах выше этого уровня фиксируется перерыв, как минимум до среднего миоцена. Таким образом, принимая во внимание комплекс биостратиграфических и геологических данных по разрезам Арктики, континентальные отложения восточного берега лагуны Нерпалах датируются нами ипром, а морские отложения южного берега лагуны Нерпалах — верхним ипром–(?)ранним лютетом.

Систематическая часть.

Charlesdowniea stellata-tenuivirgula (рис. 2, фиг. 5–8, 10). Встреченные цисты имеют морфологические признаки двух видов *Charlesdowniea stellata* и *Ch. tenuivirgula* (Williams et Downie) Lentin et Vozzhennikova. Строение эктофрагмальных трабекул присуще виду *Ch. stellata*, однако общие очертания и характер строения боковых и апикального выростов сближает их с *Ch. tenuivirgula*.

Dinocysts sp. A. (рис. 2, фиг. 9, 12–13). Циста гоноулакоидная, хоратная, с удлинено-овальным центральным телом. Акаватная. Паратабуляция неясна, выражена положением археопиля и цингулюма. Эпициста равна гипоцисте. Выросты длинные, прямые, дистально закрытые; окончания выростов слегка сужаются и заканчиваются 5–6 маленькими, изогнутыми шипиками. Выросты расположены в апикальной и антапикальной областях и отсутствуют вдоль парацингулюма. Автофрагма микроретикулятная, размер сетки немного больше около оснований выростов. Археопиль прецингулярный, тип P3'', оперкулум свободный. Общая длина цисты (с выростами) 100–120 мкм, ширина — 80–100 мкм. Длина выростов 22–30 мкм.

Senegalinium-group. (рис. 2, фиг. 1, 3–4, 11, 14–15). В группу объединены цисты *Senegalinium obscurum* (Drugg) Stover et Evitt и близкие морфотипы мелких перидиниоидных цист.

Работа поддержана РФФИ, грант № 09-05-00210.

Литература

1. Ахметьев М. А., Запорожец Н. И., Яковлева А. И. и др. Сравнительный анализ разрезов и биоты морского палеогена Западной Сибири и Арктики // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2010. Т. 18, № 6. С. 78–103.
2. Гриненко О. В., Жарикова Л. П., Фрадкина А. Ф. и др. Палеоген и неоген Северо-Востока СССР. Якутск: ЯНЦ СО АН СССР, 1989. 184 с.
3. Косько М. К., Бондаренко Н. С., Непомилуев В. Ф. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:200000. Серия Новосибирские острова. Листы Т-54-XXXI, XXXXII, XXXXIII; S-53-IV, V, VI, XI, XII; S-54-VII, VIII, IX, XIII, XIV, XV. Объяснительная записка. М.: Мингео, 1985. 162 с.
4. Косько М. К., Непомилуев В. Ф. Государственная геологическая карта СССР. Масштаб 1:200000. Серия Новосибирские острова. Листы S-54-I, II, III. Л.: ВСЕГЕИ, 1982.
5. Труфанов Г. В., Белоусов К. Н., Вакуленко А. С. Материалы к стратиграфии кайнозойских отложений Новосибирского архипелага // Континентальные третичные толщи Северо-Востока Азии. Новосибирск: Наука, 1979. С. 30–40.
6. Фрадкина А. Ф. Палиностратиграфия палеогеновых и неогеновых отложений Северо-Востока России. Новосибирск: ОИГГМ СО РАН, 1995. 82 с.
7. Фрадкина А. Ф., Труфанов Г. В., Вакуленко А. С. Эоцен Новосибирских островов // Континентальные третичные толщи Северо-Востока Азии. Новосибирск: Наука, 1979. С. 22–30.
8. Backman J., Moran K., McInroy D. B., Mayer L. A. and the Expedition 302 Scientists. Proc. IODP, 302: Edinburgh (Integrated Ocean Drilling Program Management International, Inc.). doi:10.2204/iodp.proc.302.104. 2006.

9. Bujak J. P., Fisher M. J. Dinoflagellate cysts from the Upper Triassic of arctic Canada // *Micropaleontology*. 1976. Vol. 22, №1. P. 44–70.

10. Dietrich J. R., Dixon J., McNeil D. H. et al. The geology, biostratigraphy and organic geochemistry of Natsek E-56 and Edlok N-56 wells, western Beaufort Sea // *Current research, Part G. Geol. Survey of Canada. Paper 89–1G*. 1989. P. 133–157.

11. Frederiksen N. O., Edwards L. E., Ager T. A., Sheehan T. P. Palynology of Eocene Strata in the Sagavanirktok and Canning Formations on the North Slope of Alaska // *Palynology*. 2002. Vol. 26. P. 59–93.

12. Zaklinskaya E. D. Paleogene flora of the Novosibirsk Islands based on palynological data. *Pollen et Spores*. 1980. Vol. XXII, №1. P. 67–84.

13. Mull C. G., Houseknecht D. W., Bird K. J. Revised Cretaceous and Tertiary Stratigraphic Nomenclature in the Colville Basin, Northern Alaska. U.S. Geological Survey Professional Paper 1673. 2003. 60 p.

14. Radionova E. P. Analysis of diatom assemblages of the terminal Ypresian – beginning of the Lutetian in the Northern Peri-Tethyan and Subarctic regions // *Abstracts of 4th Joint Meeting of the Silicofossil & Palynology Groups of the Micropaleontol. Society. Norway, 2011.* www.nhm.ac.uk/hosted-sites/tms/index.htm

15. Jansonius J. Palynology of Permian and Triassic sediments, Peace river area, Western Canada // *Palaeontographica*. 1962. Band 110. Abt. B. P. 35–98.

ЛЕСНЫЕ СТАДИИ В ИСТОРИИ БОЛОТ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «РУССКИЙ СЕВЕР»

Н. Б. Афанасьева

Череповецкий государственный университет, Череповец; astnat@yandex.ru

Работа подготовлена по материалам полевых геоботанических и палеоэкологических исследований, проводимых с 1990-х годов в Кирилловском районе Вологодской области на территории созданного здесь Национального парка «Русский Север». Приведены данные о реконструкции истории лесов исследуемой территории, полученные по результатам спорово-пыльцевого анализа и ботанического анализа макроостатков в торфе.

Национальный парк «Русский Север» расположен на западе Вологодской области. Принадлежащая ему территория Белозерско-Кирилловских гряд богата небольшими озерами и заболоченными межхолмными понижениями, в которых хорошо сохранились нетронутые торфяные и сапропелевые отложения голоценового возраста. Это делает возможным проведение здесь полноценных комплексных исследований по истории растительности.

Наше изучение растительного покрова Национального парка состояло из флористических, геоботанических и палеоботанических работ. Основные материалы по истории растительности были получены методом спорово-пыльцевого анализа. Как вспомогательный метод использовался ботанический анализ торфа [1, 2].

По макроостаткам полутора сотен образцов торфа из девяти пробуренных скважин зафиксированы лесные стадии, которые проходили местные болота, детально прослежена история облесения и деградации леса на исследуемых участках. В семи залежах обнаружены слои древесного или древесно-топяного торфа, показывающие, что многие моховые болота изучаемой территории в прошлом проходили стадии облесения. В типичном случае это был так называемый «вторичный болотный лес», появившийся на заторфованных минеральных и сапропелевых грунтах после формирования приемлемых для древесных пород дренажных условий в результате накопления торфа [3, 4]. Реже это были начальные стадии развития лесных болот («первичный болотный лес»).

При верховом заболачивании песчаного грунта, бедного элементами минерального питания, лесная ста-

дия в истории болота была кратковременна. Более продолжителен этот период был на более богатом субстрате, где заболачивание шло через древесный переходный фитоценоз. При заболачивании же на глинистом грунте лес занимал большую часть времени в истории торфяника.

Из древесных пород, доминировавших на лесных болотах, наиболее часто встречалась ель. Сосна и береза отмечались реже. Черноольховые заросли были обнаружены только в одном пункте бурения.

Обзор выявленных лесных фаз в истории болот Национального парка «Русский Север» свидетельствует о ведущей роли местных почвенно-гидрологических условий [5], как основной причины существования здесь облесенных болот.

Литература

1. Афанасьева Н. Б. Палинологические исследования в Национальном парке «Русский Север» // *Материалы научно-практической конференции, посвященной 15-летию Национального парка «Русский Север»*. Кириллов, 2007. С. 5–7.

2. Афанасьева Н. Б. История лесной растительности Национального парка «Русский Север». Вологда: Садовый город, 2010. 173 с.

3. Пьявченко Н. И. Лесное болотоведение. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 192 с.

4. Пьявченко Н. И. Торфяные болота, их природное и хозяйственное значение. М.: Наука, 1985. 152 с.

5. Хотинский Н. А. Лесные фазы на верховых болотах в голоцене // *Лесоведение*. 1968. № 3. С. 91–95.

ПАЛИНОСТРАТИГРАФИЯ ГОЛОЦЕНОВОГО ТОРФЯНИКА ПЕРВОЙ НАДПОЙМЕННОЙ ТЕРРАСЫ РЕКИ ДЕМЬЯНКА

А. В. Ахтерьякова

Томский государственный университет, Томск; ava_tomsk@mail.ru

В статье представлены уточненные результаты комплексного изучения Торфяного яра на р. Демьянка (правый приток Иртыша). Формирование отложений яра происходило в трех литофациальных условиях: русло—старица—болото. Торф начал накапливаться около восьми тысяч лет назад. По результатам спорово-пыльцевого анализа выделено семь палинозон.

Введение

Бассейн р. Демьянка является одним из наименее изученных районов центра Западно-Сибирской равнины. Ранее проводимые исследовательские работы затрагивали в основном долины рек Обь и Иртыш [2—5, 7 и др.].

В 2008 г. в ходе совместной палеонтолого-стратиграфической экспедиции (рис. 1) «Музея Природы и Человека» (г. Ханты-Мансийск) и Томского государственного университета был описан ряд разрезов [8]. В данной работе приводятся результаты исследований разреза первой надпойменной террасы (I Н.Т.).



Рис. 1. Обзорная карта района работ. Треугольником на рисунке обозначено местоположение, исследованного яра

Материал и методика

Материалом для изучения послужили 23 образца, отобранные из разреза Торфяного яра. Техническая обработка образцов проводилась по стандартной методике В. П. Гричука.

При микроскопическом исследовании минимально насчитывалось 190 пыльцевых зерен, максимально 1764 (рис. 2).

Результаты и обсуждение

Торфяной яр является I Н.Т. и расположен на левобережье р. Демьянка (Тюменская обл., Уватский район), ниже по течению от устья р. Уйма (N 59°30,888'; E 70°46,181' — замер по GPS) (рис. 1). Описание раз-

реза проведено от уреза воды (альтитуда ~ 38 м) в средней части яра [8].

1. Песок кварцевый средне-, мелкозернистый светло-, желтовато-серый с единичной галькой (до 6 см) и прослоями растительного детрита. Мощность (М.) более 2 м. Кровля четкая с падением по аз. ~ 125°, под углом ~ 12°. Отложения, по-видимому, перекрыты с перерывом.

2. Глина темная голубовато-, зеленовато-серая, вязкая, водоупорная. М. ~ 3 м. Кровля нечеткая, но ясная, горизонтальная. Отложения перекрыты без видимого несогласия.

3. Глина темная зеленовато-коричневая с растительным детритом (корешки и семена). Истинная мощность (И.м.) ~ 0.4 м. Кровля нечеткая, но ясная. Отложения, по-видимому, перекрыты согласно.

4. Тонкослойчатые отложения: светло-серая, голубоватая глина с растительным детритом, переходящая в веточный, листовый и моховой торф со слоями светло-серой глины. И.м. слоя ~ 0.4 м. Отложения перекрыты без видимого несогласия.

5. Глина светло-серая, голубоватая, тонко-слойчатая с прослоями и слоями мохово-веточного торфа (до 30 % объема слоя) желтого и коричневого цвета. И.м. слоя ~ 1 м. Кровля нечеткая, но ясная. Отложения, по-видимому, перекрыты согласно.

6. Торф, преимущественно моховой (на свежем срезе часто желто-коричневый), с ветками и стволами деревьев (в интервале 1.5 — 2.5 м от подошвы — сплошные стволы с максимальным диаметром 15 см). М. ~ 4 м (наверху — современное сфагновое болото с угнетенными соснами, багульником и т.д.).

Анализ разреза позволяет выделить две разновозрастные пачки. Пачка 1 (нижняя часть разреза, видимой мощностью более 2 м) соответствует русловым осадкам. Пачка 2 (слои 2 — 6; мощность ~ 8.8 м) формировалась сначала в старичных, а затем в болотных условиях [8].

Радиоуглеродный анализ

Радиоуглеродный анализ образцов показал следующие значения абсолютного возраста: торф кровли (0.1 м) слоя 4 — 7080 ± 50 лет (Le-8659), торф подошвы (0.1 м) слоя 6 — 6210 ± 35 лет (Le-8658), древесина середины (2.4 м выше подошвы) слоя 6 — 2440 ± 50 лет (Le-8662) [8].

Палинологический анализ

В отложениях определено более 50 таксонов. По результатам анализа построена спорово-пыльцевая диаграмма (рис. 2). Исходя из изменения состава основных компонентов и процентного содержания спор и пыльцы в спорово-пыльцевых спектрах (СПС) выделено семь

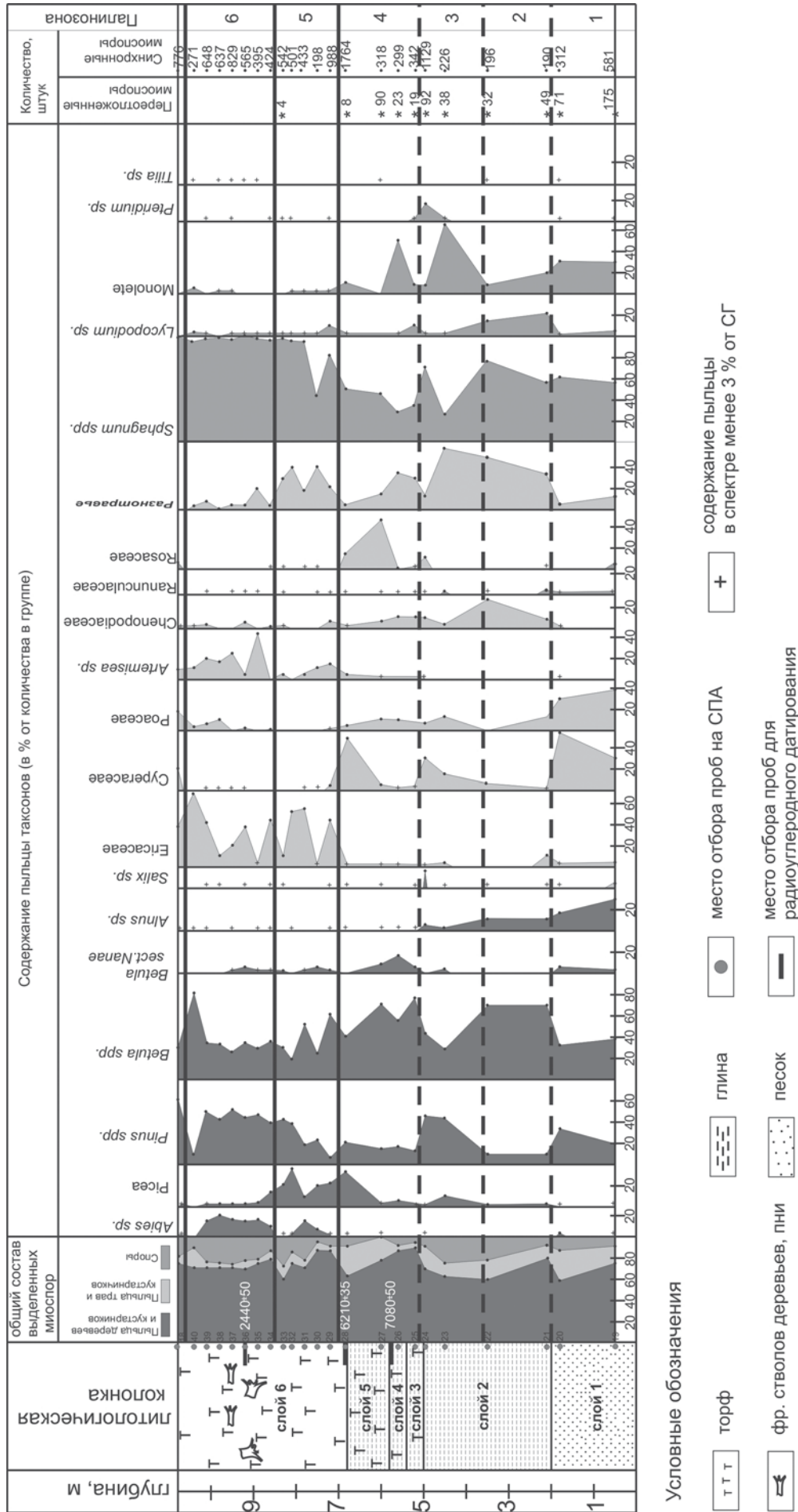


Рис. 2. Слово-пыльцевая диаграмма Торфяного Яра

палинозон, соответствующих лесным ландшафтам (содержание пыльцы группы деревьев и кустарников превышает 60 % от общего СПС).

ПАЛИНОЗОНА 1 — (слой 1). Сосново-березовый лес с ольхой и кустарниковой березой. По разрезу наблюдается самое высокое содержание пыльцы ольхи в спектре (30 % от состава группы (СГ). К концу интервала в СПС появляется пыльца маревых. Из микрофитофоссилий присутствуют диатомеи центрического и пеннатного типа, гифы грибов. Редко встречаются колонии зеленых водорослей — *Pediastrum* sp.

ПАЛИНОЗОНА 2 — (нижняя половина слоя 2). Хвойно-мелколиственный лес. Пыльца березы в спектре доминирует (более 60 % от СГ). В СПС уменьшается доля осоковых и злаковых (с 50–3 %, 40–20 % соответственно), содержание же плаунов возрастает (~ 3–20 %). Из микрофитофоссилий в отложениях отмечаются диатомовые водоросли центрического типа, колонии зеленых водорослей, плодовые тела и гифы грибов.

ПАЛИНОЗОНА 3 — (верхняя половина слоя 2 — подошва слоя 3). Березово-сосновый лес с елью и ольхой. Зона выделяется по смене эдификатора. В СПС доминирует пыльца сосны (более 40 % от СГ). Доля сфагновых мхов сокращается с 76 (зона 2) до 34 %. Травы представлены обильно (~ 30 % от общего СПС). Микрофитофоссилии представлены колониями зеленых водорослей, грибами, диатомовыми водорослями центрического типа, спорулами губок.

ПАЛИНОЗОНА 4 — (кровля слоя 3 — подошва слоя 6). Хвойно-мелколиственный лес. Снова происходит смена доминирующего таксона. В СПС преобладает пыльца березы (более 40 % от СГ), при меньшем участии сосны (~ 20 % от СГ) и ели (от 3–30 % от СГ). Содержание пыльцы ели и сфагновых мхов в СПС вверх по разрезу увеличивается.

ПАЛИНОЗОНА 5 — (нижняя часть слоя 6, за исключением подошвы). Зона характеризуется развитием темнохвойной тайги. Пыльца березы, сосны и ели присутствует в относительно равных количествах. Из элементов темнохвойной тайги доминирует ель. В средней части описываемого интервала содержание пихты достигает ~ 20 % от СГ, а к концу сокращается до 3 %. Содержание вересковых в СПС увеличивается вверх по разрезу. К концу рассматриваемого интервала происходит сукцессия ели пихтой. В группе споровых доминирует сфагнум (44–90 % от СГ).

ПАЛИНОЗОНА 6 (верхняя часть слоя 6) — В формировании данного СПС подавляющее большинство принадлежит элементам темнохвойной тайги. На протяжении всего отрезка времени наблюдается достаточно устойчивое процентное содержание основных компонентов в спектре. Вересковые и полынные доминируют в СГ. Доля сфагнума в СПС высокое (~ 96–99 %). В целом состав разнотравья весьма беден. Зона характеризуется постоянным присутствием в спектре единичных зерен липы (*Tilia* sp.).

В конце рассмотренного интервала, на глубине ~ 0.4 м от кровли слоя 6, отмечается резкое изменение в СПС доли основных компонентов. Уменьшается содержание элементов темнохвойной тайги (с 60–15 %), наряду с увеличением доли березы в СПС (с 35–80 % от СГ). Вероятно, такое резкое изменение состава доминирую-

щих таксонов связано с пожаром, произошедшим в это время. В подтверждение вышесказанного выступают углистые примазки, отмечаемые в данном интервале разреза торфяника.

ПАЛИНОЗОНА 7 — современный этап (кровля слоя 6). Березово-сосновый лес. Из полевых наблюдений видно, что сейчас идет восстановление темнохвойной тайги (в подлеске обильно распространены кедр, ель и пихта).

Возраст палинозоны 1 является вопросом дискуссионным. Накопление палинозоны 2 (рис. 2), вероятно, происходило в бореальный период. В это время получили развитие сосново-березовые леса с ольхой. Третья и четвертая палинозоны сопоставляются с атлантическим периодом голоцена. Ранняя атлантика характеризуется развитием березово-сосновых, средняя — елово-сосново-березовых лесов. С палинозоны 5, где широкое распространение в СПС получила пыльца ели, начинается развитие темнохвойной тайги, которое продолжается и в следующей зоне. Формирование пятой и шестой палинозон происходило, по-видимому, с конца атлантического периода по субатлантику.

Заключение

Выделенные палинозоны, в целом, характеризуют фазы развития растительности, сходные с отраженными на диаграммах других голоценовых торфяников Западно-Сибирской равнины [1–7 и др.]

Суммируя полученные данные по литологическому, стратиграфическому, радиоуглеродному и палинологическому анализу Торфяного яра можно предположить, что между временем накопления палинозон 1 и 2 существовал перерыв в осадконакоплении. Таким образом, возраст подстилающих отложений яра достоверно определить не представляется возможным. Палинозоны со 2–7 накапливались, по-видимому, во временной интервал голоцена. Торфообразование началось около восьми тысяч лет назад.

Автор выражает благодарность А. С. Резвому (“Музей Природы и Человека”, г. Ханты-Мансийск) и Г. М. Татьянину (Томский государственный университет (ТГУ) за помощь в проведении полевых и лабораторных исследований соответственно. Отдельные слова благодарности хочется выразить С. В. Лещинскому, Е. М. Буркановой, О. Н. Костеша, С. Н. Бабенко (ТГУ) за ценные замечания при написании работы.

Исследования поддержаны грантом РФФИ (№ 09-04-00663-а) и ГУ “Музей Природы и Человека” (г. Ханты-Мансийск).

Литература

1. Антипина Т. Г., Панова Н. К. Динамика растительности и болотообразовательного процесса в верховьях реки Конды в голоцене // Фундаментальные проблемы квартара: итоги изучения и основные направления дальнейших исследований: Материалы VI Всероссийского совещания по изучению четвертичного периода. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. С. 41–43.
2. Архипов С. А., Волкова В. С. Геологическая история, ландшафты и климаты плейстоцена Западной Сибири. Новосибирск: НИЦ ОИГГМ СО РАН, 1994. 105 с.

3. *Архипов С. А., Фирсов Л. В., Панычев В. А., Орлова Л. А.* Новые данные по стратиграфии и геохронологии террас Средней Оби // Плейстоцен Сибири и смежных областей. М.: Наука, 1973. С. 21–33.

4. *Волков И. А., Гуртовая Е. Е., Фирсов Л. В. и др.* Строение, возраст и история формирования голоценового торфяника у С. Горно-Слинкино на Иртыше // Плейстоцен Сибири и смежных областей. М.: Наука, 1973. С. 34–39.

5. *Волкова В. С.* Четвертичные отложения низовьев Иртыша и их биостратиграфическая характеристика. Новосибирск: Наука, 1966. 175 с.

6. *Волкова В. С., Хазина И. В.* Ландшафты и климат лесной и лесостепной зон Западной Сибири // Палинология: стратиграфия и геоэкология. Сборник научных

трудов XII Всеросс. палинол. конф. СПб.: ВНИГРИ, 2008. Т. II. С. 91–96.

7. *Левина Т. П.* Развитие растительности в низовьях Енисея и средней Оби в голоцене // Палеопалинология Сибири: статьи советских палинологов к V Международной палинологической конференции (Кембридж, Англия, 1980). М.: Наука, 1980. С. 128–132.

8. *Лещинский С. В., Ахтерякова А. В., Лулева Д. Е. и др.* Условия и время формирования надпойменных террас р. Демьянка (центр Западной Сибири) // Фундаментальные проблемы квартера: итоги изучения и основные направления дальнейших исследований: Материалы VI Всероссийского совещания по изучению четвертичного периода. Новосибирск: изд-во СО РАН, 2009. С. 362–365.

ПАЛИНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МАЙКОПСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ (ОЛИГОЦЕН—НИЖНИЙ МИОЦЕН) ЮГО-ВОСТОЧНОГО ОКОНЧАНИЯ БОЛЬШОГО КАВКАЗА

Ш. Ш. Байрамова

Институт геологии НАН Азербайджана, Баку; shafaqbayram@rambler.ru

Изучены спорово-пыльцевые комплексы майкопской серии и составлена диаграмма их стратиграфического распределения на примере типового разреза Перекишкюль Юго-Восточного окончания Большого Кавказа. Выделены четыре палинозоны, приуроченные хадуму (ранний рюпель), нижнему (поздний рюпель и ранний хатт), позднему хатт и верхнему (кавказский век) майкопу. По выделенным палинозонам даны подробные палинологические характеристики спорово-пыльцевых комплексов, восстановлены палеогеографические условия осадконакопления вмещающих отложений.

На Юго-Восточных окончаниях Большого Кавказа, отложения майкопской серии разделяются на два отдела: нижний и верхний. Разрез у села Перекишкюль расположен на юго-восточном крыле Восточно-Джангинской синклинали и литологически представлен чередованием глинистых и песчано-глинистых слоев (от серых до бурых) слоистой и массивной структуры местами псаммитовых с редкими выцветами ярозита, общей мощностью 651.5 м.

Палинологическим исследованиям подверглись 15 образцов взятых из разреза Пирекишкюль, которые обрабатывались методикой мацерации. Полученные результаты позволили составить диаграмму стратиграфического распространения растительности (см. рисунок), восстановить палеогеографические условия осадконакопления и выделить четыре палинозоны.

Характерным для всего спорово-пыльцевого спектра разреза Перекишкюль является преобладание пыльцы древесных растений до 90–95 %. Споры составляют 5–10 %.

В группе древесных доминирует пыльца покрытосеменных растений — 74 %, пыльца голосеменных находится в подчиненном положении до 18 % [2]. Среди покрытосеменных растений преобладает пыльца семейства Fagaceae (*Fagus* — 17 %, *Quercus* — 11 %, *Castanea* — 8 %) и Juglandaceae (*Juqlans* — 27 %, *Carya* — 5 %, реже пыльца *Pterocarya*, *Engelhardtia*). В верхней части разреза увеличивается содержание пыльцы семейства

Betulaceae, представленное пыльцой *Betula*, *Alnus*, *Corulus*, *Carpinus*. Пыльца остальных покрытосеменных (*Tilia*, *Acer*, *Salix*, *Ulmus*, *Morus*, *Myrica*), встречается спорадически, присутствует пыльца вечнозеленых тропических и субтропических растений: *Palmae*, *Sarococca*, *Laurus*, *Magnolia*, *Rhus*.

Среди голосеменных доминантами являются представители семейств Taxodiaceae (*Taxodium*, *Sequoia*) и Pinaceae (*Picea*, *Pinus*, *Tsuga*, *Abies*, *Cedrus*, *Larix*), также встречена пыльца семейств Cupressaceae, Podocarpaceae, Ephedraceae, Ginkgoaceae.

Единичные споры представлены семействами Polypodiaceae, Osmundaceae, Cyatheaceae, Sphagnaceae.

В спорово-пыльцевом комплексе разреза Перекишкюль выделяются четыре палинологические зоны:

Палинозона I. Хадумский горизонт (ранний рюпель) основание нижнего майкопа выделен в интервале образцов 1 и 2. Общая мощность 36 м. Характерным для этого комплекса является преобладание среди пыльцы покрытосеменных семейства Fagaceae (35 %), представленного *Fagus* (18 %), *Quercus* (11 %), *Castanea* (6 %). Разнообразна и пыльца семейства Juglandaceae (22 %): *Juqlans* sp. (11 %), *Juqlans polyporata* Vojcel (3 %), *Carya* (4 %), *C. spackmania* (2 %), *Engelhardtia* (2 %). Семейство Betulaceae представлено единичными зёрнами *Betula*, *Alnus*, *Corylus*, *Carpinus*. В незначительном количестве найдена пыльца *Tilia*, *Palmae*, *Magnoliaceae*, *Moraceae*, *Myrica*.

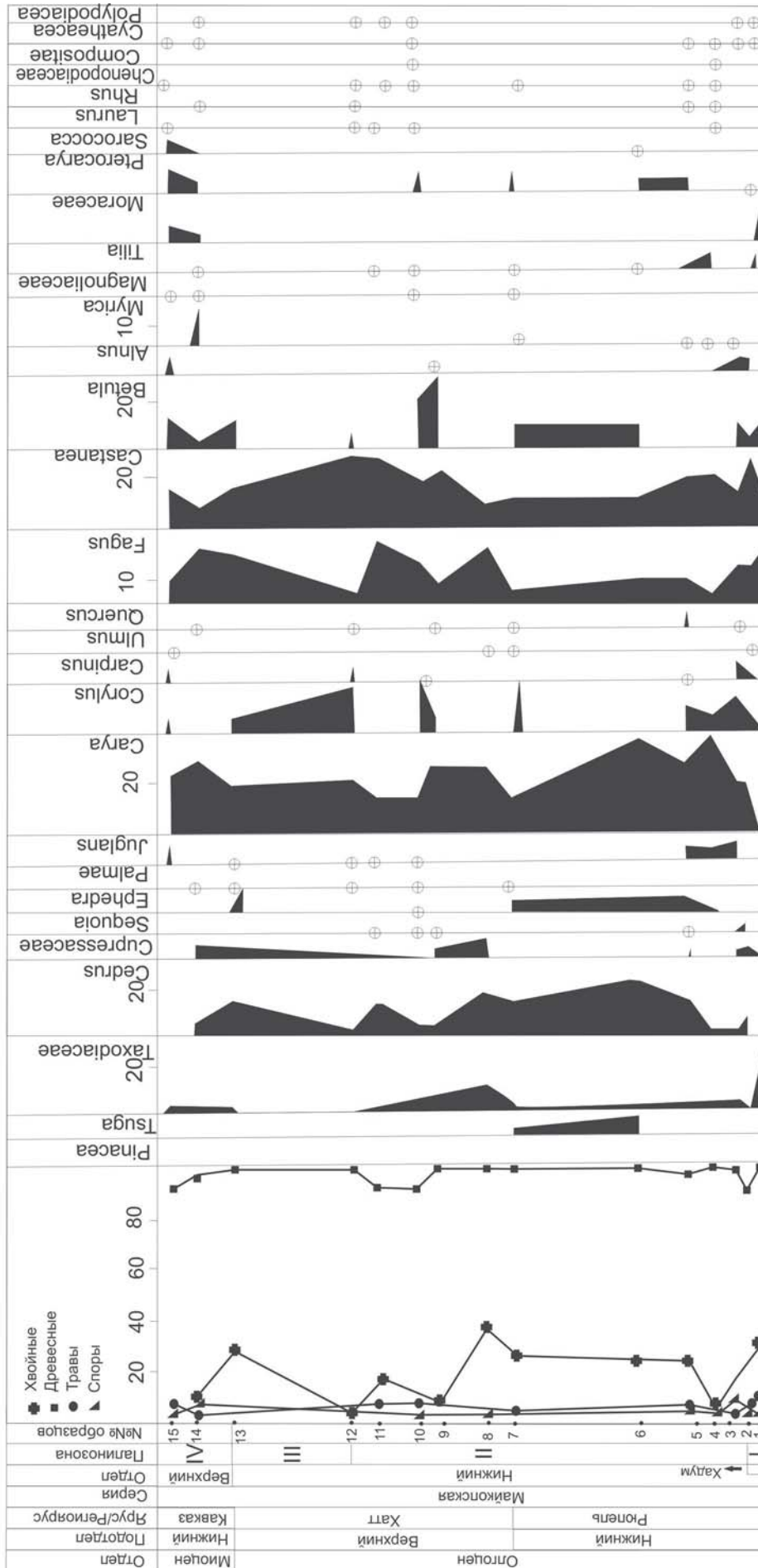


Диаграмма процентного распределения спор и пыльцы в отложениях майкога

Среди голосеменных растений преобладает пыльца *Tsuga*, *Cedrus*, с участием *Taxodium*, *Abies*, *Larix*, *Cupressaceae*. Пыльца *Pinus* и *Picea* отсутствует.

Таксономический состав палинофлоры свидетельствует о широком распространении широколиственных буковых лесов, с участием грецкого ореха, дуба гикори, каштана и подлеском из граба и лещины [4]. Полидоминантные хвойно-широколиственные леса располагались по верхней границе лесного пояса и были образованы как широколиственными, так и хвойными породами — *Cedrus*, *Abies*, *Tsuga*, *Larix*. Самостоятельных лесов хвойные в хадуме не образовывали. Вдоль русел рек и на равнинах, на более увлажненных и дренированных почвах, развивались приречные и низинные леса из *Alnus*, *Taxodium*, *Ulmus*, *Morus*, с участием пальм. Субтропические вечнозеленые леса с участием *Magnoliaceae* распространялись по влажным склонам гор и в ущельях.

Присутствие в спектрах элементов субтропической и тропической флоры (*Magnoliaceae*, *Palmae*) свидетельствует о более высоком температурном режиме в это время. Летние температуры незначительно превышали современные на 2–3 °С, зимние были выше на 10–12 °С, среднегодовые не ниже 20 °С [3]. Количество осадков составляло не менее 1000–1500 мм, так как представители семейства таксодиевых (*Taxodiaceae*), могут произрастать лишь в условиях высокой влажности воздуха и почвы при отсутствии сухого сезона.

Палинозона II. Нижний майкоп (Поздний рюпель и хатский ярус). Зона выделена в интервале образцов 3–11. Общая мощность 544.5 м. Этот комплекс отличается богатым видовым и количественным составом. Впервые здесь отмечена пыльца травянистых растений *Chenopodiaceae*, пыльца вечнозеленого кустарника *Sarcococca* и споры древовидных папоротников *Syatheaceae*.

Среди голосеменных растений преобладает пыльца *Taxodium*, *Tsuga*, немногим меньше — *Cupressus*, *Sequoia* и в небольшом количестве отмечена пыльца, *Pinus*, *Picea*, *Ginkgo*.

В группе покрытосеменных доминирует *Juglans* наряду с *Fagus* (*Fagus orientalis* Lipsky, *F. tenella*, *F. japonica* Maxim.) и *Quercus rex* Hemsl. Отмечается наибольшее на протяжении всего спектра содержание пыльцы *Magnoliaceae*, *Palmae*, *Laurus*

Палинофлора этой зоны характеризуется увеличением процентного соотношения и разнообразия пыльцы и спор субтропических (*Laurus*, *Sarcococca*) и тропических (*Syatheaceae*) пород.

На исследуемой территории в это время наряду с теплоумеренными ореховыми, буковыми и дубово-гикориевыми лесами произрастали жестколистные вечнозеленые леса средиземноморского типа из лавра, магнолии, саркококи (вечнозеленый кустарник из семейства *Vuxaceae*). Подлесок во влажных лесах образовывали различные виды папоротников (*Polypodiaceae*, *Osmundaceae*) в том числе и тропические древовидные (*Syatheaceae*), споры которых впервые появляются в отложениях этого горизонта.

Разнообразие хвойных пород в полидоминантных хвойно-широколиственных лесах обогащается представителями рода секвойя (*Sequoia*) и гинкго (*Ginkgo*). Секвойя — монотипный род вечнозеленых хвойных

деревьев семейства таксодиевых (*Taxodiaceae*), требователен к влажности почвы и воздуха. Сохранился в настоящее время лишь в штате Калифорния на западном побережье Северной Америки. Гинкго — одно из немногих листопадных голосеменных растений, единственный представитель, которого *гинкго двулопастной* (*Ginkgo biloba*) в естественных условиях сохранился ныне на небольшой территории в Восточном Китае, где он образует леса с хвойными и широколиственными породами.

Низинные влажные и заболоченные леса вдоль побережий и рек, тоже получают большее распространение. Здесь увеличивается количества пыльцы таксодиевых (*Taxodiaceae*) до 12 % и ильмовых (*Ulmaceae*). Пальмы продолжают оставаться компонентом побережий.

Наряду с увеличением представителей влажных местообитаний, для данного комплекса в нижнем майкопе впервые отмечается пыльца представителей ксерофитных местообитаний, как среди трав — маревые (*Chenopodiaceae*), кустарничковых — эфедра (*Ephedra*), так и древесных — сумах (*Rhus*) пород. Это явилось следствием, нарастающего процесса горообразования альпийской складчатости, который способствовал увеличению площади островной суши Большого Кавказа и высотной дифференциации ландшафтных поясов. Впервые появляются открытые пространства занятые разреженными светлыми лесами типа саванн.

Состав растительности свидетельствует о повышении температур по сравнению с хадумским временем, в условиях большой атмосферной влажности, а во внутренних районах начинает проявляться процесс аридизации.

Это распределение растительности сохраняется на протяжении всего нижнего майкопа с небольшими преобладаниями тех или иных родов.

Палинозона III. Верхи нижнего майкопа (Поздний хатт). Охватывает интервал мощностью 119.4 м (обр. 12–13). Здесь происходит сокращение пыльцы широколиственных пород *Juglans*, *Quercus*, *Fagus*, *Carya* и увеличените пыльцы *Castanea*. Пыльца субтропических и тропических видов отсутствует. Среди хвойных пород возрастает роль *Taxodium*, *Cedrus*. В растительности продолжают преобладать ореховые и буковые леса с расширением низинных заболоченных формаций.

Палинозона IV. Низы верхнего майкопа (Кавказский век). Зона выделена в интервале образцов 14–15. Общая мощность 63 м. Комплекс отличается увеличением участия в спектрах пыльцы семейства *Betulaceae* (11 %), приходящейся в основном на *Alnus* (6 %), *Betula* (3 %). Увеличивается процентное содержание пыльцы *Juglans* sp. (16 %), *Juglans polyporata* Vojcel (5 %), *Pterocarya* sp. (3 %). Встречена единично пыльца *Juglans magna* Voitzova., *J. dahurica* Pall. Доминирует в комплексе пыльца семейства *Fagaceae* (29 %), представленная *Fagus* (10 %), *Quercus* (14 %), *Castanea* sp. (3 %), *C. erenata sieb* at Jues. (2 %). Присутствие пыльцы голосеменных, в основном *Taxodium*, уменьшается до 3 %.

Разнообразие растительных сообществ верхнего майкопа (обр. 15) сходно с распределением их в начале и середине нижнего майкопа, что говорит о сходстве их климатических условий. Однако в составе растительно-

сти наряду с субтропическими, появляются новые представители теплоумеренной листопадной флоры «тургайского типа» — береза (*Betula*), ольха (*Alnus*), граб (*Carpinus*), лещина (*Corylus*) [1].

Таким образом, установленные спорово-пыльцевые комплексы майкопских отложений позволяют выделить следующие четыре этапа в развитии растительности и климата, существовавшие на прилегающих участках суши в районе южных склонов Большого Кавказа.

Ранний рюпель (хадумский горизонт) — в условиях высокого температурного режима и равномерного распределения осадков в течение года преобладали теплоумеренные горные буковые, ореховые и полидоминантные хвойно-широколиственные леса, а вдоль побережья заболоченные формации с болотным кипарисом и пальмами.

Поздний рюпель и хатский ярус — наряду с горными широколиственными лесами получают распространение субтропические лавровые вечнозеленые леса с участием тропических элементов. Климат соответствовал влажному субтропическому типу. Наряду с этим, появляются открытые пространства с травянистой ксерофильной растительностью, свидетельствующие об увеличении территории суши и нарастании континентальности климата.

Поздний хатт — происходит выпадение из состава растительности субтропических элементов флоры. Возрастает роль хвойных пород в составе смешанных лесов (секвойя, сосна, ель). Происходит понижения тем-

пературы, но режим увлажнения продолжает оставаться высоким, не менее 1000 мм в год.

Кавказский век — субтропические лавровые формации восстанавливают свое присутствие в растительном покрове наряду с одной стороны — появлением мезофильных пород (береза, ольха, граб), с другой — уменьшением роли хвойных пород. В климатических условиях проявляется сезонность в распределении температур и влаги.

Литература

1. Байрамова Ш. Ш. Палинологическая характеристика верхнемайкопских отложений разреза Шыхзагрили Шамаха-Гобустанского района // Новые направления исследований в науках о Земле: III Международная конференция молодых ученых и студентов. Баку, 2009. С. 34.
2. Байрамова Ш. Ш., Тагиева Е. Н. Палиностратиграфия и палеогеография майкопа Абшеронского района (по разрезу Перекишкюль) // Стратиграфия и седиментология нефтегазоносных бассейнов. НАНА, Науки о Земле. Баку, 2009. С. 24—32.
3. Тагиева Е. Н. Эволюция природных условий Азербайджана в кайнозойе // Известия АН Азербайджана. Науки о земле. 2008. № 2. С. 106—116.
4. Шахбазова В. Г. Растительность и климат майкопского времени восточного Азербайджана по данным спорово-пыльцевого анализа // Сборник Азербайджанского палеонтологического общества. Баку, 2001. № 4. С. 119—123. (Тр. Ин-та геологии НАН Азербайджана).

СВИДЕТЕЛЬСТВА НЕСТАБИЛЬНОСТИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ГОЛОЦЕНА ЮГА ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

Е. В. Безрукова^{1,2}, П. П. Летунова^{1,2}, Н. В. Кулагина³

¹Институт археологии и этнографии СО РАН, Новосибирск; bezrukova@igc.irk.ru

²Институт геохимии СО РАН, Иркутск

³Институт земной коры СО РАН, Иркутск; kulagina@crust.irk.ru

В настоящей статье представлена динамика лесного типа растительности и двух его основных региональных комплексов (темнохвойных и светлохвойных лесов) как показателей изменения растительности и климата на основе сравнительного анализа нескольких высококорректируемых и адекватно датированных пыльцевых записей изменения природной среды юга Восточной Сибири в голоцене.

Результаты показали, что в целом вариации природной среды голоцена в регионе были довольно значительны, хотя их амплитуда выражена значительно слабее, чем это было характерно для глубоких изменений на протяжении последнего ледникового цикла. Сравнение времени и амплитуды вариаций природной среды голоцена на юге Восточной Сибири с климатическими записями из глобальных стратотипических разрезов ($\delta^{18}\text{O}$ из Гренландского льда и $\delta^{18}\text{O}$ из сталагмитов пещер Китая) показало, что изменчивость регионального климата и растительности находится в тесной связи с глобальными климатическими изменениями.

Несмотря на то, что климат голоцена (от 11.7 тыс. л. н. до настоящего времени) обеспечил рост и развитие современного общества, систематических знаний об изменчивости природной среды и климата этого периода на удивление не очень много. Многие палеоклиматические исследования последних десятилетий выявили значительные климатические сдвиги на протяжении последнего ледникового периода. Однако если мы хотим понять ос-

нову естественной изменчивости природы, на которую накладывается антропогенно-обусловленные климатические изменения, то тогда очень важно сконцентрировать наши усилия на изучении природной среды и климата более близкого к нам геологического прошлого. Для этого следует искать новые, высококачественные записи изменчивости природной среды на протяжении современного межледникового периода — голоцена.

В нашем сообщении мы представляем несколько пыльцевых высокоразрешающих и детально датированных записей изменения природной среды (ландшафтов и климата) голоцена на юге Восточной Сибири. Поскольку доминирующим типом растительности в Восточной Сибири в настоящее время является лесной, то представляется, что динамика лесного типа растительности и особенно, взаимоотношение двух основных составляющих его комплексов — темнохвойного и светлохвойного — может рассматриваться при палеогеографических реконструкциях как выразительный показатель изменчивости природной среды региона. Исследованные природные объекты расположены на разных побережьях озера Байкал или вблизи от него. Большая часть пыльцевых записей получена из отложений современных торфяников или донных осадков небольших озер. Отложения из всех разрезов датированы радиоуглеродным методом. Наряду с результатами пыльцевого анализа для этих же разрезов имеются результаты диатомового анализа или анализа ботанического состава торфа. Нижняя региональная граница голоцена определена на основании прямого датирования палеогеографических событий, записанных в отложениях малых озер [6]. Она датирована в 11.7–11.6 тыс. л. н. и находится в хорошем соответствии с ее хронологическим определением в глобальном стратотипическом разрезе из ледовых кернов Гренландии и других региональных записей [9].

Современный климат на юге Восточной Сибири, большая часть территории которой занята бассейном озера Байкал и его озерной котловиной, характеризуется как континентальный или на отдельных территориях даже как резко континентальный со значительными сезонными вариациями суммы атмосферных осадков и температурного режима [4]. Самый теплый месяц — июль, самый холодный — январь. Разница температур в течение года может достигать 70–75 °С, если учесть, что летом воздух прогревается до +35 °С, а зимой может охлаждаться до –40 °С. Горные хребты вокруг озера Байкал достигают 1700–2500 м над у. м., получая в год свыше 700 мм атмосферных осадков. Среднегодовая сумма атмосферных осадков в межгорных депрессиях и прибрежных подгорных равнинах (500–700 м над у. м.) составляет уже 250–300 мм. Эффект относительно низких сумм атмосферных осадков на лесную растительность в пределах низких гипсометрических уровней компенсируется невысокими летними температурами (14–16 °С) и низким испарением. Такие условия увлажнения благоприятны для существования лесного типа растительности (тайги) с господством летнезеленых (*Larix* — *Betula* — *Populus*), вечнозеленых (*Pinus sibirica*—*Picea obovata*—*Abies sibirica*) и эвритермных (*Pinus sylvestris*) хвойных и лиственных таксонов древесной растительности. Степные и лесостепные сообщества встречаются в форме интразональной растительности на ограниченной территории. Кустарниковые субальпийские сообщества (*Pinus pumila*—*Duschekia fruticosa*—*Betula middendorffii*) развиты преимущественно в верхних частях горных склонов выше 1800 м [5]. Горная тундра занимает значительные пространства на севере и северо-востоке Байкала. До настоящего времени влияние человека на региональную растительность

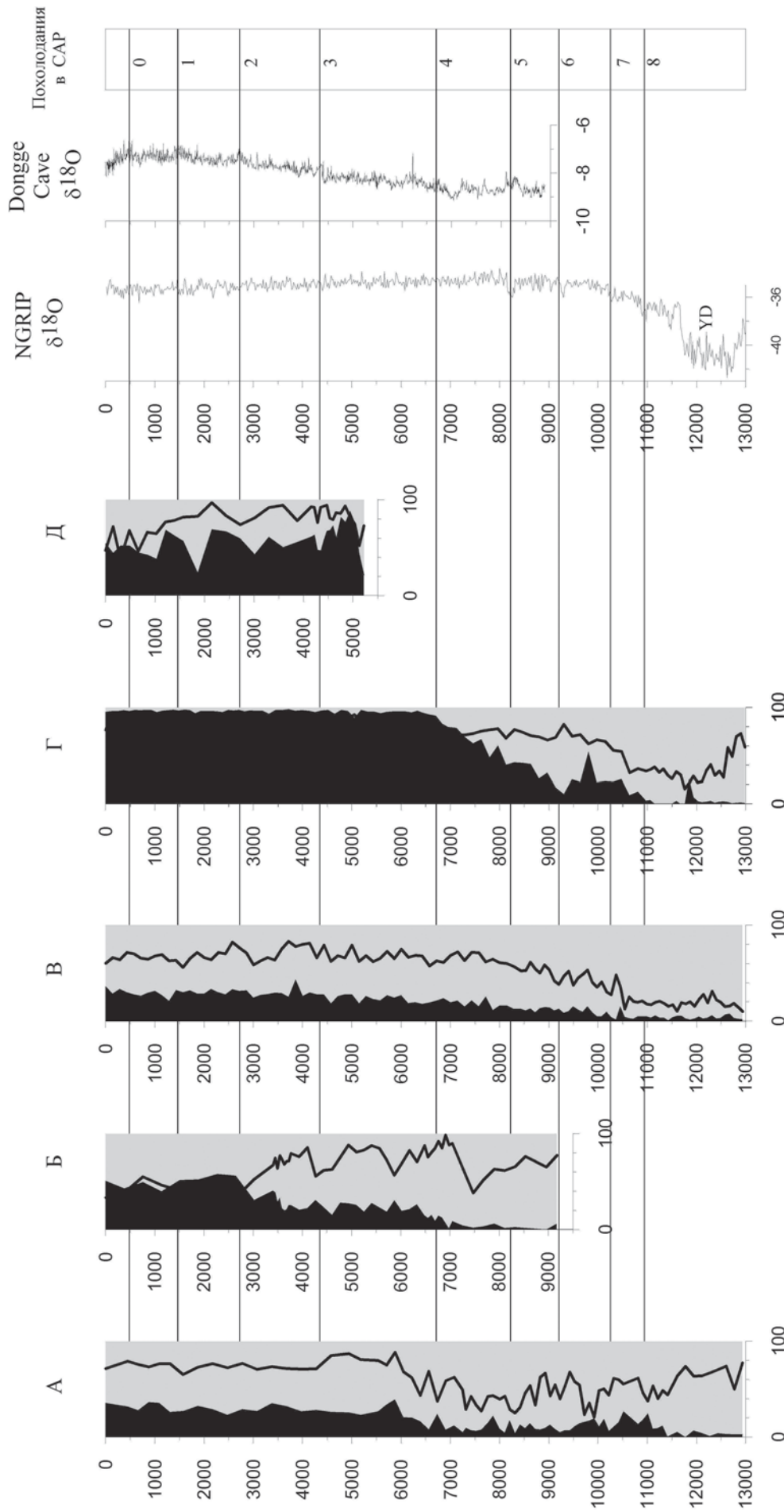
невелико. В 1986 году лесная растительность занимала около 80 % территории вокруг Байкала.

Северо-восточное побережье озера Байкал. Реконструкция динамики природной среды и климата этой территории (рисунок) показывает, что лесная растительность, преимущественно темнохвойная (*Picea obovata*) получила здесь довольно широкое распространение значительно ранее начала голоцена, по крайней мере, с 13 тыс. л. н. [3], и занимала значительные площади почти до 11.5 тыс. л. н. Временной интервал ~ 11.5–6 тыс. л. н. характеризуется, с одной стороны, постоянным усилением роли светлохвойного комплекса лесной растительности из *Pinus sylvestris* и *Larix*, с другой — многократными флуктуациями в динамике лесного типа растительности. Так, ~ 11–10, 9.5–8.5, 7.5–6.5 тыс. л. н. имели место расширения лесной растительности, а короткие промежутки времени, сконцентрированные около 11, 9.8, 8.5, 7.5 и 6.5 тыс. л. н. ознаменовались ее сокращением. Примерно с 6.5 тыс. л. н. началось устойчивое расширение светлохвойного комплекса, сокращение темнохвойного. Шкала относительного обилия пыльцы древесной растительности свидетельствует о ее максимальном распространении на северо-востоке оз. Байкал 6–4 тыс. л. н. и затем демонстрирует постепенное снижение ее роли по направлению к современности.

Северо-западное побережье озера Байкал. Пыльцевая запись из высокогорного торфяника характеризует динамику растительности за последние 9.2 тыс. л. н. [2]. На протяжении этого времени отмечены несколько интервалов усиления-ослабления роли лесной растительности в этом районе. Так, лесной тип преобладал ~ 9.2–8, 7–6, 4.2–3.5 тыс. л. н. Примерно 7.5, 5.8, 4.5 тыс. л. н. отмечены короткие периоды сокращения лесной растительности. Начиная ~ с 3.5 тыс. л. н. видна отчетливая тенденция снижения ее роли. Шкала динамики светлохвойного и темнохвойного комплексов лесной растительности показывает постепенное нарастание первого примерно с 7 тыс. л. н. и его резкое усиление после 3 тыс. л. н.

Южное побережье озера Байкал. Устойчивый процесс расширения лесной растительности здесь начался ~ 10.5 тыс. л. н. практически одновременно с постепенным, но не очень значительным нарастанием значения светлохвойного комплекса и соответствующим сокращением темнохвойного. Максимальное распространение лесной растительности на южном побережье оз. Байкал имело место ~ 7–3.5 тыс. л. н. (см. рисунок).

Восточное побережье озера Байкал. Пыльцевая запись показывает, что на восточном побережье значительный интервал расширения лесной растительности с абсолютным господством темнохвойного комплекса из *Picea obovata* и *Abies sibirica* произошел 13–12.7 тыс. л. н. Последовавшее сокращение лесов имело место 12.7–11.7 тыс. л. н. Позднее примерно с 10.5 тыс. л. н. отмечена устойчивая тенденция расширения и господства на этой территории лесной растительности [6]. Шкала соотношения светлохвойного и темнохвойного комплексов показывает первый раннеголоценовый максимум светлохвойных лесов ~ 10.5–9.5 тыс. л. н., короткий интервал их сокращения и новый этап расширения светлохвойного комплекса примерно с 9 тыс. л. н. Практически абсолютное господство здесь светлохвойных



Сравнительная диаграмма динамики лесной растительности и взаимоотношения светлохвойно-таежного и темнохвойно-таежного комплексов для различных районов юга Восточной Сибири.

А – северо-восточное побережье оз. Байкал; Б – северо-западное побережье; В – северо-восточное побережье; Г – северное побережье; Д – восточное побережье; YD – поздний дриас.

NGRIP δ¹⁸O – кислородно-изотопная запись NGRIP ледового керна как индикатор изменения температуры в Северо-Атлантическом регионе [8]; Dongge Cave δ¹⁸O – кислородно-изотопная запись из сталактитов пещеры Донг (Китай) как индикатор интенсивности Тихоокеанского муссона [10]; голубые горизонтальные полосы соответствуют (Похолодания в SAR) кратковременным похолоданиям

в Северо-Атлантическом регионе, выраженным в повышении содержания элементов ледового разнота в осадках океана [7]

(*Pinus sylvestris*) лесов стало характерной чертой последних 6,8 тысяч лет.

Северное побережье озера Байкал. Для этой территории известна пока одна хорошо датированная и детальная пыльцевая запись, охватывающая часть среднего и поздний голоцен, начиная с 5,2 тыс. л. н. [1]. Шкала динамики лесного типа растительности (см. рисунок) свидетельствует о господстве последней на этой территории с 5 до 2 тыс. л. н. лесной растительности и ее направленного сокращения позднее 2 тыс. л. н. При этом светлохвойные леса, преобладавшие на протяжении первой половины изученного интервала времени, постепенно сократили свои площади во второй его половине.

Пыльцевые записи демонстрируют относительно высокую изменчивость роли лесной растительности и ее основных комплексов при переходе от позднеледникового к голоцену и в голоцене, отражая нестабильные условия природной среды юга Восточной Сибири. Согласно этим записям лесной тип растительности постоянно присутствовал в регионе на протяжении, по крайней мере, последних 13 тысяч лет. Однако перед наступлением голоцена ее площади значительно сократились из-за ухудшения природных условий в позднем дриасе [6]. С наступлением голоцена, ~11,7–11,6 тыс. л. н., почти на всей изученной территории начался процесс относительно быстрого расселения древесных растений из мест обитаний, где они пережили последнее оледенение. Проведенные исследования показали, что до ~7–6 тыс. л. н. преобладала лесная растительность с господством в ней темнохвойных лесов из *Picea*, *Abies*, а на севере региона значительную роль играли и светлохвойные леса из *Larix*. Самым крупным палеогеографическим событием голоцена следует рассматривать значительное сокращение ареала темнохвойных лесов и начало господства светлохвойных лесов из *Pinus sylvestris*, произошедшее в интервале времени 7–6 тыс. л. н.

Более детальный анализ динамики лесной растительности, светлохвойного и темнохвойного комплексов свидетельствует о наличии серии второстепенных сдвигов в пользу того или иного лесного комплекса. На отдельных территориях, например, в высокогорной зоне северо-западного обрамления озера Байкал или на его северном побережье (см. рисунок, Б–В), эти сдвиги происходили в квази-тысячелетнем масштабе. В других районах мелкая ритмика голоцена приближается к вековому масштабу. Сравнение времени существования выявленных интервалов изменения природной среды в изучаемом регионе с временными сериями известных палеогеографических событий из глобальных ключевых разрезов (см. рисунок, записи NGRIP, Dongge Cave и похолодания в САР) показало, что ряд интервалов перестроек региональной растительности соответствует времени изменения глобального климата. Другая часть не может быть объяснена вариациями в глобальной экосистеме.

Возможно, что более детальное обеспечение региональных записей данными абсолютного датирования наряду с повышением их временного разрешения позволит решить проблему межрегиональной корреляции и более глубоко понять причины, контролируемые развитие природной среды юга Восточной Сибири.

Наиболее важные выводы, вытекающие из проведенных исследований, сводятся к следующему: 1) кли-

мат и растительность голоцена были высоко динамичны, изменчивы; 2) причины этой изменчивости контролируются рядом факторов; 3) часть коротковременных интервалов изменения природной среды региона имела квази-периодический характер; 4) не все палеогеографические события проявились синхронно по всему региону. Последний вывод подчеркивает сложность климата и природной среды голоцена, подводя нас к необходимости получения новых качественных записей палеосреды голоцена. Результаты представленных палинологических исследований показали, что изменения климата в голоцене могут быть внезапными, быстрыми, даже в отсутствие огромных, нестабильных ледниковых щитов, которые так глубоко меняли климат плейстоцена. Выявленные нестабильные условия природной среды голоцена оказывали значительное влияние на экосистемы и человеческое общество.

Выполненная работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований, проект № 09-05-00123-а.

Литература

1. Безрукова Е. В., Белов А. В., Абзаева А. А. и др. Первые высокоразрешающие датированные записи изменения растительности и климата северного побережья озера Байкал в среднем-позднем голоцене // ДАН. 2006. Т. 411. № 2. С. 254–258.
2. Безрукова Е. В., Белов А. В., Летунова П. П. и др. Биостратиграфия торфяных отложений и климат северо-западной части горного обрамления озера Байкал в голоцене // Геология и геофизика. 2008. Т. 49, № 6. С. 547–558.
3. Безрукова Е. В., Абзаева А. А., Летунова П. П. и др. Свидетельства нестабильности природной среды озера Байкал после последнего оледенения на примере пыльцевых записей из болотных экосистем // Археология, этнология и антропология Евразии. 2009. Т. 37, № 3. С. 17–25.
4. Байкал. Атлас. Федеральное агентство геодезии и картографии России. Москва, 1993. 160 с.
5. Моложников В. Н. Растительные сообщества Прибайкалья. Новосибирск: Наука, 1986. 270 с.
6. Bezrukova E., Tarasov P., Solovieva N. et al. Last glacial–interglacial vegetation and environmental dynamics in southern Siberia: Chronology, forcing and feedbacks // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 2010. V. 296, № 1–2. P. 185–198.
7. Bond G., Showers W., Cheseby M. et al. Pervasive Millennial-Scale Cycle in North Atlantic Holocene and Glacial Climates // Science. 1997. V. 278. P. 1257–1266.
8. NGRIP dating group. IGBP PAGES/World Data Center for Paleoclimatology. Data Contribution Series № 2008-034 // NOAA/NCDC Paleoclimatology Program. Boulder CO, USA. 2008.
9. Walker M., Johnsen S., Rasmussen S. O. et al. Formal definition and dating of the GSSP (Global Stratotype Section and Point) for the base of the Holocene using the Greenland NGRIP ice core, and selected auxiliary records // J. Quat. Sci. 2009. V. 24, № 1. P. 3–17.
10. Yuan D. X., Cheng H., Edwards R. L. et al. Timing, duration, and transitions of the Last Interglacial Asian monsoon // Science. 2004. V. 304. P. 575–578.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И КЛИМАТА МЕЖЛЕДНИКОВО–ЛЕДНИКОВЫХ ПЕРИОДОВ ПОЗДНЕГО НЕОПЛЕЙСТОЦЕНА БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА

Е. В. Безрукова^{1,2}

¹Институт археологии и этнографии СО РАН, Новосибирск; *bezrukova@igc.irk.ru*

²Институт геохимии СО РАН, Иркутск

Глубокие циклические изменения, присущие климату земли в квартере, могут быть проиллюстрированы на примере вариаций структуры ландшафтов и состава растительности в последний климатический цикл на территории одного из ключевых регионов Северного полушария — бассейна оз. Байкал. Байкальские климатические записи уникальны тем, что они получены из непрерывных, датированных радиоуглеродным и палеомагнитным методом разрезов донных отложений сверхглубокого, не промерзавшего в ледниковые периоды до дна, внутриконтинентального озера. Замечательной особенностью развития растительности региона стало наступление максимума развития еловых редколесий в начале каждого ледниково-межледникового периода за последние 130 тыс. лет. На протяжении МИС 4 впервые выделено два интервала с разным режимом доступного растением увлажнения (атмосферного и почвенного). В целом же лесная темнохвойная растительность на протяжении последнего климатического макроцикла получала максимальное развитие только дважды — в условиях умеренно-влажного и прохладного климата МИС 5е и раннего — среднего голоцена или МИС 1.

Климатические изменения позднего неоплейстоцена, обусловленные изменчивостью орбитальной периодичности, оказали сильное влияние на всю экосистему Байкальского региона, в том числе на растительность и климат. Имеющиеся для региона позднеоплейстоценовые климатические записи, полученные, главным образом, из донных отложений оз. Байкал, показали, что реконструкции природной среды Байкальского региона в прошлом на основе изучения донных отложений оз. Байкал весьма проблематичны. Особенно это относится к вопросу количественных реконструкций палеосреды. Ряд проблем связан с надежным датированием отложений, а, значит, и палеогеографических (палеоклиматических) событий. К группе других, не менее серьезных проблем, следует отнести слабую репрезентативность в отложениях, сформированных в ледниковые периоды, различного рода природных объектов, содержащих надежный сигнал изменений палеосреды, в первую очередь — палеоклимата. Так, водная толща озера Байкал непригодна для жизни в ней фораминифер или остракод — признанных в мировой науке маркеров палеоклимата, изменения видового состава которых в толще морских и океанических осадков позволили создать надежные региональные и/или глобальные стратотипы для различных территорий обоих полушарий.

Многочисленные публикации с результатами использования для реконструкций палеоклимата створок диатомовых водорослей из донных отложений озера Байкал продемонстрировали факт резкого снижения или вообще отсутствия диатомовых в донных осадках, накопившихся в ледниковые периоды. Исследования изменчивости относительного обилия и видового состава диатомовых и концентрации BioSi как показателей длительных палеоклиматических изменений свидетельствуют, что пики обилия диатомовых и BioSi соответствуют межледниковым периодам, а участки керна, в которых диатомовые и BioSi практически отсутствуют, сформировались в ледниковые периоды [8]. Тем не менее палеоклиматические интерпретации на основе диатомовых записей могут быть вполне разумны, если при этом проводятся широкие географические сравнения с рядом

других записей из многих регионов Северного полушария. Но при этом следует снова повторить, что диатомовые записи непригодны для реконструкции климата ледниковых периодов.

Более надежным и признанным в мире методом реконструкций природной среды и климата остается палинологический метод. Применение этого метода позволило впервые для Байкальского региона получить результаты реконструкции количественных параметров и качественных характеристик климата нескольких межледниковых и интерстадиальных периодов плейстоцена, а именно, климата МИС 1–5. Однако проблема реконструкции параметров климата ледниковых периодов Байкальского региона на основе палинологического метода все еще остается не конца решенной. Дело в том, что донные отложения Байкала, полученные, например, с Академического хребта тоже содержат бедные пыльцевые спектры [4, 9], которые не могут рассматриваться в качестве репрезентативных для таких реконструкций. Донные отложения оз. Байкал с подводной Посольской возвышенности оказались более насыщены палиноморфами и позволили провести реконструкции палеоклимата обеих стадий последнего оледенения — аналогов МИС 2 и МИС 4 [2]. Но и эти реконструкции имеют ряд недостатков, которые сводятся к тому, что, во-первых, возрастная модель отложений из этого керна не является окончательно определенной и создана на основе сравнительного метода изменения в отложениях BioSi с вариациями солнечной инсоляции. Дополнительные трудности датирования создает и резервуарный эффект. Другой недостаток сводится к тому, что значительная часть отложений ледниковых периодов все-таки слабо насыщена палиноморфами и не позволяет получать репрезентативные пыльцевые спектры. В итоге пыльцевая запись получается прерывистой, характеризуя растительность и климат отдельных фаз оледенений.

Реальная перспектива получения непрерывных, адекватно датированных и детальных записей палеосреды региона, особенно в ледниковые периоды, появилась в связи с начавшимися систематическими исследованиями в регионе донных осадков небольших озерных котловин. Так, нами получена первая для Восточной Си-

бири непрерывная, представительная, датированная и высокоразрешающая запись динамики растительности и климата сарганской стадии (МИС 2) последнего оледенения на основе использования пыльцевой и диатомовой записей из донных отложений оз. Котокель [3]. Эта запись стала основой для получения первой региональной, непрерывной, детальной и надежно датированной (14 AMS¹⁴C датировок для 12-ти метрового керна) реконструкции растительности, ландшафтов и климата сложнейшего этапа в истории планеты.

Реконструированная динамика растительности в бассейне оз. Котокель за последние почти 48 тыс. лет свидетельствует о многократных сдвигах в ее структуре (см. рисунок). Для понимания возможных причин, контролировавших этот процесс, проведено сравнение последовательности изменений в растительности с последовательностью палеоклиматических событий в Северной Атлантике. При этом мы понимаем, что точность возрастной модели и временное разрешение пыльцевой записи из оз. Котокель (Ktk-2) не может быть сравнима с таковыми из записи изменения NGRIP [6]. Однако последовательность событий в пыльцевой записи Ktk-2 независима от точности ее возрастной модели, поэтому независимы от нее и интервалы изменения в составе растительности, даже если они не показывают прямого совпадения с известными событиями глобального климата.

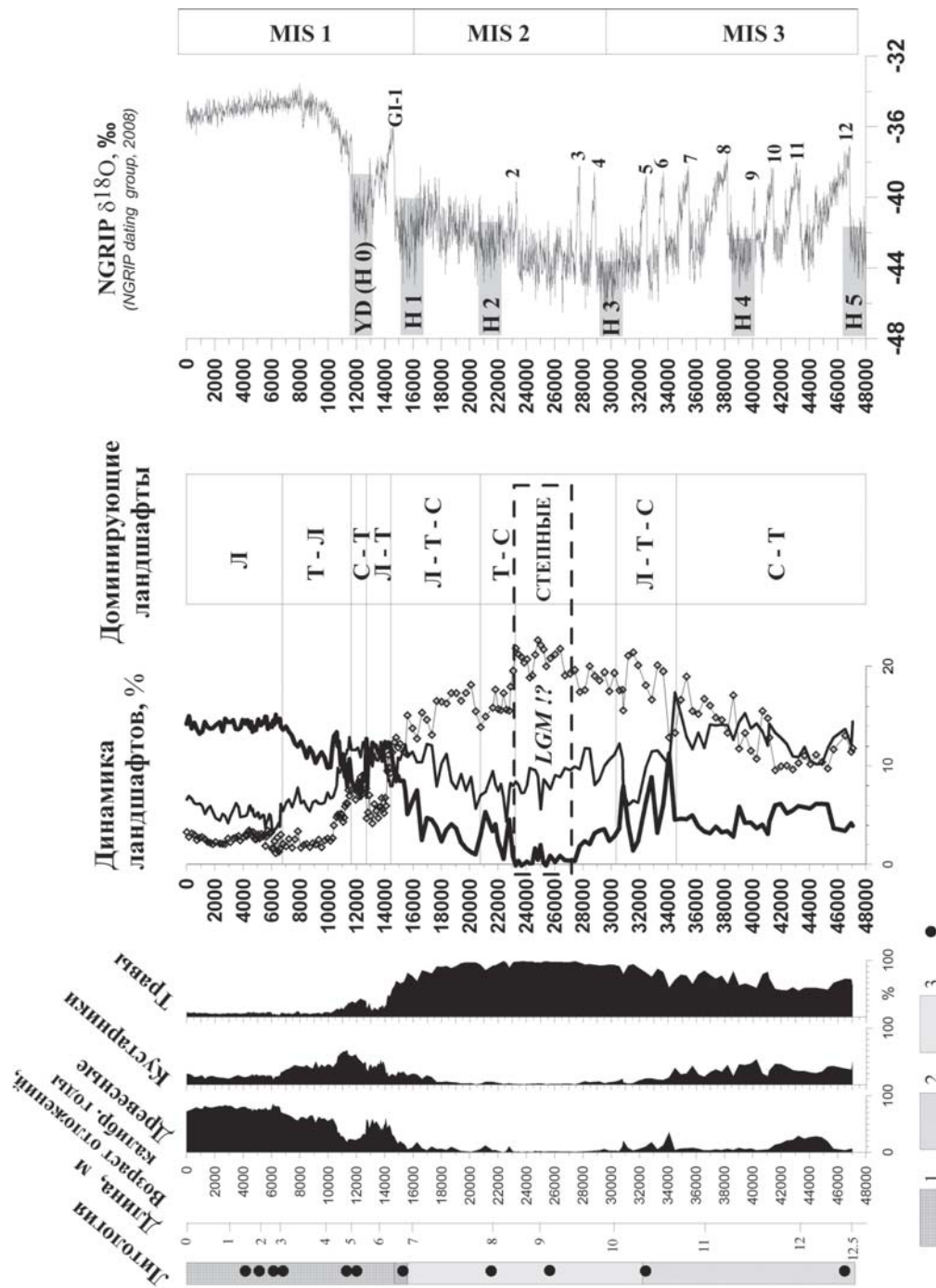
Согласно записи NGRIP [6] за последние 48 тыс. лет имели место двенадцать событий Дансгора-Оешгера (Д/О) и четыре события Хайнриха (Н). Наиболее продолжительным было улучшение климатических условий на протяжении Д/О–12, ~ 47–44 тыс. л. н., прерванное затем коротким ухудшением климата ~ 44 тыс. л. н. и продолжившееся тремя значительно более короткими событиями Д/О–11–9 ~ 43 и 40 тыс. л.н., соответственно. В бассейне оз. Котокель этому времени может соответствовать продолжительный период расширения еловых ассоциаций, максимум развития которых имел место ~ 45–41 тыс. л. н. (см. рисунок). Самое значительное развитие листовенничных ассоциаций имело место ~ 34–32 тыс. л.н. и могло быть вызвано серией коротких потеплений Д/О – 7–5 при переходе от интерстадиальных условий МИС 3 к ледниковым в МИС 2. В целом, общая нестабильность климата северного полушария в МИС 3, ~ 47–29 тыс. л. н. оказывала влияние и на климат и растительность бассейна оз. Котокель. Это влияние нашло выражение в частых сдвигах в структуре ландшафтов и составе растительности. При этом доминирующими типами растительности на протяжении изученной части МИС 3 оставались тундровый и степной. Таежный тип растительности не исчезал, но его площади сильно сокращались под влиянием холодного и недостаточно влажного климата.

Наступление холодного и сухого климата ледникового периода МИС 2 привело к еще большему сокращению древесной растительности ~ 31–23 тыс. л. н., с наиболее неблагоприятными для таежной растительности условиями ~ 28–23 тыс. л. н. (см. рисунок). Направленное и устойчивое сокращение площадей лесной растительности происходило с ~ 31–30 тыс. л. н., их минимальные значения имели место ~ 28–23 тыс. л. н., а заметный, устойчивый тренд расширения лесной расти-

тельности – позднее ~ 23 тыс. л.н. В записи NGRIP $\delta^{18}\text{O}$ на протяжении МИС 3–1 самый суровый интервал начинается после короткого интерстадиала GI–5 (D/O–5) ~ 32 тыс. л. н. и завершается ~ 23.3 тыс. л. н. потеплением GI–2 (D/O–2) [6], прерываясь короткими потеплениями GI–4–3 (D/O–4–3) ~ 28.9 тыс. л. н. и 27.7 тыс. л. н., соответственно. Обычно максимум последнего оледенения (МПО) относят к интервалу ~ 22–19 тыс. л. н. [10], 20–18 тыс. л.н. [5], хотя существуют данные о более раннем наступлении максимума последнего оледенения, ~ 26 тыс. л.н. [7]. Реконструкция типов растительности бассейна оз. Котокель предполагает существование максимума оледенения МИС 2 ~ 28–23 тыс. л. н., не противореча записи NGRIP $\delta^{18}\text{O}$. Вопрос о времени существования МПО в исследуемом регионе, как и в ряде других регионов Евразии, остается дискуссионным, но на сегодняшний день запись из оз. Котокель является единственной высокоразрешающей, непрерывной и адекватно датированной записью изменения природной среды юга Восточной Сибири, согласно которой МПО имел место ~ 28–23 тыс. л. н. Именно в этот временной интервал господствовала степная растительность в самых аридных и холодных климатических условиях за последние почти 47 тыс. лет. Хотя для решения вопроса о времени проявления в регионе МПО необходимо получение новых записей изменения климата в это время.

Согласно гренландской климатической записи потепление GI–2 (ДО–2) имело место ~ 23.3 тыс. л. н. В записи изменения типов растительности Ktk-2 повышение значений лесной растительности, соотносимое с наступлением более теплых и влажных условий, начинается на несколько сотен лет позже интерстадиала GI–2. Такая задержка во времени представляется вполне естественной, поскольку лесная растительность требует времени для расширения и продуцирования достаточного количества пыльцы. Интерстадиальное потепление GI–2 было прервано похолоданием, ассоциируемым с Н–2, ~ 22–21 тыс. л. н. Возможно, что сокращение лесной растительности ~ 22 тыс. л. н. было ответом региональной растительности на ухудшение климат Н–2, а продлившееся затем почти до 14 тыс. л. н. расширение лесной растительности из *Larix*, *Picea*, *Betula* sect. *Albae* находилось в согласии с постепенным общим улучшением климата Северного полушария в период сокращения объема глобального льда. Короткий по времени минимум древесной растительности, датированный в нашей записи в 15.2 тыс. л. н., может быть соотносен с похолоданием Н–1 ~ 16–15 тыс. л. н.

Значительное расширение региональной лесной растительности с господством еловых ассоциаций по сравнению с таковым ~ 45.5–41 тыс. л. н., произошло в позднеледниковье и ассоциируется с потеплением в ДО–1 ~ 14.5–12 тыс. л. н. Новое ухудшение климата в позднем дриасе ~ 12.6–11.6 тыс. л. н. привело к значительному сокращению лесной и новому расширению степной, но особенно тундровой растительности (см. рисунок). Завершение похолодания Позднего Дриаса и начало голоцена в записи из озера Котокель подтверждено датами 11.89 и 11.47 тыс. л. н. и характеризуется новым расширением лесной растительности с преобладанием *Larix*, *Picea*, *Abies*, но, главным образом, *Betula*



Суммарный график динамики ландшафтов на территории юго-восточного Прибайкалья за последние 48 тысяч лет.

Толстая черная линия соответствует относительному обилию пыльцы лесных растений; черная, более тонкая линия — тундровых, тонкая линия с ромбами — степных.

Л означает лесные, Т — тундровые и С — степные ландшафты, при этом на последнем месте стоит обозначение преобладавшего покров ландшафтов. NGRIP $\delta^{18}O$ — шкала изменчивости температурного режима в Северо-Атлантическом регионе.

LGM — максимум последнего оледенения, характеризовавшийся самыми низкими значениями среднегодовой температуры в интервале времени ~27–23 тысячи лет назад. Арабскими цифрами 1–12 обозначено время наступления интерстадиальных потеплений GI/D–O; H1–5 — время стадийных похолоданий.

В литологической шкале выделены три основные седиментационные единицы: 1 — мягкая коричнево-черная гиттия; 2 — серая или темно-серая иловатая глина; 3 — слоистая серая иловатая глина; залитые черным кружки — положение в керне датированных уровней.

sect. *Albae*. Лесная растительность с господством *Pinus sylvestris* стала господствовать в регионе примерно с 7–6.8 тыс. л. н., что подтверждено датой 6.72 тыс. л. н.

Средний веихзелий (МИС 3) в Европейской климатостратиграфии рассматривается как длительный период относительно мягкого климата по сравнению с ледниковым климатом МИС 4 и МИС 2, состоявший из ряда теплых интерстадиалов и коротких холодных стадиалов [1]. С этой точки зрения изменения растительности и климата в бассейне оз. Котокель вполне сопоставимы с изменениями природной среды Северного полушария за этот временной интервал.

Следовательно, динамика растительных сообществ за последние более чем 47 тыс. лет, из отложений озера Котокель, отражает изменения температуры и атмосферных осадков, соотносимые с региональными и глобальными климатическими изменениями.

Мы полагаем, что следующий этап бурения донных отложений оз. Котокель позволит вскрыть более древнюю часть его осадочной толщи, содержащей информацию о динамике природной среды всего последнего оледенения (МИС 2 и МИС 4) и, возможно, предпоследнего (МИС 6). Вероятно, что продолжающиеся научным сообществом поиски в регионе новых интересных объектов палеогеографических исследований предоставят возможность получения из них еще более представительных и длительных природных архивов изменения палеосреды.

Исследования выполнены в рамках проекта РФФИ №09-05-00123-а и Программы VII.65.1. Института геохимии СО РАН.

Литература

1. Arnold N. S., van Andel T. H., Valen V. Extent and Dynamics V. 57. P. 38–48.
2. BDP-99 Baikal Drilling Project Members. A new Quaternary record of regional tectonic, sedimentation and

paleoclimate changes from drill core BDP-99 at Posolskaya Bank, Lake Baikal // Quaternary International. 2005. V. 136. P. 105–121

3. Bezrukova E., Tarasov P., Solovieva N. et al. Last glacial–interglacial vegetation and environmental dynamics in southern Siberia: Chronology, forcing and feedbacks // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 2010. V. 296. P. 185–198.

4. Bezrukova E. V., Kulagina N. V., Letunova P. P. et al. Pliocene–Quaternary vegetation and climate history of the Lake Baikal area, Eastern Siberia // Long Continental Records from Lake Baikal. Tokyo, 2003. P. 111–122.

5. Clark P. U., Archer D., Pollard D. et al. The middle Pleistocene transition: characteristics, mechanisms and implications for long-term changes in atmospheric CO₂ // Quaternary Science Review. 2006. V. 25. P. 3150–3184.

6. NGRIP dating group. IGBP PAGES/World Data Center for Paleoclimatology. Data Contribution Series № 2008-034 // NOAA/NCDC Paleoclimatology Program. Boulder CO, USA. 2008.

7. Peltier W. R., Fairbanks R. G. Global glacial ice volume and Last Glacial Maximum duration from an extended Barbados sea level record // Quaternary Science Review. 2006. V. 5. P. 3322–3337.

8. Prokopenko A. A., Karabanov E. B., Williams D. F. et al. Biogenic silica record of the Lake Baikal response to climatic forcing during the Brunhes // Quaternary Research. 2001. V. 55. P. 123–132.

9. Shichi K., Kawamuro K., Takahara H. et al. Climate and vegetation changes around Lake Baikal during the last 350,000 years // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 2007. V. 248. P. 357–375.

10. Yokoyama Y., Kido Y., Tada R. et al. Japan Sea oxygen isotope stratigraphy and global sea-level changes for the last 50,000 years recorded in sediment cores from the Oki Ridge // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 2007. V. 247. P. 5–17.

ПРИРОДНЫЕ И АНТРОПОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ТЕРРИТОРИИ РЕГИОНАЛЬНОГО ЛАНДШАФТНОГО ПАРКА «НАДСАНСКИЙ» В ПОЗДНЕМ ГОЛОЦЕНЕ (УКРАИНСКИЕ КАРПАТЫ)

А. Г. Безусько¹, Л. Г. Безусько², И. В. Ярема³

¹Национальный университет «Киево-Могилянская академия», Киев; *bezusko@ukma.kiev.ua*

²Институт ботаники НАН Украины, Киев; *syst@botany.kiev.ua*

³Координатор проектов ОБСЕ в Украине, Киев; *iryna.iarema@o\$ce.org*

Впервые приводятся результаты палинологических и радиоуглеродных исследований отложений голоцена сфагнового болота Мешок, расположенного на территории Регионального ландшафтного парка «Надсанский» (Турковский район, Львовская область). Установлен общий состав ископаемой палинофлоры. Он насчитывает 109 таксонов разного ранга (3 порядка, 45 семейств, 21 род и 43 вида). Реконструирована детальная картина природных и антропогенных изменений растительности исследуемого района за последние 500 лет.

При всестороннем изучении природных и антропогенных изменений природной среды в прошлом актуальным и перспективным является использование результатов палеопалинологических исследований [2, 13, 15–20 и др.]. Анализ палинологический изученности отложений голоцена Украинских Карпат [1, 4, 5, 7–10, 25 и др.] свидетельствует, что, как правило, она отвечает уровню относительной хронологии. В настоящее время при реконструкции картины природных и антропогенных изменений растительного покрова Украины в голоцене базовыми являются результаты палинологических исследований, подкрепленные материалами радиоуглеродного датирования [2]. При этом установление характера и степени влияния хозяйственной деятельности человека на природную растительность прошлого в значительной мере предопределяется наличием родовых и видовых определений пыльцы культурных и сорных растений [3, 13, 15, 22–24 и др.]. В настоящее время отложения голоцена карпатских болот, расположенных на природоохраняемых территориях [12] являются перспективными для комплексного палинологического и радиоуглеродного изучения [5].

Цель данной работы — реконструкция природных и антропогенных изменений растительного покрова на территории Регионального ландшафтного парка «Надсанский» в голоцене (Украинские Карпаты) на основе палинологических данных, подкрепленных результатами абсолютного датирования.

Материал и методы исследований

Основной метод исследований — спорово-пыльцевой анализ, объект — ископаемые пыльца и споры, материал — отложения торфа сфагнового болота Мешок. Исследуемое болото расположено на высоте около 600 м над уровнем моря в лесном поясе на территории Регионального ландшафтного парка «Надсанский» [6], являющегося составной частью Международного биосферного заповедника «Восточные Карпаты» [12] (Турковский район, Львовская область). Болото Мешок занимает площадь более 3 га и его современный растительный покров практически не нарушен хозяйственной деятельностью человека. Для спорово-пыльцевых исследований было отобрано семь образцов с интервалом 10 см. Мощность исследованных отложений торфа составляет 70 см. Все образцы были обработаны с ис-

пользованием традиционной методики Л. фон Поста [11]. Идентификация ископаемых пыльцы и спор проводилась на световом микроскопе «BIOLAR» при увеличении в 500 раз. Ископаемые пыльца и споры хорошей сохранности определялись до родового и видового уровней. Образцы, отобранные на глубинах 70 и 40 см, были датированы с использованием радиоуглеродного метода. Латинские названия растений приводятся соответственно списка сосудистых растений Украины [21] с некоторыми дополнениями.

Результаты исследований и их обсуждение.

Для семи образцов торфа сфагнового болота Мешок были получены спорово-пыльцевые характеристики. Все они относятся к лесному типу спорово-пыльцевых спектров (СПС), в которых содержание пыльцы древесных пород составляет от 83.6 до 91.7 %. Полученные данные позволяют выделить два спорово-пыльцевых комплекса (СПК).

В составе первого СПК (глубина 50–70 см) сумма пыльцы древесных пород составляет 83.6 — 91.2 % по отношению к общей сумме пыльцы. Постоянными компонентами СПС являются пыльцевые зерна *Fagus sylvatica* L. (23.6–30.4 %), *Picea* sp., *P. abies* (L.) Karst. (16.1–24.5 %), *Pinus* sp., *P. sylvestris* L., *P. cembra* L., *P. mugo* Turra (13.4–20.5 %), *Vacciniaceae* (5.2–13.8 %), *Alnus* sp., *A. glutinosa* (L.) Gaertn., *A. incana* (L.) Moench (6.1–10.7 %), *Betula* sp., *B. pendula* Roth (7.9–9.7 %), *Abies* sp., *A. alba* Mill. (4.1–9.4 %), *Quercus* sp. (1.9–6.0 %), *Corylus avellana* L. (1.9–4.1 %), *Ericaceae* (в том числе *Ledum palustre* L.) — 1.4–2.8 %, *Carpinus betulus* L. (0.9–2.8 %) и *Acer* sp. (0.5–1.4 %). Единично отмечена пыльца *Larix polonica* Racib., *Ulmus* sp., *Juniperus* sp., *Salix* sp., *Duschekia viridis* (Chaix) Opiz, *Viburnum* sp., *Rhamnus* sp., *Frangula alnus* Mill. и *Humulus lupulus* L. Сумма пыльцы широколиственных пород достигает своих максимальных значений для разреза и составляет 28.8–40.1 %. Сумма пыльцы трав по отношению к общей сумме пыльцы составляет 8.8–16.4 %. Преобладают пыльцевые зерна представителей разнотравья (5.2–8.4 %) и *Poaceae* (2.0–4.2 %) с участием *Superaceae* (0.4–1.3 %). Спорадически отмечена пыльца *Chenopodiaceae* (1.3–1.9 %), *Artemisia* sp. (0.4–0.8 %) и водных растений (*Hydrocharitaceae*, *Potamogetonaceae*, *Sparganiaceae*) — 0.6–0.8 %. Единично

встречается пыльца Asteraceae (без *Artemisia* sp.). В составе СПК были идентифицированы пыльцевые зерна Cerealia, Plantaginaceae (*Plantago lanceolata* L.) и Chenopodiaceae (*Atriplex oblongifolia* Waldst. et Kit., *Chenopodium rubrum* L., *Dysphania botrys* L. Mosyakin et Clemants), что свидетельствует о влиянии антропогенного фактора на природную растительность исследуемой территории. Сумма спор (*Polypodiales*, *Ophioglossales*, *Lycopodiales*, *Equisetales*, *Bryales*, *Sphagnales*, *Hepaticae*) составляет 55.1–72.2 % по отношению к общей сумме пыльцы и спор. Первый СПК характеризует отложения сфагнового болота Мешок, которые сформировались во второй половине субатлантического периода голоцена (SA–3). Время образования исследуемых отложений определяет радиоуглеродная дата 470 ± 50 [Ki–15390] лет тому назад.

В составе второго СПК (глубина 10–40 см) сумма пыльцы древесных пород составляет 83.7–91.7 % по отношению к общей сумме. По сравнению с первым СПК наблюдается как уменьшение содержания пыльцы *Quercus* sp. (1.3–2.8 %), *Carpinus betulus* (0.9–1.7 %), так и значительное уменьшение участия *Fagus sylvatica* (до 5.7 %). Содержание пыльцы *Picea* sp. и *P. Abies* в составе древесных пород составляет от 13.5 до 30.2 %, а *Abies* sp. и *A. alba* — от 5.8 до 14.8 %. Постоянное участие в формировании СПК принимает пыльца представителей *Juniperus* sp. (0.4–2.2 %), *Salix* sp. (0.4–1.8 %) и *Duschekia viridis* (0.8–1.3 %). Отмечены единичные пальцевые зерна *Tilia cordata* Mill. (гл. 20 см) и *Juglans regia* L. (гл. 30 см). Была также идентифицирована пыльца *Hedera helix* L., *Linnaea borealis* L., *Fraxinus excelsior* L. Установлены максимумы содержания пыльцы Vacciniaceae (до 41.4 %) и Ericaceae (*Andromeda polifolia* L., *Ledum palustre* L.) — до 16.3 %. Сумма пыльцы трав составляет 8.3–16.3 % по отношению к общей сумме пыльцы. Состав пыльцы травянистых растений формируют представители разнотравья (4.0–5.3 %), *Cyperaceae* (0.3–4.3 %), водных растений (Alismataceae, Butomaceae, *Hippuris lanceolata* Retz., Hydrocharitaceae, Potamogetonaceae, Sparganiaceae, Typhaceae — 0.4–2.6 %), Poaceae (0.9–2.2 %) и Chenopodiaceae (1.2–1.9 %). Присутствует также пыльца растений-индикаторов хозяйственной деятельности человека (Chenopodiaceae (*Atriplex oblongifolia*, *Chenopodium album* L., *C. foliosum* Asch., *C. glaucum* L., *C. rubrum*, *Dysphania botrys*), Cerealia, Plantaginaceae (*Plantago lanceolata*, *P. major* L.), *Centaurea cyanus* L. и др. По сравнению с первым во втором СПК наблюдается уменьшение суммы спор (*Polypodiales*, *Ophioglossales*, *Lycopodiales*, *Equisetales*, *Bryales*, *Sphagnales*, *Hepaticae*) до 2.8 %. Возраст отложений торфа, отобранных на глубине 40 см, определяет радиоуглеродная дата 280 ± 50 [Ki–15389]. Второй СПК характеризует отложения, которые сформировались в конце SA–3 периода голоцена (после 280 ± 50 лет тому назад до настоящего времени).

Общий список ископаемой палинофлоры для разреза Мешок насчитывает 109 таксонов разного ранга (3 порядка, 45 семейств, 21 род и 43 вида). До родового уровня были определены пальцевые зерна: *Acer* sp., *Alnus* sp., *Betula* sp., *Viburnum* sp., *Juniperus* sp., *Quercus* sp., *Abies* sp., *Picea* sp., *Salix* sp., *Ulmus* sp., *Artemisia* sp., *Centaurea* sp., *Cichorium* sp., *Crocus* sp., *Iris* sp., *Rumex* sp., *Thalictrum*

sp., *Equisetum* sp., *Lycopodium* sp., *Botrychium* sp., *Sphagnum* sp. до видового — *Hedera helix* L., *Alnus glutinosa*, *A. incana*, *Betula pendula*, *Duschekia viridis* (= *Alnus viridis* (Chaix) DC.), *Humulus lupulus*, *Linnaea borealis*, *Carpinus betulus*, *Corylus avellana*, *Andromeda polifolia*, *Ledum palustre*, *Fagus sylvatica*, *Juglans regia*, *Fraxinus excelsior*, *Abies alba*, *Larix polonica* (= *L. decidua* subsp. *polonica* L. *decidua* ssp. *carpatica*), *Picea abies*, *Pinus cembra*, *P. mugo*, *P. sylvestris*, *Frangula alnus*, *Tilia cordata*, *Centaurea cyanus*, *Atriplex oblongifolia*, *Chenopodium album*, *C. foliosum*, *C. glaucum*, *C. rubrum*, *Dysphania botrys* (= *C. botrys* L.), *Calystegia sepium* (L.) R. Br., *Hippuris lanceolata*, *Plantago lanceolata*, *P. major*, *P. media* L., *Thalictrum aquilegifolium* L., *T. lucidum* L., *T. simplex* L., *Diphasiastrum alpinum* (L.) Holub (= *Lycopodium alpinum* L.), *Diphasiastrum complanatum* (L.) Holub (= *Lycopodium complanatum* L.), *Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank et Mart. (= *Lycopodium selago* L.), *Lycopodium annotinum* L., *L. clavatum* L., *Athyrium filix-femina* (L.) Roth.

Палинологические материалы, подкрепленные результатами абсолютного датирования, позволяют провести реконструкцию картины основных природных и антропогенных изменений в составе растительного покрова на территории Регионального парка «Надсанский» за последние 500 лет. Во второй половине SA–3 периода голоцена на территории современного ландшафтного парка были распространены леса с участием сосны, ели, пихты и бука с примесью ольхи и березы. В небольших количествах встречались дуб и граб. Состав кустарникового яруса чаще всего формировал орешник. Как отмечалось выше, изменения в составе растительного покрова происходили под влиянием как природных, так и антропогенных факторов. Полученные палинологические материалы фиксируют, что вначале имело место расширение площадей лесов с участием широколиственных пород (первый СПК). Достаточно четко прослеживается уменьшение в составе лесной растительности участия широколиственных пород, которое произошло 280 ± 50 лет тому назад (второй СПК). Влияние хозяйственной деятельности человека фиксируется на протяжении всего исследуемого временного интервала (Cerealia, сорные виды семейств Plantaginaceae, Chenopodiaceae, Asteraceae и др.). Возможно, что приблизительно 200 лет тому назад в составе растительности на исследуемой территории принимал участие *Juglans regia*.

Полученные палинологические материалы, подкрепленные радиоуглеродными датами, позволяют сравнить их с одновозрастными для близлежащей территории Бещадского народного парка (Польские Восточные Карпаты), который вместе с Региональным ландшафтным парком «Надсанский» входит в состав Международного биосферного резервата «Восточные Карпаты». Исторические документы, палинологические и радиохронологические материалы свидетельствуют, что заселение и ведение сельского хозяйства в верховьях реки Сан происходило в 15–16 столетиях [23]. Полученные нами палинологические данные для разреза Мешок хорошо согласуются с одновозрастными для близлежащей территории Польши. Некоторые отличия объясняются тем, что болото Мешок расположено в горном лесном поясе (600 м н. у. м.), а польские разрезы находятся за границей леса

(1170–1300 м н. у. м.), где в большей мере проявляется ветровой занос пыльцы с нижних горных поясов.

В заключении следует отметить, что в составе СПС из отложений сфагнового болота Мешок были определены шесть видов растений, входящих в Красную книгу Украины [14] (исчезающие виды первой категории — *Linnaea borealis*, *Larix polonica*, *Huperzia selago*; уязвимые виды второй категории — *Diphasiastrum complanatum*, *Lycopodium annotinum*; редкие виды третьей категории — *Pinus cembra*).

Выводы

1. Результаты комплексных палинологических и радиоуглеродных исследований отложений сфагнового болота Мешок позволили провести реконструкцию картины природных и антропогенных изменений растительного покрова на территории Регионального ландшафтного парка «Надсанский» за последние 500 лет.

2. Установлено, что последние 500 лет на исследуемой территории господствовал лесной тип растительности. Изменения в составе основных лесобразующих пород происходили путем увеличения участия темнохвойных (ель, пихта) и уменьшения широколиственных (бук, граб, дуб) пород. Начало этих изменений фиксирует радиуглеродная дата 280 ± 50 [Ki–15389] лет тому назад.

3. Палинологические материалы обосновывают влияние хозяйственной деятельности человека на изменения природной растительности исследуемой территории в течение последних 500 лет (*Cerealia*, *Juglans regia*, *Centaurea cyanus*, *Chenopodium album*, *Ch. rubrum*, *Plantago lanceolata*, *P. major* та *P. media* и др.).

Литература

1. Артюшенко О. Т. Наслідки спорово-пилкового дослідження закарпатських боліт // Ботан. журн. 1950. Т. 7, № 2. С. 32–39.
2. Безусько А. Г., Безусько Л. Г. Актуальні аспекти палинологічних досліджень боліт України // Наукові записки НаУКМА. Біологія та екологія. 2001. Т. 19. С. 4–6.
3. Безусько Л. Г., Безусько А. Г. Значення палиноморфології сучасних рослин для палеоекології кватеру // Наукові записки НаУКМА. Спец. вип. 2002. Т. 20, Ч. 2. С. 425–428.
4. Безусько Л. Г., Тасенкевич Л. О. Історія розвитку рослинності Угольського заповідного масиву (за даними палинологічних досліджень і аналізу флори) // Укр. ботан. журн. 1978. Т. 35, № 6. С. 506–512.
5. Безусько Л. Г., Безусько А. Г., Ярема І. В. Палинологічна вивченість відкладів голоцену Закарпаття // Значення та перспективи стаціонарних досліджень для збереження біорізноманіття. Матеріали міжнародної наукової конференції, присвяченої 50-річчю функціонування високогірного біологічного стаціонару «Пожижевська». Львів. 2008. С. 30–31.
6. Данилюк К. М. Про знахідку верхового оліготрофного болота в регіональному ландшафтному парку «Надсянський» // Наук. записки Державного природознавчого музею. 2006. Вип. 22. С. 189–190.
7. Демедюк М. С., Колодій В. В., Зденюк М. В. Умови утворення та вік Синевирського озера. // Доп. АН УРСР. Сер. Б. Геол., хім. та біол. науки. 1985. № 11. С. 8–11.
8. Зеров Д. К. Нарис розвитку рослинності на території Української РСР у четвертинному періоді на основі па-

леоботаничних досліджень // Ботан. журнал. 1952. Т. 9, № 4. С. 5–19.

9. Козіє Г. В. До історії флори і рослинності Українських Карпат // Конференція по вивченню флори і фауни Карпат і прилеглих територій. Київ: АН УРСР, 1960. С. 87–93.

10. *Heiутаdm M. I.* История лесов и палеогеография СССР в голоцене. М.: Изд-во АН СССР, 1957. 403 с.

11. Палеопалинология. Методика палеопалинологических исследований и морфология некоторых ископаемых спор, пыльцы и других ископаемых микрофоссилий. Л.: Недра, 1966. Т. 1. 351 с.

12. Природно-заповідний фонд України загальнодержавного значення: Довідник. Київ: Омега-Л, 1999. 240 с.

13. Хотинський Н. А. Палеогеографические аспекты изучения процессов взаимодействия природы и общества в голоцене // Антропогенная эволюция геосистем и их компонентов. М.: ИГ АН СССР, 1987. С. 6–18.

14. Червона книга України. Рослинний світ. К.: Укр. енциклопедія, 1996. 602 с.

15. *Behre K.* The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams // Pollen et Spores. 1981. Vol. 23. № 2. P. 225–245.

16. *Feurdean A., Astalos C.* The impact of human activities in the Gutbiului Mountains, Romania // Studia Universitatis Babeş-Bolyai, Geologia. 2005. Vol. 50. № 1–2. P. 63–72.

17. *Lamentowicz M., Cedro A., Galka M. et al.* Last millennium palaeoenvironmental changes from a Baltic bog (Poland) inferred from stable isotopes, pollen, plant macrofossils and testate amoebae // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 2008. Vol. 265. № 1–2. P. 93–106.

18. *Linden M., Barke J., Vickery E. et al.* Late Holocene human impact and climate change recorded in a North Swedish peat deposit // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 2008. Vol. 258. № 1–2. P. 1–27.

19. *Linden M., Vickery E., Charman D. J. et al.* Vegetation history and human impact during the last 300 years recorded in a German peat deposit // Review of Palaeobotany and Palynology. 2008. Vol. 152. № 3–4. P. 158–175.

20. *Mazier F., Galop D., Gaillard M. J. et al.* Multidisciplinary approach to reconstructing local pastoral activities: an example from the Pyrenean Mountains (Pays Basque) // The Holocene. 2009. Vol. 19. № 2. P. 171–188.

21. *Mosyakin S. L., Fedoronchuk M. M.* Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist. — К.: M.G. Kholodny Institute of Botany, 1999. 345 p.

22. *Ralska-Jasiewiczowa M.* Some comments on the palynostratigraphy of the Holocene in Poland, based on isopollen maps // Studia Quaternaria. 2006. Vol. 23. P. 29–35.

23. *Ralska-Jasiewiczowa M., Madeyska E., Mierzenska M.* Vegetational changes in the montane grassland zone of the High Bieszczady mountains (southeast Poland) during the last millennium — pollen records from deposits in hanging peat-bogs // Veget. Hist. Archaeobot. 2006. Vol. 15. P. 391–401.

24. *Seppa H., Bennet K. D.* Quaternary pollen analysis: recent progress in palaeoecology and palaeoclimatology // Progress in Physical Geography. 2003. V. 27. № 4. P. 548–579.

25. *Toipa S.* Z badac nad wysoekogyrskimi torfowiskami Czarnohory // Acta Soc. botan. Poloniae. 1928. V. 5. № 3. S. 224–245.

РАЗВИТИЕ ПАЛЕОЛАНДШАФТОВ БАСЕЙНА РЕКИ БИКИН В УСЛОВИЯХ ПОХОЛОДАНИЯ КЛИМАТА НА РУБЕЖЕ СРЕДНЕГО—ПОЗДНЕГО ГОЛОЦЕНА

П. С. Белянин

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток; *pavelbels@yandex.ru*

Приводятся результаты биостратиграфического расчленения отложений среднего—позднего голоцена бассейна Бикин. На основе полученных данных, реконструировано развитие палеоландшафтов бассейна р. Бикин в условиях похолодания климата на рубеже среднего—позднего голоцена.

Исследование голоценовых отложений юга Дальнего Востока имеют длительную историю, отраженную в многочисленных публикациях [1, 3—7]. Однако до сих пор многие черты развития природной среды этого региона остаются неясными.

Районом исследования является бассейн р. Бикин (см. рисунок). В его рельефе, в зависимости от морфометрических характеристик, степени и характера расчлененности выделяются три зоны рельефа: низменная аллювиальная равнина, зона уплощенных увалов (абс. выс. 65—120 м), мелкогогорий (абс. выс. 200—500 м) и низкогогорий (абс. выс. 500—1000 м).

Климат района муссонно-континентальный со среднегодовой температурой воздуха 2.9°. В зимний период преобладают северо-западные ветра, приносящие сухой, холодный воздух с континента. Средняя температура января —20.8°.

Летом муссоны, проникая с акватории Тихого океана, несут большое количество влаги. С июня по сен-

тябрь выпадает около 400 мм осадков [8]. В июле и августе температура воздуха достигает 40°, при средней температуре июля 21.4°.

В распределении современной растительности наблюдается отчетливая ее связь с рельефом. Участки обширных низменных равнин слабо затронутых антропогенным воздействием покрыты осоково-вейниковыми лугами с тростниково-сфагновыми участками болот переходящими в мари, отдельные релки поросли лиственной растительностью (дуб, береза, осина). Залесена и прирусловая часть поймы. В мелкогогорьях и низкогогорьях преобладают массивы тайги южно-уссурийского типа [2].

В работе на основе данных полученных в результате биостратиграфического расчленения отложений, рассматривается развитие палеоландшафтов бассейна р. Бикин в условиях похолодания климата на рубеже среднего и позднего голоцена. Для реконструкции палеоландшафтов были использованы палинологические материалы и результаты морфологического исследования состава почвенной толщи, полученные при исследовании пойменных отложений в нижнем течении реки Бикин.

Разрез заложен на высокой пойменной террасе правого берега в нижнем течении р. Бикин, в точке с координатами 46°46'43,28" с. ш., 134°16'34,10" в. д. (абс. выс. 53.0 м). Описание и отбор проб из почвенного разреза выполнено Н. А. Рыбачук, А. В. Назаркиной (БПИ ДВО РАН) и автором, спорово-пыльцевой проведен в ТИГ ДВО РАН.

В общей структуре разреза были выделены четыре локальные палинозоны, отражающие развитие палеоландшафтов в среднем и позднем голоцене: *Pinus koraiensis* — *Picea* (инт. гл. 0—32 см); *Pinus koraiensis* — *Quercus* — *Sphagnum* (инт. гл. 32—38 см); *Betula* — *Alnus* — *Alnaster* (инт. гл. 38—148 см) и *Quercus-Betula* sect. *Albae* (инт. гл. 148—170 см).

Рассмотрим более подробно палинологическую характеристику отложений рубежа среднего и позднего голоцена (Q^2_{IV} — Q^3_{IV}), отражающих начавшееся похолодание климата, наступившее после окончания климатического оптимума голоцена (Q^2_{IV}). В результате проведенного биостратиграфического расчленения отложений разреза, в инт. 38—148 см, из отложений представленных черновато-бурым, сизовато-бурым, сизым и сизовато-ярко-охристым суглинками была выделена локальная палинозона *Betula* — *Alnus* — *Alnaster*.

В верхней части горизонта (инт. гл. 38—60 см), на границе оптимальной фазы голоцена, отмечено начало похолодания. В составе палиноспектра доминирует пыльца холодолюбивых растений. В конце интервала в группе древесных растений отмечается появление пылцы *Ulmus*.



Схема района работ. Границы: 1 — Государственная; 2 — административная между Приморским и Хабаровским краями; 3 — изученный разрез.

Сильно увеличивается содержание пыльцы *Betula sect. Albae* (до 31.3 %), появляются пыльцевые таксоны гибридных и кустарниковых берез (*Betula* sp., *Betula sect. Nanae*) и ольховника (10.4 %). В группе травянистых и споровых растений велико содержание спор семейства Polypodiaceae (63.6 %), *Selaginella* (33.8 %).

В средней части горизонта (инт. гл. 60–115 см) возрастает лишь содержание кустарниковых берез (до 62.5 %), из древесных — *Alnus* (до 25.0 %) и *Ulmus* (до 12.0 %), из травянистых и споровых — Polypodiaceae (92.4 %). Резко увеличивается количество пыльцевых таксонов гибридной формы ольхи. По морфологическим признакам ольховника отмечаются также пыльцевые таксоны гибридных берез. Появляются пыльцевые зерна *Picea* sp. (5.0 %), резко увеличивается содержание кустарниковых берез (до 31.6 %) и *Alnus* (до 52.6 %). Среди трав и споровых растений доминирует семейство Polypodiaceae (80.4 %).

В средней части горизонта (инт. гл. 115–148 см), основное ядро в палиноспектре составляет пыльца кустарниковой ольхи (56.3 %), с присутствием пыльцевых таксонов гибридных форм берез (22.9 %). Широколиственные растения представлены *Quercus*, *Ulmus* и *Tilia*. В группе травянистых растений отмечается пыльца Сурегасеae, Ranunculaceae, Polemoneaceae, Asteraceae. Среди споровых растений велико содержание мхов *Sphagnum* (50 %), но доминируют споры Polypodiaceae (47.8 %).

В наступивших климатических условиях начавшегося похолодания климата, после оптимальной фазы голоцена, происходит формирование палеоландшафтов с более холоднолюбивой растительностью. В этот временной промежуток в днище долины формировались ландшафты сфагновых болот со мхами *Sphagnum*, папоротниками, кустарниковой березой и ольховником. На склонах горного обрамления преобладали ландшафты с березово-темнохвойными лесами с участием лиственницы. Более хорошо прогреваемые склоны южной экс-

позиции, очевидно, продолжали занимать ландшафты с куртинами кедрово-широколиственных лесов. Произошло ослабление роли неморальной растительности в структуре ландшафтов. В почвенных горизонтах отмечены следы пожаров, возникших вероятно под влиянием деятельности человека, активно использовавшего древесину для обогрева жилищ.

Литература

1. Авенариус И. Г. К вопросу о колебаниях климата и причинах оледенений плейстоцена // Палеогеография Северной Евразии в позднем плейстоцене-голоцене и географический прогноз. М., 1978. С. 13.
2. Колесников Б. П. Растительность. Южная часть Дальнего Востока. М.: Наука, 1969. 289 с.
3. Короткий А. М., Караулова Л. П., Троицкая Т. С. Четвертичные отложения Приморья. Стратиграфия и палеогеография. Новосибирск: Наука, 1980. 234 с.
4. Короткий А. М., Гребеникова Т. А., Караулова Л. П., Белянина Н. И. Озерные трансгрессии в позднекайнозойской Уссури-Ханкайской депрессии (Приморье) // Тихоокеан. геология. 2007. Т. 26, № 4. С. 53–56.
5. Короткий А. М., Скрыльник Г. П., Коробов В. В. Тенденции изменения природной среды и возможные сценарии ее развития // Вестник ДВО РАН. 2010. № 6. С. 3–16.
6. Муратова М. В., Аleshинская З. В., Болиховская Н. С. и др. Изменение природы Приханкайской равнины в позднем плейстоцене // Палеогеография плейстоцена Дальнего Востока и его морей. Владивосток: Изд-во ДВНЦ АН СССР, 1978. С. 81–89.
7. Никольская В. В. Некоторые данные по палеогеографии оз. Ханка // Материалы по геоморфологии и палеогеографии. М.: Изд-во АН СССР, 1952. С. 215–226.
8. Справочник по климату СССР. Приморский край. Л.: Гидрометеоздат, 1990. Вып. 26. Ч. IV. 238 с.

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И КЛИМАТА АРИДНЫХ РАЙОНОВ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ В ГОЛОЦЕНЕ

Н. С. Болиховская

Московский государственный университет, Москва; *nbolikh@geogr.msu.ru*

По результатам палинологического анализа и ^{14}C датирования наиболее информативных разрезов голоценовых отложений детально реконструированы многократные смены зональных типов растительности и трансформации зональных и интразональных растительных формаций, происходившие в ландшафтах Нижней Волги на протяжении последних 10 тыс. лет. Установлены ландшафтно-климатические особенности и хронологические рамки 26 фаз изменения природной среды в голоцене. Выполнена корреляция реконструированных палеоклиматических этапов с голоценовыми трансгрессиями и регрессиями Каспийского моря. Созданная схема периодизации палеоклиматических событий будет служить климатостратиграфическим каркасом для последующих палеогеографических исследований голоцена Северного Прикаспия.

Введение. К числу интереснейших палеогеографических объектов относятся голоценовые разрезы Северо-Западного Прикаспия — района характеризующегося самым аридным и континентальным климатом не только на территории Европейской России, но и Европы в целом. Только в этой части Европейского субконтинента, в пределах Прикаспийской низменности, пустынные фитоценозы развиты ныне как зональный тип растительности.

Смены ландшафтных обстановок на территории Северного Прикаспия в последние 10 тысяч лет были обусловлены изменениями климата и колебаниями уровня Каспийского бассейна. По геоморфологическим, малакологическим, радиоуглеродным и историко-архивным данным исследователями реконструированы многократные колебания уровня голоценового Каспия, их амплитуда и хронология [4, 5 и др.]. Например, установлено, что в интервале от 8000 л. н. до начала XIX века имели место не менее семи трансгрессивных стадий, превышающих современный уровень моря [4].

Получить детальные реконструкции изменений растительности и климата Северного Прикаспия долгое время не позволяло отсутствие данных по разрезам, в которых голоценовые отложения были бы представлены в полном объеме, имели подробную палинологическую характеристику и серию радиоуглеродных (^{14}C) дат. Несмотря на огромные усилия палинологов (Т. А. Абрамовой, А. А. Вронского и др.), полученные результаты палинологического анализа озерных, аллювиальных и эоловых отложений этой территории, а также донных осадков Каспийского моря не позволили выявить климатические изменения широкой амплитуды и изменения растительного покрова, соответствовавшие многократным колебаниям уровня моря. Удалось охарактеризовать особенности растительности и климата прибрежных районов Каспия для периода мангшшлакской регрессии, максимальной стадии новокаспийской трансгрессии и времени похолодания и увлажнения климата в XIV веке н.э.

Объекты и методы. Для того, чтобы восполнить существовавшие пробелы в истории эволюции ландшафтов и климата нами были изучены голоценовые разрезы, расположенные в районах Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги [1—3, 6], относящихся к зоне пустынно-степной растительности. Изученные разрезы расположены вблизи с. Соленое Займище ($47^{\circ}54'$ с.ш., $46^{\circ}10'$ в.д.; абс. выс. $\sim -19-20$ м) в 5-ти км южнее

Черного Яра Астраханской области. Разрез 1 представлен пятиметровой озерной толщей, вскрытой скважиной на осушке старичного озера, развитого на поверхности высокой поймы. По результатам палинологического анализа 50 образцов и ^{14}C датирования пяти проб (в интервале от 9500 ± 60 до 900 ± 60 л.н.) проведено детальное расчленение разреза и установлено, что озерно-старичные глины накапливались в течение всего голоцена. Разрез 2 вскрывает в обнажении аллювиальные отложения, слагающие высокую пойму, возвышающуюся на 6—7 м над урезом реки. Репрезентативные данные получены для осадков верхней 3-метровой части разреза, которые, согласно палинологическим данным, формировались на протяжении конца суббореального и всего субатлантического периода голоцена.

Выполнен также палинологический анализ 10-метровой толщи отложений, вскрытых скв. 22 в приморской зоне дельты Волги ($45^{\circ}43'$ с.ш., $47^{\circ}55'$ в.д.; абс. выс. ~ -22 м) на Дамчикском участке Астраханского заповедника. Палиноспектрами охарактеризованы ландшафтно-климатические условия периодов голоцена, соответствующих последней фазе позднехвалынской трансгрессии, пяти трансгрессивным и четырем регрессивным стадиям новокаспийской трансгрессии. Абсолютная хронология реконструированных событий базируется на полученных для этого разреза шести ^{14}C AMS датах (в интервале от 7287 ± 44 до 3316 ± 34 л. н.). Результаты наших исследований свидетельствуют о неполноте геологической летописи голоцена в разрезах дельты Волги [3, 6], что подтвердили и палинологические данные К. Ричардса [7] по 4 другим разрезам дельты.

В связи с ограниченным объемом данной публикации спорово-пыльцевые диаграммы здесь не приводятся (см. палинодиаграммы в [1—3, 6]).

Краткая летопись палеоклиматических событий. Как показали результаты детального палинологического анализа и ^{14}C датирования голоценовых осадков из разрезов, расположенных в пределах наиболее индикационного в палинологическом отношении района Северного Прикаспия — Волго-Ахтубинской поймы, — растительность последней активно реагировала на изменения климата и связанные с ними колебания уровня Каспия.

По полученным палинологическим данным нами выполнено детальное стратиграфическое расчленение изученных отложений и реконструированы 26 фаз в развитии растительности и климата. Согласно имеющимся ^{14}C

датам и интерполяционным расчетам, составлена хронология основных палеоклиматических этапов голоцена (см. таблицу и рисунок).

На основании установленных климато-фитоценологических сукцессий нами предложены две модели трансгрессивно-регрессивного режима Каспийского бассейна в голоцене (см. колонку «Колебания уровня моря» на рисунке). Выполнена их корреляция со схемами колебаний уровня Каспия, разработанными по материалам различных палеогеографических методов [3, 5 и др.].

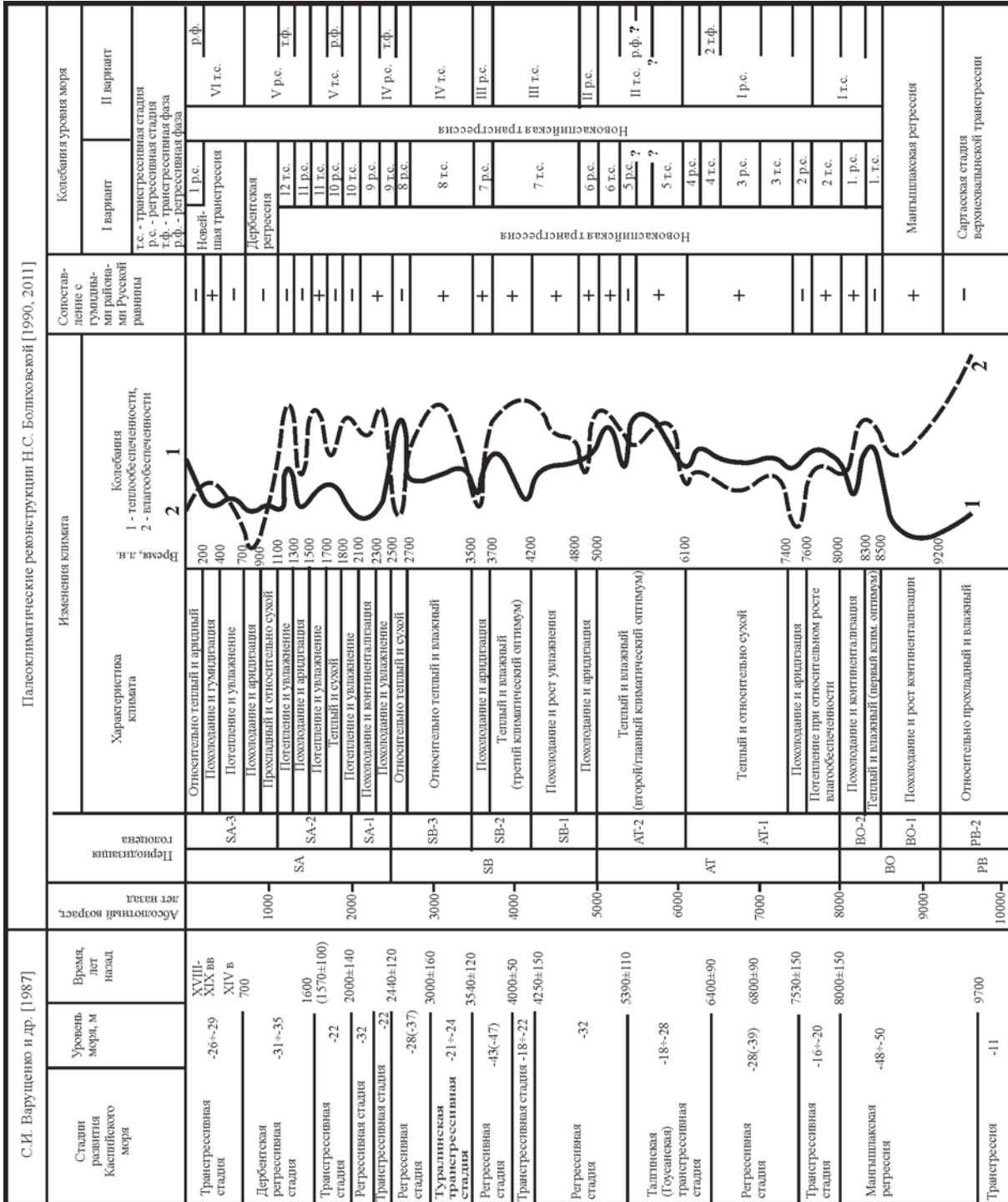
Предбореальный период (10000–9200 л. н.). Исходя из климатостратиграфических построений, положения в разрезе и даты 9500 ± 60 на гл. 4.75–5.0 м в Р.1, отложения первой палинозоны [1, 2], формировавшиеся в прохладном континентальном и относительно влажном климате лесостепи, отнесены ко второй половине

предбореального периода. Они датируются интервалом 10000–9200 л. н. и сопоставляются с сартасской трансгрессивной стадией Каспия (схемы [3]).

Бореальный период (9200–8000 л. н.). В раннебореальное время усилившаяся континентализация (похолодание и иссушение) климата привела к господству степей с редкостойными елово-сосновыми древостоями. Состав палинофлоры и реконструкции палеорастительности, а также ^{14}C дата 8500 ± 100 (на гл. 4.5–4.75 м) позволяют сопоставить охарактеризованный интервал с первой регрессивной стадией Каспия в голоцене. Верхняя часть осадков бореального периода голоцена характеризуется двумя фазами развития растительности. Среднебореальная фаза отличающаяся значительным потеплением и увлажнением климата, отнесена нами к первому климатическому оптимуму каспийского голоцена. Она фиксирует начало рас-

**Палеоклиматические этапы голоцена района Нижней Волги, их особенности и возраст
(по данным палинологического анализа и ^{14}C датирования отложений разреза Соленое Займище)**

Подразделение голоцена	^{14}C возраст климатических этапов, л. н.		Зональная растительность	Климат
	Конвенциональный	Календарный		
SA-3	200–0	250–0	Полупустыни	Относительно теплый и аридный
	400–200	500–250	Полупустыни	Похолодание и гумидизация
	700–400	670–500	Полупустыни	Потепление и увлажнение
	900–700	840–670	Полупустыни	Похолодание и аридизация
	1100–900	1030–840	Сухие степи	Прохладный и сухой
SA-2	1300–1100	1270–1030	Степи	Потепление и увлажнение
	1500–1300	1400–1270	Сухие степи	Похолодание и аридизация
	1700–1500	1600–1400	Степи	Потепление и увлажнение
	1800–1700	1720–1600	Степи (усиление роли ксерофитов)	Теплый и более сухой
	2100–1800	2080–1720	Степи	Потепление и увлажнение
SA-1	2300–2100	2340–2080	Сухие степи	Похолодание, континентализация
	2500–2300	2600–2340	Степи с елово-сосновыми стадиями	Похолодание и увлажнение
SB-3	2700–2500	2780–2600	Степи с дубовыми и мелколиственными лесами	Относительно тепло и сухо
	3500–2700	3770–2780	Лесостепи	Относительно теплый и влажный
SB-2	3700–3500	4040–3770	Сухие степи и полупустыни	Похолодание и аридизация
	4200–3700	4770–4040	Лесостепи с хвойно-широколиственными лесами	Теплый и влажный климат (третий оптимум)
SB-1	4800–4200	5540–4770	Лесостепи	Похолодание и рост увлажнения
	5000–4800	5740–5540	Лесостепи (роль широколиственных лесов сократилась)	Похолодание и аридизация
AT-2	6100–5000	6970–5740	Лесостепи с широколиственными и хвойно-широколиственными лесами	Теплый и влажный климат (второй – главный – климатический оптимум)
AT-1	7400–6100	8240–6970	Степи с хвойно-широколиственными пойменными лесами	Тепло и относительно сухо
	7600–7400	8400–8240	Сухие степи с господством маревопольных сообществ	Похолодание и аридизация
	8000–7600	8900–8400	Степи с участками хвойно-широколиственных лесов	Потепление при относительном росте влагообеспеченности
BO-2	8300–8000	9350–8900	Степи (роль широколиственных древостоев сократилась)	Похолодание, континентализация
	8500–8300	9500–9350	Лесостепи с участками хвойно-широколиственных лесов	Теплый и влажный климат (первый климатический оптимум)
BO-1	9200–8500	10350–9500	Степи с участками елово-соснового редколесья	Похолодание и возросшая континентализация климата
PB-2	10000–9200	11500–10320	Лесостепи с участками темнохвойных лесов	Относительно прохладный и влажный климат



Реконструкция и корреляция климатических событий голоцена на территории Северного Прикаспия

цвета на исследуемой территории широколиственных пород, продолжавшегося вплоть до конца суббореального периода. Этот начальный уровень определяется интерполяционными расчетами временем 8500–8300 л. н. По-видимому, хронологические рамки предшествующей (мангышлакской) регрессии были более узкими, чем считалось ранее: максимальное снижение уровня Каспия в это время происходило примерно в интервале 9200–8500 л. н. В конце бореального периода установлено кратковременное похолодание климата, отвечающее позднебореальному похолоданию, датируемому 8300–8000 л. н. На исследуемой территории полностью исчезли темнохвойные деревья, сократились площади дубовых и вязовых древостоев.

Атлантический период (8000–5000 л. н.). Время накопления отложений раннеатлантического субпериода характеризуется тремя фазами в развитии растительности и климата. Ранняя фаза по многим признакам близка среднебореальному потеплению, что позволяет предположить существование продолжительного этапа потепления и увлажнения климата в интервале ~ 8500–7600 л.н., прерывавшегося кратковременным позднебореальным похолоданием. Этот этап соответствует первой (по О. К. Леонтьеву и Г. - И. Рычагову [5]) трансгрессивной стадии Новокаспийского бассейна. На уровне ~ 7500 л. н. фиксируются фаза резкой аридизации и похолодания климата. Улучшение термических условий, способствовавшее обогащению состава лесных формаций, но сопровождавшееся относительным иссушением климата, позволяет предположить раннеатлантическое понижение уровня Каспия ~ 7600–6100 л. н. Однако, оно было менее значительным, чем в раннебореальную регрессивную стадию. Позднеатлантический интервал характеризовался самым высоким в голоцене участием и разнообразием состава термофильных элементов в лесах Волго-Ахтубы. По соотношению тепло- и влагообеспеченности этот интервал, длившийся с 6100 до 5000 лет, представлял собой главный климатический оптимум голоцена исследуемой территории. Он сопоставляется с гоусанской (по [3]) трансгрессивной стадией Новокаспийского бассейна, имеющей даты 6100±80, 5940 и 5390 л.н. Внутри этого интервала палинологическими данными выявлен импульс резкой континентализации климата примерно 5500 л.н.

Суббореальный период (5000–2500 л.н.). Ландшафты раннесуббореального времени в интервале 5000–4200 л.н. развивались под влиянием начавшегося похолодания климата. На рубеже атлантического и суббореального периодов начавшееся похолодание сочеталось с кратковременным иссушением (в интервале примерно с 5000 до 4800 л.н.), вызвавшим следующую регрессивную стадию, а затем вплоть до конца раннесуббореального этапа сопровождалось ростом увлажненности и, по-видимому, подъемом уровня моря. Таким образом, палинологические данные подтверждают выводы С. И. Варущенко и др., что наиболее вероятным сроком регрессии до –32 м был интервал 5000–4400 л.н. Растительный покров начальной фазы среднесуббореального потепления, длившегося с 4200 до 3500 л.н., развивался в условиях теплого и влажного климата третьего голоценового оптимума Северного Прикаспия, уступающего по термическим показателям и продолжительности главному (позднеатлантическому) оптимуму. Согласно интерполяционным расчетам, экстремум среднесуббореального потепления датируется ~ 3900–3800 л.н. (т.е. несколько древнее, чем он фиксируется в северных районах). Он отвечает транс-

грессивной стадии, выделяемой С. И. Варущенко с соавторами в пределах 4200–4000 л.н. Завершился рассмотренный субпериод импульсным иссушением климата ~ 3700–3500 л.н., сопоставляемым с фазой аридизации климата Причерноморья и регрессивной стадией Новокаспия в интервале 4000–3500 л.н. Позднесуббореальный этап начался фазой увлажнения, длившейся с 3500 до 2700 лет, вызвавшей возвращение на территорию Нижнего Поволжья лесостепей. Эта фаза гумидизации климата синхронизируется с позднесуббореальным похолоданием центральных районов Русской равнины и туралинской трансгрессивной стадией. Импульсное иссушение и потепление климата 2700–2500 л.н. сопоставляется нами с александрбайской регрессивной стадией.

Субатлантический период (2500 л.н. – настоящее время). На протяжении последних 2500 лет климат Северного Прикаспия в целом был холоднее и континентальнее климата атлантического и суббореального периодов. Раннесубатлантический интервал (2500–2000 л.н.) отличался неустойчивостью ландшафтно-климатических условий: кратковременное похолодание и увлажнение климата начальной фазы примерно 2400 л.н. сменилось фазой континентализации и похолодания климата с кульминацией ~ 2200 л.н. В это время из состава растительности долины Нижней Волги почти полностью исчезли широколиственные леса. Длительное (с 2000 до 1100 л.н.) смягчение климата среднесубатлантического времени развивалось трехфазно. Потепление климата начальной фазы, датируемой интервалом от 2000 до 1500 лет, сопоставляется с уллучайской трансгрессивной стадией Каспия, имеющей ^{14}C даты от 2000±140 до 1570±100 [4]. Похолодание и аридизация климата примерно 1500–1300 л.н. отвечают первой фазе дербентской регрессии. Новое потепление и увлажнение климата фиксируется в интервале 1300–1100 л.н. Климатические и фитоценологические условия начальной, сухо-степной фазы поздне-субатлантического этапа отражают похолодание и иссушение климата ~ 1100–900 л.н. Максимум поздне-субатлантического похолодания и аридизации отличался абсолютным господством полупустынных и пустынных группировок и почти полной деградацией лесного пояса Волго-Ахтубы. Палинологические данные свидетельствуют, что дербентская регрессивная стадия Новокаспийского бассейна осложнялась подъемом уровня моря примерно 1300–1100 л.н., а наиболее низкий уровень регрессии мог наблюдаться ~ 900–700 л.н.

Начиная с уровня, определяемого датой 900±60 л.н., исследуемая территория находится в пределах распространения полупустынных ландшафтов, близких современным ландшафтам прилегающей территории. В интервале ~ 400–200 л.н. отмечается похолодание и гумидизация климата. Подавляющее большинство субрецентных спектров Волго-Ахтубинского района, изученных нами для целей интерпретации палиноспектров голоцена, свидетельствует, что в нынешнее столетие наблюдаются наиболее оптимальные за последнюю тысячу лет термические условия для существования широколиственных пород в пойменных лесах долины нижней Волги.

На основании всей суммы полученных данных, установлены следующие особенности изменений наземной растительности и климата района Нижнего Поволжья в голоцене, которые могут являться показателями интенсивности и хронологии климатообусловленных транс-

грессивно-регрессивных колебаний уровня Каспия, а также служить климатостратиграфическим каркасом при изучении голоценовых разрезов дельты Волги.

Специфической чертой голоцена этой территории является наличие трех оптимумов, которым соответствовали максимумы теплообеспеченности и увлажнения. Главным из них был позднеатлантический оптимум (~6100–5000 л.н.), который был временем развития лесостепных ландшафтов. Сумма пыльцы термофильных древесных пород в характеризующего палиноспектрах достигает 31%. Смешанные дубовые леса с участием граба обыкновенного и кавказского (*Carpinus betulus*, *C. caucasica*), бука восточного (*Fagus orientalis*), различных видов вяза (*Ulmus laevis*, *U. foliaceus*), липы (*Tilia cordata*), березы и других деревьев, а также хвойные боры составляли лесной пояс долины Волги. Позднебореальному (~8500–8300 л.н.) и среднесуббореальному (~4200–3700 л.н.) оптимумам также было свойственно господство лесостепей и, в некоторые фазы, – степей. Однако они отличались от оптимума атлантического периода менее благоприятными условиями для произрастания широколиственных деревьев и меньшим их участием в составе лесов. Сумма пыльцы широколиственных пород в палиноспектрах не превышает 21–23 %, существенно меньше доля тепло-влажнотерпимых видов. Эти три этапа с наибольшей вероятностью могут соответствовать трансгрессивным состояниям Каспийского бассейна.

О трансгрессивных режимах Каспия свидетельствуют также фазы и подфазы прохладного и относительно влажного климата. В первую очередь – лесостепная фаза в интервале 10000–9200 л.н. В этот период в Северном Прикаспии наряду с сосновыми редколесьями были широко распространены участки лесов с господством ели и пихты. Близкая по климато-фитоценологическим показателям, но более кратковременная субфаза похолодания и увлажнения климата фиксируется по палинологическим данными в начале субатлантического периода в интервале 2500–2300 л.н.

Регрессиям разного ранга, по-видимому, могут соответствовать реконструированные минимумы тепла и влажности, а также интервалы значительного потепления и аридизации. Два самых значительных минимума теплообеспеченности и увлажнения приходятся на раннебореальный субпериод и на первую половину поздне-субатлантического субпериода. Первый минимум отвечает времени первой в голоцене регрессивной стадии Каспия (мангышлакской по [3]), хронологические рамки которой, согласно палинологическим и ¹⁴C данным разреза Соленое Займище, определяются интервалом 9200–8500 л.н. Второй минимум соответствует дербентской регрессии (1500–700 л.н.). Палинологические данные свидетельствуют, что дербентская регрессивная стадия Новокаспийского бассейна осложнялась подъемом уровня моря примерно 1300–1100 л.н., а наиболее низкий уровень регрессии мог наблюдаться ~900–700 л.н.

Внутри интервала 8500–1500 л.н. выделяются одна фаза резкого потепления и аридизации климата (~2700–2500 л.н.) и пять фаз резкого похолодания и иссушения климата в интервалах примерно 8300–8000, 7600–7400, 5000–4800, 3700–3500 и 2300–2100 л.н., которые могут отвечать кратковременным, но глубоким снижениям уровня Каспия. Наиболее значительные из них относятся к интервалам ~7600–7400 и 3700–3500 л.н. Все фазы похолодания и аридизации климата отличало

господство на рассматриваемой территории сухих степей и полупустынь, в которых ведущую роль играли ксерофитные марево-попынные сообщества.

Заклучение. По результатам палинологического анализа и ¹⁴C датирования наиболее информативных разрезов голоценовых отложений детально реконструированы многократные смены зональных и интразональных растительных формаций, происходившие в ландшафтах Нижнего Поволжья на протяжении последних 10 (11.5 календарных) тыс. лет. Установлено, что в интервале ~10000–2500 л.н. (11500–2600 кал. л.н.) в климате, более благоприятном и гумидном, чем современный, здесь доминировали лесостепные и степные ландшафты, которые в ходе развития прошли не поочередно 7 лесостепных и 7 степных фаз. Зафиксировано 8 фаз в эволюции степных ландшафтов, господствовавших в период ~2500–900 л.н. (2600–840 кал. л.н.). Выявлено, что только в последние 900 (840 календарных) лет территория Нижнего Поволжья стала ареной распространения близких современным пустынно-степных и пустынных ландшафтов, для которых выявлено не менее 4 климато-фитоценологических смен.

На основании палино-хроностратиграфических исследований создана детальная схема периодизации палеоклиматических событий голоцена Северного Прикаспия. Полученные реконструкции позволили уточнить хронологию климатообусловленных колебаний уровня Каспийского бассейна в течение последних 11.5 тысяч календарных лет.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта РФФИ (№11-05-00093).

Литература

1. *Болховская Н. С.* Палиноиндикация изменения ландшафтов Нижнего Поволжья в последние десять тысяч лет // Вопросы геологии и геоморфологии Каспийского моря. М.: Наука, 1990. С. 52–68.
2. *Болховская Н. С.* Эволюция климата и ландшафтов Нижнего Поволжья в голоцене // Вестник МГУ. Серия География. 2011. № 2. С. 13–27.
3. *Болховская Н. С., Касимов Н. С.* Ландшафтно-климатические изменения на территории Нижней Волги в последние 10 тысяч лет // Проблемы палеогеографии и стратиграфии плейстоцена. М.: Изд-во Географического факультета МГУ, 2008. Вып. 2. С. 99–117.
4. *Варуценко С. И., Варуценко А. Н., Клиге Р. К.* Изменение режима Каспийского моря и бессточных водоемов в палеовремене. М.: Наука, 1987. 239 с.
5. *Леонтьев О. К., Рычагов Г. И.* О голоценовой истории Каспийского моря // Географические исследования четвертичного периода. М.: Изд-во МГУ, 1982. С. 134–146.
6. *Bolikhovskaya N. S., Kasimov N. S.* The evolution of climate and landscapes of the Lower Volga Region during the Holocene // Geography, Environment, Sustainability. 2010. № 2 (vol. 3). P. 78–97.
7. *Richards K., Bolikhovskaya N. S.* Palynology of Pre-Holocene and Holocene shallow cores from the Damchik region of the Volga Delta: palynological assemblages, zonation, depositional environments and Caspian Sea level // The Caspian Region: Environmental Consequences of the Climate Change. Proceedings of the International Conference. Moscow: Faculty of Geography, MSU, 2010. P. 126–129.

КЛИМАТО-ХРОНОСТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ СХЕМА НЕОПЛЕЙСТОЦЕНА СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ (ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКОГО, ЭПР И ИК-ОСЛ АНАЛИЗОВ ОТЛОЖЕНИЙ)

Н. С. Болиховская¹, А. Н. Молодьков²

¹Московский государственный университет, Москва; *nbolikh@geogr.msu.ru*

²НИЛ геохронологии четвертичного периода, ИГТТУ, Таллинн, Эстония; *molodkov@gi.ee*

Авторами создана климато-хроностратиграфическая схема плейстоцена Северной Евразии (в объеме последних 900 тыс. лет). Схема, в основном, базируется на двух независимых источниках палеогеографической информации — результатах многолетнего палинологического изучения наиболее полных разрезов плейстоцена и данных абсолютной хронологии, преимущественно, морских отложений. Континентальная летопись эволюции растительности и климата реконструирована по материалам детального палинологического анализа и комплексного изучения опорных разрезов ледниково-перигляциальных и внеледниковых областей Восточно-Европейской равнины. Хронология периодов межледникового или интерстадиального потепления климата и соответствующих им интервалов относительно высокого уровня моря составлена по данным ЭПР датирования остатков малакофауны из многочисленных разрезов палеошельфа Евразийского Севера. ЭПР датировки ряда разрезов подкреплены данными ИК-ОСЛ анализа зерен полевых шпатов, выделенных из вмещающих отложений.

Введение. К настоящему времени накоплен обширный аналитический материал, положенный в основу схем периодизации межледниковых и ледниковых событий плейстоцена. Однако это обстоятельство, как свидетельствует анализ межрегиональной шкалы и региональных стратиграфических схем, не привело к сближению взглядов исследователей относительно количества, таксономического ранга, хронологии теплых и холодных эпох плейстоцена и их корреляции с изотопно-кислородными стадиями (ИКС) глубоководных осадков. Например, в схемах различных районов для неоплейстоцена указывается от 10 до 20 межледниковых и ледниковых горизонтов. Основные причины разногласий — неполнота геологической летописи или недостаточная изученность ранне- и среднеплейстоценовых отложений ряда регионов. Отсюда очевидно, что для составления стратиграфических шкал квартера, прежде всего, должны привлекаться материалы, представляющие реконструкции непрерывных палеоклиматических записей, наиболее полно отражающих временные последовательности межледниковых/ледниковых смен.

Материалы и методы. Нами с 1998 года проводится работа по реконструкции и корреляции основных палеоклиматических событий с целью построения климато-хроностратиграфического каркаса плейстоцена Северной Евразии. Источниками информации о динамике изменений климата, растительности, морских бассейнов и других компонентов природной среды стали образования различных седиментационных обстановок — континентальные и морские отложения.

В рамках палиностратиграфических исследований Н. С. Болиховской особое внимание уделялось детальному палинологическому изучению разрезов, в которых новейшие отложения представлены почти в полном объеме и охарактеризованы всем комплексом палеогеографических методов (геоморфологического, литолого-минералогического, палеопочвенного, палеомагнитного, абсолютного датирования, палеоботанического, палеофаунистического и др.). Наиболее перспективными объектами для решения вопросов климатостратиграфии, воссоздания непрерывной палеогеографической летописи и корреляции палеоклиматических событий континентального плейстоцена стали опорные разрезы

Лихвин, Араповичи, Стрелица, Отказное, Молодова и др., расположенные в центре и южной половине Восточно-Европейской равнины. Эта территория, вследствие многократного развития здесь в плейстоцене покровных оледенений, мерзлотных процессов и периодов лёссовобразования, относится к тем ключевым регионам Северной Евразии, где наиболее успешно решаются вопросы климатостратиграфии новейших отложений и периодизации палеоклиматических событий неоплейстоцена и заключительных этапов эоплейстоцена (т.е. примерно последних 900 тыс. лет). Синтез результатов детального палинологического анализа и литературных данных мультидисциплинарного изучения указанных разрезов позволил определить возраст содержащихся в них межледниковых, перигляциальных (межстадиальных, межфазиальных, стеноперигляциальных) и гляциальных палинофлор, реконструировать фазы в развитии растительности почти непрерывного ряда глобальных климатических ритмов разного ранга и, используя обширный комплекс историко-флористических, палеофитоценологических и климато-стратиграфических критериев, выполнить их детальное климатостратиграфическое расчленение и корреляцию [1, 3].

Поскольку диапазон ¹⁴C метода датирования составляет примерно последние 30–40 тыс. лет, для абсолютной хронологии реконструируемых палеоклиматических этапов плейстоцена преимущественно использовались данные наиболее перспективных методов определения возраста четвертичных отложений — электронно-парамагнитнорезонансного (ЭПР) анализа остатков малакофауны и метода оптически инфракрасно-стимулированной люминесценции (ИК-ОСЛ) зерен полевых шпатов из вмещающих отложений. ЭПР-летопись изменений климата и уровня моря в объеме неоплейстоцена была получена А. Н. Молодьковым по свыше 350 образцам раковин моллюсков, отобранным главным образом из трансгрессивных морских отложений от Средиземноморья до Шпицбергена и от Балтики до Новосибирских островов. Большая часть раковин отобрана из разновозрастных отложений арктического палеошельфа, являющегося свидетельством чередующихся морских трансгрессий (событий относительно высокого уровня моря), во время которых большие эпикон-

тинентальные бассейны занимали обширные области северного побережья Евразии (см., напр., рис. 2 в [6]).

Частотное распределение ЭПР-датировок на временной шкале образует ряд интервалов (ЭПР-кластеров), которые могут быть сопоставлены со временем значительного потепления климата, с таянием ледников и с трансгрессией Мирового океана [4]. Интервалы времени, где ЭПР-определения отсутствуют (ЭПР-хиатусы), сопоставлены с существенными похолоданиями климата или периодами развития покровных оледенений в северном полушарии, сопровождаемыми регрессией океана и значительными ухудшением природной обстановки на континенте. Так получаем независимую климато-хроностратиграфическую запись, отражающую чередование во времени крупных палеоклиматических событий ледникового и межледникового ранга.

Интегрированный подход позволил выполнить корреляцию межледниково-ледниковых сукцессий в различных средах и установить абсолютную хронологию основных палеогеографических событий плейстоцена Северной Евразии в объеме последних ~900 тыс. лет [7] (см. рисунок).

Палеоклиматические коррелятивы континентальной и морской записей

Всей совокупностью полученных для Северной Евразии палеогеографических данных выявлено существование в неоплейстоцене весьма сложной межледниково-ледниковой климаторитмики. Установлено, что изменения природной среды Восточно-Европейской равнины на протяжении неоплейстоцена (в пределах хрона Брюнес) были обусловлены сменами 15 глобальных климатических событий: 8 межледниковьями, включая голоцен, и 7 разделяющими их оледенениями или похолоданиями ледникового ранга (см. колонку «Климатостратиграфия» на рисунке). Они реконструированы в виде полных климатических ритмов ледникового и межледникового ранга или в виде большей части составляющих их климато-фитоценологических фаз.

Палеоботанические и геохронологические материалы по предшествующим хрону Брюнес этапам плейстоцена — петропавловскому межледниковью и покровскому похолоданию — малочисленны и крайне редко охарактеризованы всем комплексом палеогеографических, в том числе спорово-пыльцевых, данных в одном местонахождении. Поэтому большой интерес представляют ландшафтно-климатические реконструкции этих интервалов, полученные по результатам палинологического анализа разрезов Стрелица (на Верхнем Дону), Отказное (на Средней Куме), Ливенцовка и Маргаритовка (в северо-восточном Приазовье), в которых инверсией Матуяма-Брюнес (датируемой ~780 тыс. л.н.) маркируется переход от последнего эоплейстоценового межледниково-ледникового цикла (петропавловское межледниковье — покровское оледенение) к первому в хроне Брюнес неоплейстоценовому (гремячевскому) межледниковью [1, 2].

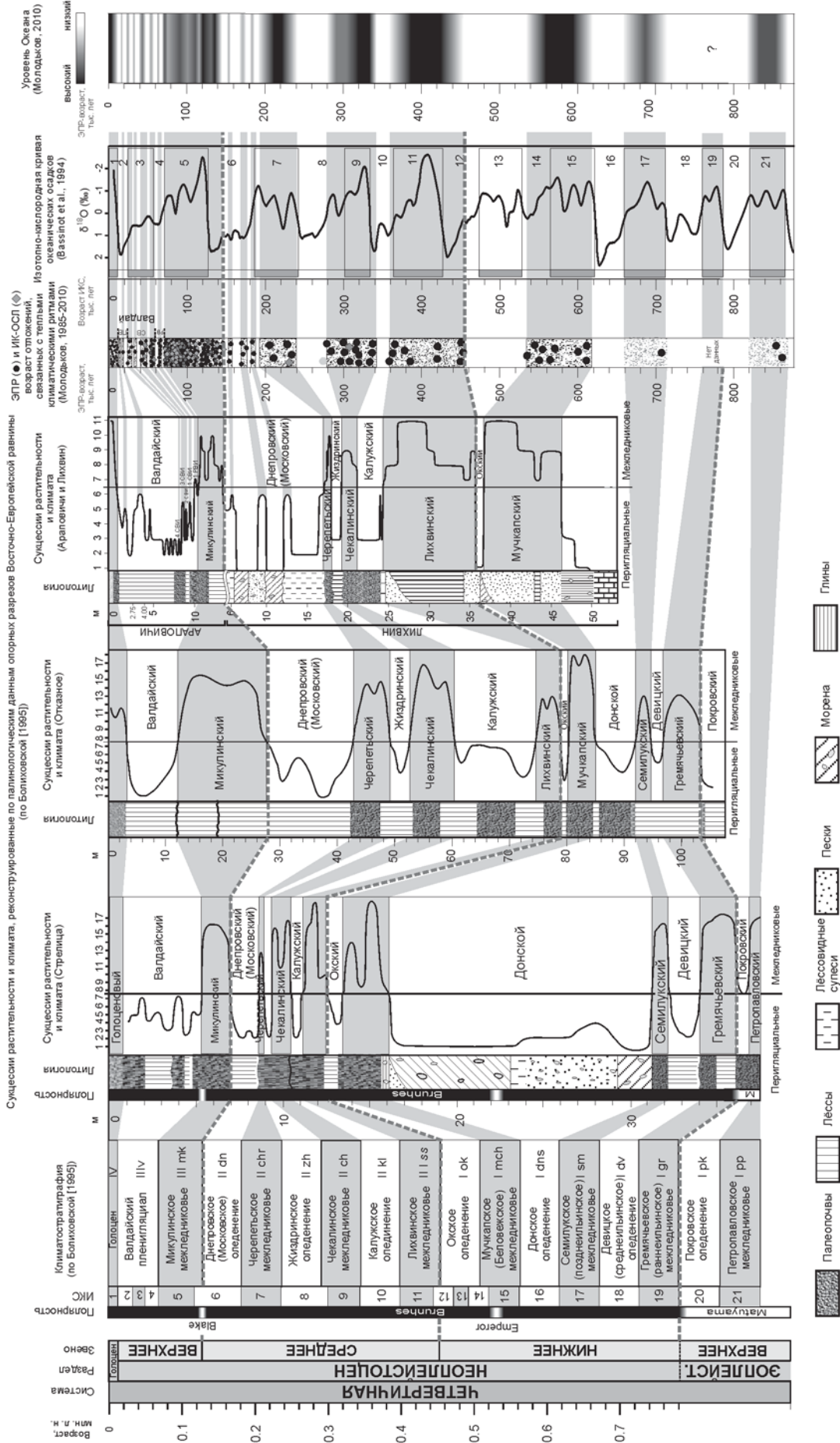
На протяжении *петропавловского межледниковья* в разрезе Ливенцовка формировались нижняя красноцветная почва и нижняя часть вышележащих серых глин скифской толщи [2]. Доминирующую роль в автоморфных ландшафтах Нижнего Дона в это время играли вязово-грабово-дубовые леса, а менее благоприят-

ные места обитания занимали сосново-кедрово-пихтово-еловые и березовые леса. Список характерных таксонов петропавловской дендрофлоры Ливенцовки довольно обширен — *Picea* sect. *Omorica*, *P. sect. Eupicea*, *Abies* sp., *Pinus* s.g. *Haploxylon*, *P. sylvestris*, *Juniperus* sp., *Betula* sect. *Albae*, *Alnus incana*, *A. glutinosa*, *Quercus robur*, *Q. cf. pubescens*, *Plex* sp., *Carpinus betulus*, *C. orientalis*, *Corylus avellana*, *Tilia cordata*, *Ulmus* cf. *foliacea*, *U. pumila*, *Alnaster* sp. и др. Петропавловское межледниковье сопоставляется с 21-й ИКС и, предположительно, с высоким стоянием уровня моря около 860 тыс. л.н., отмеченным двумя ЭПР-датами по раковинам из морских отложений в Восточной Антарктиде, расположенных в ~350 км от современной береговой линии.

В покровское похолодание (ИКС 20) в большинстве восточно-европейских лёссовых областей доминировали перигляциальные степи. В Ливенцовском разрезе оно нашло отражение в палиноспектрах верхней части серых глин и «горизонта В» верхней красноцветной почвы, свидетельствующих, что на Нижнем Дону это было время развития перигляциальных тундро-лессостепей с господством ерниковых формаций из *Betula fruticosa*, *Alnaster fruticosus* и *Salix* sp., хвойно-березовых редколесий и открытых пространств, травяно-кустарничковый покров которых составляли *Ephedra* sp., *Ericales*, *Roaceae*, *Cyperaceae*, *Chenopodiaceae*, *Artemisia* sp., *Onagraceae*, *Thalictrum* sp. и др.

Ранний неоплейстоцен (в пределах хрона Брюнес) охватывает 3 межледниковья и 3 холодные эпохи: гремячевское межледниковье, девицкое похолодание, семилукское межледниковье, донское оледенение, мучкапское межледниковье и окское оледенение. Средний неоплейстоцен включает 3 межледниковья и 3 похолодания: лихвинское *s.str.* межледниковье, калужское похолодание, чекалинское межледниковье, жиздринское похолодание, черепетьское межледниковье и днепровское оледенение. Подчеркнем, что лихвинская эпоха сменяется не днепровским оледенением, как часто представляется исследователями по геологически неполным разрезам — между ними существовали еще два межледниковых этапа, разделенных похолоданием ледникового ранга. Отметим также, что внутри днепровских аккумуляций, а также между днепровскими и микулинскими образованиями в разрезах и ледниково-перигляциальных, и внеледниковых областей отсутствуют отложения, которые по палинологическим критериям могли бы соответствовать межледниковью горизонту. Днепровское (*sensu lato*) оледенение, по нашим данным, разделялось длительным межстадиалом на две (днепровскую и московскую) стадии, внутри которых установлены раннеднепровский и позднемосковский межстадиалы. В позднеплейстоценовое звено входят микулинское межледниковье, валдайское оледенение и продолжающееся современное (голоценовое) межледниковье.

Длительный (примерно от 780 до 660 тыс. л.н.) и сложный интервал, включающий *гремячевское межледниковье* (ИКС 19), *девицкое похолодание* и *семилукское межледниковье*, подробно охарактеризован нами в разрезах Верхнего Дона и Средней Кумы. В большинстве лёссовых областей Восточной Европы во время двух начальных межледниковий хрона Брюнес



Климато-хроностратиграфическая схема неолейстоцена Северной Евразии. Основные палеоклиматические события прослеживаются в различных природных средах и коррелируются между собой

преобладали лесостепные ландшафты с сухим летом и влажной зимой. Характерные таксоны гремячевской дендрофлоры района Верхнего Дона — *Picea s. Omorica*, *Pinus s. Cembra*, *P. sylvestris*, *Betula s. Costatae*, *B. pendula*, *B. pubescens*, *Quercus robur*, *Q. ilex*, *Carpinus betulus*, *C. orientalis*, *Tilia cordata*, *T. tomentosa*, *Morus*, *Lonicera* и др. Во время **девицкого похолодания** (ИКС 18) в этом районе были развиты перигляциальные тундры и лесотундры. К числу характерных таксонов межледниковой флоры Стрелицы времени семилукского термохрона относятся *Picea s. Omorica*, *P. s. Eupicea*, *Pinus s. Cembra*, *P. sylvestris*, *Betula pendula*, *B. pubescens*, *Quercus robur*, *Tilia cordata*, *Ulmus laevis*, *Euonymus* и др. Единичная ЭПР-датировка 715 тыс. л. н., полученная по морским отложениям п-ова Таймыр, может свидетельствовать об относительно высоком уровне моря в течение 17-й ИКС, сопоставляемой с семилукским межледниковьем.

Донское ледниковое время (~ 660 — 610 тыс. л. н.) сопоставляется нами с ИКС 16. В фазы его климатического пессимума в районах Верхней Оки и Верхнего Дона преобладали перигляциальные тундры и лесотундры, во внеледниковых областях Приднепровской низменности — перигляциальные лесостепи и степи, а в Восточном Предкавказье — хвойно-березовые редколесья с холодолюбивыми ерниковыми сообществами [1]. Палиноспектры с господством криофитов (*Betula nana*, *B. fruticosa*, *Alnaster fruticosus*, *Dryas octapetala*, *Selaginella selaginoides* и др.) характерны для озерно-ледниковых осадков донского криохрона в Лихвине. В разрезах Верхнего Дона (Стрелице и др.) представлен мощный донской ледниковый комплекс, состоящий из флювиогляциальных осадков и двух морен, разделенных толщей песков. Накопление большей части межморенных песков происходило в приледниковых ландшафтах перигляциальной тундры, а спектры из их нижней части, отражают перигляциально-степные ценозы внутридонского межстадиала.

Мучкапское межледниковье (~ ИКС 15, ЭПР-кластер 610—536 тыс. л. н.), согласно палинологическим данным, отличалось от двух предшествующих межледниковий значительно большей влагообеспеченностью. Ни в одном из изученных восточно-европейских районов не зафиксированы фазы зонального развития степных ландшафтов, лесостепи были только в Причерноморье и Приазовье. На большей части Восточно-Европейской лёссовой провинции в климатический оптимум мучкапского межледниковья доминировали хвойно-широколиственные леса с участием неогеновых экзотов, а в Предкавказье — полидоминантные широколиственные леса из видов *Carpinus*, *Fagus*, *Carya*, *Pterocarya*, *Liquidambar*, *Juglans*, *Castanea* и других тепло- и влаголюбивых пород [1]. Так, на Верхнем Дону большую часть межледниковья господствовали хвойно-широколиственные леса, а в самую оптимальную фазу — темнохвойно-широколиственные леса из пихты, ели секций *Omorica* и *Picea*, сосен *ss. Cembra* и *Strobos*, *Zelkova* sp., *Carpinus caucasica*, *C. betulus*, *C. orientalis*, *Ostrya* sp., *Corylus colurna*, *Acer* sp., *Quercus petraea*, *Q. robur*, *Q. pubescens*, *Tilia platyphyllos*, *T. tomentosa*, *T. cordata* и др.

Окское похолодание (~ ИКС 12, ЭПР-хиатус 536—455 тыс. л. н.). Палеофитоценологические реконст-

рукции свидетельствуют о суровом криоаридном климате этого продолжительного похолодания. На Верхнем Дону в развитии ледниковых ландшафтов окского этапа сначала доминировали перигляциальные тундры с преобладанием березовых редколесий из *Betula tortuosa*, *B. pubescens*, *B. pendula* и ерниковых ассоциаций (*Betula fruticosa*, *B. nana*), а впоследствии перигляциальные лесотундры с господством сосново-березовых редколесий. Во внеледниковых районах Поднепровья и на крайнем юго-западе (в бассейне Нижнего Днестра) в это время распространялись перигляциальные степи с участием в составе кустарниковых формаций *Betula fruticosa*. В Восточном Предкавказье господствовали перигляциальные лесостепи.

Лихвинское межледниковье (~ ИКС 11, ЭПР-кластер 455—360 тыс. л. н.). Реконструкции изменений растительного покрова в течение лихвинского межледниковья, полученные для различных районов, свидетельствуют, что в южной половине Восточно-Европейской равнины во время лихвинских термических максимумов климатические условия были более теплыми и сухими, чем в предшествующее, мучкапское межледниковье. В климатический оптимум лихвинского термохрона в центральных районах Восточной Европы сначала доминировали дубово-грабовые, затем словопихтовые и грабово-буково-дубовые леса. В термоксеротический максимум, приуроченный к первой половине межледниковья, в лёссовых областях зональное развитие получили злаковые и разнотравно-злаковые степи. Термогигротический максимум, зафиксированный во вторую половину межледниковья, характеризовался широкой экспансией тепло- и влаголюбивых пород (*Tsuga*, *Pterocarya fraxinifolia*, *Juglans regia*, *Fagus orientalis*, *F. sylvatica*, *Carpinus betulus* и др.) в лесные формации господствовавшей в это время лесной зоны и локализованных на юго-востоке лесостепей.

В самые холодные фазы **калузского похолодания** (~ ИКС 10, ЭПР-хиатус 360—340 тыс. л. н.) территории верхней Оки и верхнего Дона занимали перигляциальные тундры и лесотундры, участки тундро-лесостепей и тундро-степей, а в южной части внеледниковой зоны Восточно-Европейской равнины преобладали перигляциальные лесостепи и степи. Во время **чекалинского межледниковья** (~ ИКС 9, ЭПР-кластер 340—280 тыс. л. н.) изученные восточноевропейские области были заняты растительными формациями лесной и лесостепной зон, в дендрофлоре которых резко сократилось, по сравнению с предыдущими межледниковьями, участие плиоценовых экзотов. **Жиздринское похолодание** (~ ИКС 8, ЭПР-хиатус 280—240 тыс. л. н.) в Восточно-Европейской лёссовой провинции привело к господству в северных ледниково-перигляциальных областях перигляциальных тундр, лесотундр и степей, а в криоаридных ландшафтах Восточного Предкавказья — березовых редколесий и ерниковых формаций. В эпоху **черепетьского межледниковья** (~ ИКС 7, ЭПР-кластер 240—205 тыс. л. н.) в лёссовых областях Восточно-Европейской равнины повсеместно господствовали леса, в которых заметную роль играли ксерофитно-широколиственные формации из *Carpinus orientalis*, *Ostrya* sp., *O. carpinifolia* и др. Данные по Лихвинскому стратотипическому разрезу свидетельствуют,

что в самые оптимальные фазы развития межледниковой растительности в районе верхней Оки доминировали грабово-дубовые и кедрово-широколиственные формации.

Во время **днепровского (московского) оледенения** (~ ИКС 6, ЭПР-кластер 205–145 тыс. л. н. и три подкластера в этом интервале) в Лихвине формировалась мощная толща, состоящая из: 1) раннеднепровских водно-ледниковых алевритов, характеризующихся преимущественно тундро-степными палиноспектрами; 2) трехслойной морены, отвечающей днепровской и московской стадиям оледенения и днепровско-московскому межстадиалу, в ландшафтах которого преобладали сосновые редколесья, ольховниковые и ерниковые заросли; 3) позднемосковских лёссовидных супесей. Первое улучшение климатической обстановки, приведшее к таянию льдов днепровского оледенения, отмечено в верхней части водноледниковых алевритов в самом начале изотопной стадии 6. Судя по трем определениям ЭПР-возраста раковин моллюсков, отобранных из поднятых морских горизонтов высокоширотной Арктики, это потепление имело возраст ~ 184 тыс. л. н. В палиностратиграфической летописи Лихвинского разреза оно, скорее всего, коррелируется с сигналом потепления интерстадиального ранга, отражающим переход от преимущественно тундро-степных ландшафтов к господству перигляциальных сосновых редколесий. В ландшафтах второго (днепровско-московского) интерстадиала преобладали сосновые редколесья, ольховниковые и ерниковые заросли, кустарниковые формации из *Alnaster* и карликовой березы. Четыре ЭПР-датировки по морским отложениям Евразийского Севера свидетельствуют, что второе интерстадиальное потепление имело место ~ 172 тыс. л. н. Третье позднемосковское интерстадиальное потепление характеризуется развитием березовых редколесий с *Betula fruticosa* в кустарниковом ярусе и травяно-кустарничковым покровом, в котором участвовали *Arctous alpina*, *Cannabis* sp., *Artemisia* s.g. *Seriphidium*, *Thalictrum* cf. *alpinum* и др. На основе трех определений ЭПР-возраста раковин моллюсков из морских отложений п-ова Таймыр, третий интерстадиал днепровского времени датируется нами приблизительно в 155 тыс. л. н.

Микулинское межледниковье (ЭПР-кластер от ~ 145–140 до 70 тыс. л. н., охватывающий заключительную часть ИКС 6 и ИКС 5). Для микулинского межледниковья реконструирована весьма сложная климатическая структура. Времязависимое частотное распределение всех ЭПР-датировок, полученных нами в интервале ИКС 5 [6] для морских отложений евразийского Севера, и ИК-ОСЛ-датировок по межморенным и межледниковым отложениям [5, 8] выявило 5 высокочастотных интервалов, возрастом примерно 135, 120, 110, 90 и 70 тыс. л. н., коррелируемых нами с периодами относительно теплого климата и затопления обширных участков суши, и 4 низкочастотных интервала с возрастом ~ 130, 115, 100 и 75 тыс. л. н., сопоставляемых с похолоданиями климата и отступанием моря. Эти наблюдения подкрепляются также данными детального палинологического анализа лёссово-почвенных и других континентальных отложений, формировавшихся в последнепровское (последнемосков-

ское) время в центральных районах Восточной Европы, расположенных ныне в пределах подзоны смешанных лесов. Судя по полученным результатам, наиболее высокая влагообеспеченность в позднем плейстоцене была свойственна здесь интервалу от начала микулинского межледниковья до конца первого ранневалдайского интерстадиала, а в юго-западных районах, занятых сейчас широколиственными лесами, — до конца второго ранневалдайского интерстадиала. На значительную длительность микулинской эпохи указывают также сложный ход изменений растительного покрова, четкое выделение стадий межледникового климатического ритма и наличие внутри него нескольких эндотермальных похолоданий. Палинологические данные, полученные по всей Восточно-Европейской лёссовой провинции, свидетельствуют, что лесные формации, представленные в оптимальные фазы широколиственными и хвойно-широколиственными ассоциациями европейских и панголарктических элементов дендрофлоры, во время этого межледниковья доминировали на Вольно-Подоллии, на севере Среднерусской возвышенности и Приднепровской низменности, а также в Восточном Предкавказье [3]. Приднестровская и Окско-Донская лёссовые области были заняты в это время лесостепными ландшафтами.

Наши результаты не подтверждают широко распространенного представления о том, что последнее межледниковье было непродолжительным и сопоставимо лишь с изотопной подстадией 5e, а остальная часть ИКС 5 (т.е. 5d–5a) отвечала ледниковому времени — ранней Weichselian в Западной Европе и раннему валдаю в России. По нашим данным, изотопной подстадии 5e отвечает, по крайней мере, первый из трех климатических оптимумов этого межледниковья.

Валдайский пленигляциал (ИКС 4–2, от 70 до 11 тыс. л. н.) **с серией интерстадиальных событий**. ЭПР-датировки по раковинам морских моллюсков в пределах изотопных стадий 4–2 представлены четырьмя кластерами (66.0–61.1, 58.7–52.0, 47.5–40.0 и 28.4–23.0 тыс. л. н.) и тремя единичными датировками (~ 32, 17 и 13.5 тыс. л. н.). О сложной климаторитмике валдайского времени свидетельствуют реконструкции многократных ландшафтно-климатических смен в различных районах Восточно-Европейской равнины. Внутри валдайского ледникового этапа реконструированы три ранневалдайских, три средневалдайских и три поздневалдайских межстадиала и десять холодных стадийных этапов. Все они отличаются своеобразием флористических, фитоценологических и климатических характеристик, подробно освещенных нами и другими исследователями. Наглядное представление о динамике ландшафтно-климатических изменений и характере зональных типов перигляциальной растительности каждого межстадиального и стадийного интервала валдайской эпохи дают реконструкции, выполненные по материалам палинологического анализа и абсолютного датирования изученных нами и другими авторами разрезов, расположенных в районах современных смешанных и широколиственных лесов, степей и лесостепей [3]. Во время большей части криоксеротических валдайских интервалов в изученных районах доминировали перигляциальные степи и лесостепи, а в криогигро-

ческие стадии и субстадии большую часть этой территории занимали перигляциальные тундры, лесотундры, тундро-степи и тундро-лесостепи. Последние не отмечены только в экстрагляциальной области Предкавказья, которую отличало развитие в криогигротическую стадию валдайского времени перигляциальных лесостепей, а в криоксеротическую стадию — перигляциальных полупустынь.

Литература

1. *Болыховская Н. С.* Эволюция лёссово-почвенной формации Северной Евразии. М.: Изд-во МГУ, 1995. 270 с.
2. *Болыховская Н. С.* К проблеме палиностратиграфии, климатостратиграфии и корреляции позднекайнозойских отложений Нижнего Дона // Палеомагнетизм новейших отложений бассейна Дона. М.: МГУ, Географический ф-т (ВИНИТИ, №3552-В97), 1997. С. 46–59.
3. *Болыховская Н. С.* Основные этапы развития растительности и климата в плейстоцене // География, общество, окружающая среда. Структура, динамика и эволюция природных геосистем. М.: ГЕОС, 2004. Т. 1. Гл. 3.6. С. 561–582.
4. *Болыховская Н. С., Молодьков А. Н.* К корреляции континентальных и морских четвертичных отложений Северной Евразии по палинологическим данным и результатам ЭПР датирования // Актуальные проблемы палинологии на пороге третьего тысячелетия. М.: Изд. ИГиРГИ, 1999. С. 25–53.
5. *Gaigalas A., Molodkov A.* ESR Ages of Three Lithuanian Mid-Late Pleistocene Interglacials: Methodical and Stratigraphical Approach // *Geochronometria*. 2002. Vol. 21. P. 57–64.
6. *Molodkov A., Bolikhovskaya N.* Climate change dynamics in Northern Eurasia over the last 200 ka: Evidence from mollusc-based ESR-chronostratigraphy and vegetation successions of the loess-palaeosol records // *Quaternary International*. 2009. 201. P. 67–76.
7. *Molodkov A., Bolikhovskaya N.* Climato-chronostratigraphic framework of Pleistocene terrestrial and marine deposits of Northern Eurasia, based on pollen, electron spin resonance, and infrared optically stimulated luminescence analyses // *Estonian Journal of Earth Sciences*. 2010. Vol 59. P. 49–62.
8. *Molodkov A., Bitinas A., Damiulytė A.* IR-OSL dating studies of glacial sediments from the Lithuanian Maritime Region // *Quaternary Geochronology*. 2010. 5. P. 263–268.

УГЛИ ПРИАМУРЬЯ: ВОЗРАСТ, УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И РАСТИТЕЛЬНАЯ ОСНОВА

Е. В. Бугдаева, В. С. Маркевич

Биолого-почвенный институт ДВО РАН, Владивосток; bugdaeva@ibss.dvo.ru

Изучены растения-углеобразователи раннепалеогеновых месторождений Зейско-Буреинского бассейна (Приамурье). Впервые из углей этого региона выделены дисперсные кутикулы таксодиевых. Установлено, что с дания таксодиевые становятся эдификаторами, поставляя обильный растительный материал для формирования углей.

Введение

На территории Зейско-Буреинского бассейна широко распространены верхнемеловые и кайнозойские отложения. Угленосность приурочена к датским отложениям, относимым к кивдинским слоям верхнецаганской подсветы на левом берегу р. Амур и формации Уюнь на правом [3–5]. На этом временном отрезке сложились благоприятные условия для существования на обширных пространствах болотной растительности, преобразовавшейся затем в растительную мортмассу, давшую начало приамурским углям.

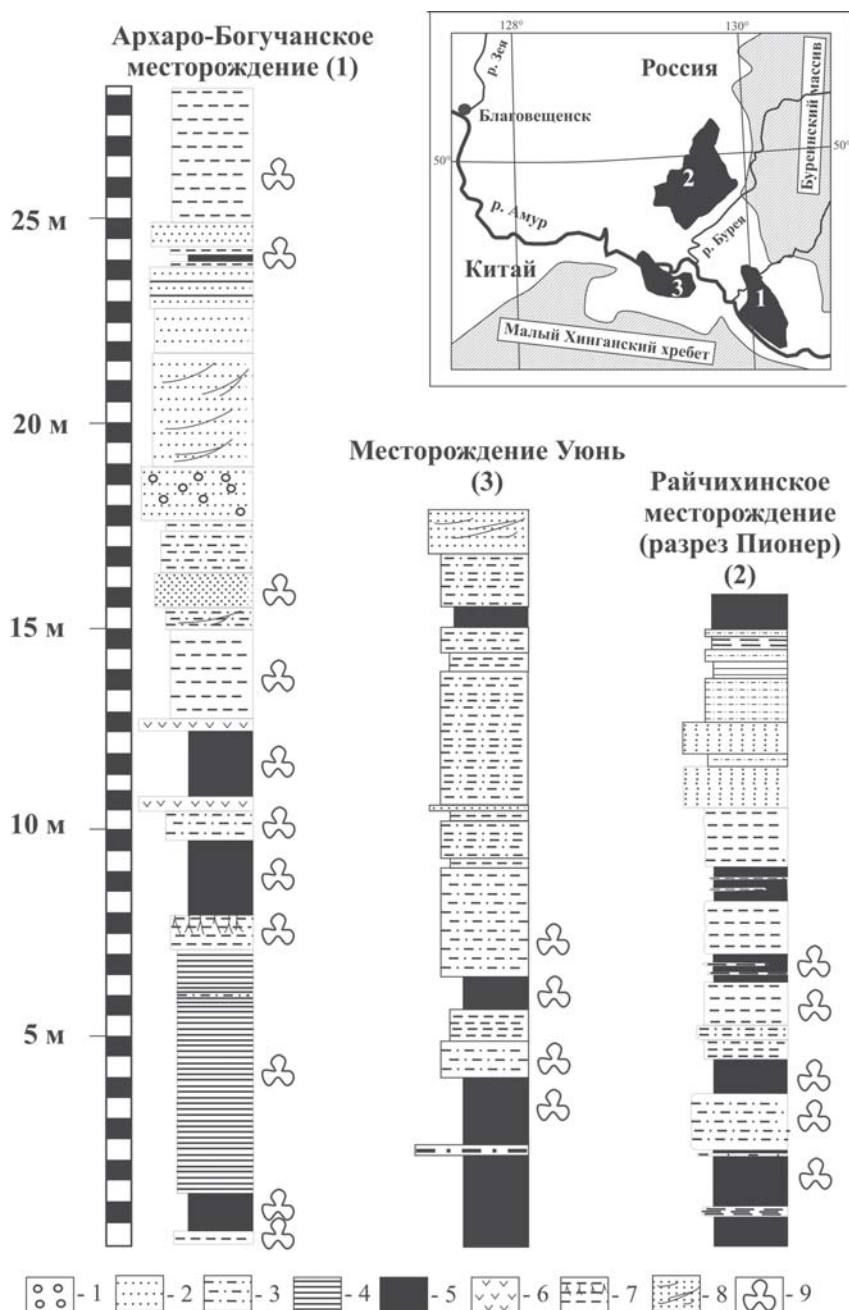
Материал и методика

Растения-углеобразователи выявлялись непосредственно из углей месторождений, расположенных на юго-востоке Зейско-Буреинского бассейна — Архаро-Богучанского, Райчихинского и Уюнь (см. рисунок). Угли образовывались в результате биогенной седиментации при почти полном отсутствии терригенной, поэтому можно предполагать, что растения, давшие начало углям, произрастали на месте формирования торфяной залежи. Поскольку кластические отложения представляют собой материал, транспортированный из областей сноса, то, соответственно, комплексы фитофоссилий из терригенных отложений между пластами углей зачас-

тую имеют смешанный характер и могут включать остатки, как склоновых растений, так и низинных.

Разрезы угольного месторождения Уюнь были описаны и опробованы в 2002 и 2008 годах, Архаро-Богучанского и Райчихинского (участок Пионер) — в августе 2003 года в рамках работ по Международному проекту «Биота на мел-палеогеновой границе в Приамурье» (руководитель — проф. Сунь Ге, Палеонтологический институт, Шэньянский педагогический университет, КНР).

Авторы располагают следующим материалом: из Архаро-Богучанского месторождения — 29 проб (номер коллекции — АВ1153), участка Пионер — 9 проб (Р1107), месторождения Уюнь — 7 проб (W1076). Из углей последнего месторождения были выделены дисперсные кутикулы. Пробы для спорово-пыльцевого анализа обрабатывались по стандартной мацерационной методике, предложенной А. А. Любер и И. Э. Вальц для высокометаморфизованных пород и углей. Для получения кутикул угли окислялись в концентрированной азотной кислоте, промывались дистиллированной водой, затем подвергались воздействию 10 %-ной щелочи (КОН) и также промывались. Выделенные кутикулярные пленки заключались в консервирующую среду постоянных препаратов для изучения с помощью светового микроскопа (СМ) или помещались на столики с пос-



Геологические разрезы Архаро-Богучанского, Уюньского и Пионерского угольных разрезов. На врезке схематичная палеогеографическая карта времени формирования угольных месторождений Зейско-Бурейского бассейна, где белым цветом показана долина; серым — склоны гор, обрамлявших долину; черным — заболоченные низинные участки.

1 — конгломерат; 2 — песчаник; 3 — алевролит; 4 — глина; 5 — уголь; 6 — риолитовый туф; 7 — палеопочва; 8 — текстуры косой слоистости; 9 — места отбора палинологических проб.

ледующим напылением золотом для изучения при помощи электронного сканирующего микроскопа (СЭМ).

Результаты

Архаро-Богучанское месторождение. В его разрезе насчитывается четыре продуктивных пласта (снизу вверх): «Нижний» (мощность около 2 м), «Двойной» (около 8 м), «Промежуточный» (менее 1 м) и «Великан» (около 10 м). В исследованном нами разрезе отсутствует самый верхний угольный пласт.

Состав растений-углеобразователей из разных пластов в основном сходен: они представлены папоротниками и сосновыми. Однако палиноспектр из верхнего

угольного прослоя пласта «Двойной» отличается от таковых из двух ниже лежащих углей более высоким участием (свыше 30 %) покрытосеменных. Этот уголь в разрезе перекрывает маломощный слой риолитового туфа. Можно предположить, что болото, на котором произрастали растения, впоследствии сформировавшие уголь, было засыпано вулканическим пеплом. В таких нарушенных местообитаниях получают преимущество покрытосеменные в силу своей эксплерентной природы. Очевидно, цветковые, внедрившись в растительные сообщества заболоченных низин, заняли в них устойчивые позиции, что и отражает состав палиноспектра верхнего угольного прослоя.

По литологическим признакам можно выделить две обстановки для времени формирования этого угольного месторождения — сначала существовали болота и заболоченные низменности, впоследствии редуцированные. С. Сузуки с соавторами [8] по фациальным особенностям восстанавливают обстановки болотистого озера, окруженного лесом, или речной долины со многими руслами рек, между которыми произрастали деревья. Палеопочвы указывают на поверхностные условия. Далее происходит смена обстановок. Тонкозернистый песчаник с косыми сериями свидетельствует о формировании осадочной толщи в речных условиях [8].

С переменной палеосред тесно связано изменение состава растительности: по палинологическим данным влажные хвойные долинские леса с папоротниковым подлеском сменяются широколиственными лесами со значительным участием таксодиевых и кипарисовых. По составу растительных макроостатков реконструируются хвойно — широколиственные леса с таксодиевыми, кипарисовыми, платановыми и кизилковыми, которые сменяются хвойно — широколиственными лесами с преобладанием таксодиевых, *Trochodendroides*, платановых, березовых [1].

Райчихинское месторождение (участок Пионер). Разрез участка представлен чередованием алевролитов, песчаников и пяти угольных прослоев, мощность которых варьирует от 0.5 м до 2.5 м.

В состав растений-углеобразователей входят преимущественно растения, продуцировавшие двумешковую пыльцу. В нижнем угольном прослое велика роль спор папоротникообразных, однако, в вышележащих углях она снижается. Пыльца таксодиевых находится на втором месте по количественному участию. Болотную растительность слагали хвойные (сосновые, таксодиевые, кипарисовые) и папоротники с некоторым участием покрытосеменных.

Необходимо отметить такую закономерность, как увеличение количества пыльцы таксодиевых в кластических междупластиях и уменьшение в углях. По всей вероятности, территория нынешнего месторождения была занята проточным болотом, время от времени заливавшимся реками, выходящими из берегов во время наводнений. Седиментологическими данными также реконструируется депрессия со сглаженным рельефом, снос в которую осуществлялся потоками с востока, северо-востока. Обратная сортировка отражает формирование отложений в речных условиях и является результатом наводнений [8].

Месторождение Уюнь. Разрез начинается угольным прослоем, видимая мощность которого более 5 м, перекрытым 1.5 метровым слоем косослоистых песчаников и алевропелитов. Выше залегает пласт угля мощностью около 0.5 м. Завершается разрез переслаивающимися песчано-глинистыми отложениями с косой слоистостью [7].

В состав растений-углеобразователей входят преимущественно таксодиевые и папоротники. При мацерации угля выделены многочисленные ксилемные элементы древесины таксодиевых, а также дисперсная кутикула листьев, в основном, представителей таксодиевых.

В кластических междупластиях Уюня закономерно уменьшается роль пыльцы таксодиевых и увеличивается значение двумешковой.

Обсуждение

В разновозрастных месторождениях Архаро-Богучан и Пионер, где были исследованы пласты малой мощности, основные углеобразователи сосновые и папоротники, а в Уюне, где мощность пласта превышает 5 м, — таксодиевые и папоротники. Для углей палеоценовой формации Форт Юнион в Северной Америке выявлена почти такая же ситуация [6]. Это различие объясняется Д. Дж. Николсом разницей в обстановках осадконакопления. Мощные угольные пласты указывают на формирование в обстановке облесенного болота, современные аналоги которого можно найти в заболоченных лесах с *Taxodium* и *Nyssa* юго-восточной части США. В палиноспектрах из кластических междупластий Уюня резко возрастает роль двумешковой пыльцы, что явно говорит о ее привносе со склонов. Это же подтверждается и по фациальным признакам: песчаники, несомненно, формировались в речных условиях [7].

В северо-западной части Зейско-Буреинского бассейна расположено разновозрастное Еркевецкое бурое угольное месторождение. Угленосная пачка включает до 10 пластов угля (четыре имеют мощность от 2 до 5.6 м). Указывается преобладание в палинокомплексах пыльцы таксодиевых [2], что подтверждает выявленную Д. Дж. Николсом закономерность о формировании мощных угольных слоев фитомассой таксодиевых лесов.

Относительно маломощные угольные прослои месторождений Архаро-Богучан и Пионер явно формировались в других условиях. Возможно, это были преимущественно безлесные болота; берега ручьев и рек, впадавших в них, занимали таксодиевые. По-видимому, двумешковая пыльца сосновых, занимавших окружающие склоны, беспрепятственно переносилась и захоранивалась в низинах, где шли процессы торфонакопления. Отметим, что содержание пыльцы древесных растений в палиноспектрах из углей невелико. Оно возрастает в кластических междупластиях. Также в этих слоях обычно встречаются остатки листьев, побегов и репродуктивных органов растений, принесенные с мест их произрастания.

Недопонимание таких тафономических особенностей приводит к ошибочным выводам о составе древних болотных сообществ. Например, Т. В. Кезина [2] считает, что одними из основных углеобразователей Архаро-Богучанского и Райчихинского месторождений были платановые. Известно, что последние являются представителями рипарийных, но не болотных растительных сообществ. Современные платаны обитают на аллювиальных почвах, по берегам рек и озер, по днищам ущелий. Добавим, что содержание трикольпатной пыльцы, которую, возможно, продуцировали платановые, составляет в углях вышеназванных месторождений от 0 до 4 %.

Современные таксодиевые являются остатками некогда процветавшего семейства. В настоящее время существуют их изолированные ареалы в Северной Америке и Восточной Азии, в то время как в палеогене и неогене эти растения были важными компонентами лесов, широко распространенных по всему северному полушарию.

В сантоне Зейско-Буреинского бассейна таксодиевые (*Sequoia* sp. и *Metasequoia* sp.) входили в состав растительных сообществ, но их значение было невелико. В

кампанский век разнообразие этой группы возросло за счет появления *Glyptostrobus* sp. и «*Taxodium*» sp., однако, по палинологическим данным количество ее пыльцы снижается. В маастрихтских палиносpectрах участие таксодиевых повышается, в позднемаастрихтской флоре они доминируют как по палинологическим, так и по палеоботаническим данным. Свой расцвет эта группа растений испытывает в начале кайнозоя, начиная играть эдификаторную роль. В эоцене и в последующие эпохи роль таксодиевых резко снижается.

Заключение

Растения-углеобразователи Архаро-Богучанского месторождения представлены папоротниками и сосновыми, а также покрытосеменными в верхнем угольном прослое, перекрывающем маломощный слой риолитового туфа. Возможно, болото было засыпано вулканическим пеплом. Эту вулканическую пустыню освоили покрытосеменные. Очевидно, цветковые, внедрившись в растительные сообщества заболоченных низин, заняли в них устойчивые позиции.

В состав растений-углеобразователей Райчихинского месторождения (участок Пионер) входят преимущественно растения, продуцировавшие двумешковую пыльцу. Пыльца таксодиевых находится на втором месте по значимости. Болотную растительность слагали хвойные и папоротники с некоторым участием покрытосеменных.

Территория нынешнего месторождения была занята проточным болотом, время от времени заливавшимся реками, выходящими из берегов во время наводнений.

В составе растений углеобразователей месторождения Уюнь основную роль играют таксодиевые, как по палинологическим, так и по палеоботаническим и палеоксилнологическим данным. Мощные угольные пласты этого месторождения формировались в обстановке облесенного болота, подобного современным заболоченным лесам с *Taxodium* и *Nyssa* на Атлантическом побережье США. Относительно маломощные угольные прослои месторождений Архаро-Богучан и Пионер явно формировались в других условиях. Возможно, это были преимущественно безлесные болота, в местах впадения

ручьев и рек в которые произрастали таксодиевые. По-видимому, двумешковая пыльца сосновых, занимавших окружающие склоны, беспрепятственно переносилась и захоранивалась в низинах, где шли процессы торфонакопления.

Работа выполнена при финансовой поддержке Дальневосточного отделения РАН (грант № 09-1-П15-02 и 11-III-Д-06-007).

Литература

1. Ахметьев М. А., Кезина Т. В., Кодрул Т. М., Манчестер С. Р. Стратиграфия и флора пограничных слоев мела и палеогена юго-восточной части Зейско-Буреинского бассейна // Сб. памяти члена-корреспондента АН СССР, проф. В. А. Вахрамеева (к 90-летию со дня рождения). М.: ГЕОС, 2002. С. 275–315.
2. Кезина Т. В. Палиностратиграфия угленосных отложений позднего мела и кайнозоя Верхнего Приамурья. Владивосток: Дальнаука, 2005. 206 с.
3. Маркевич В. С., Бугдаева Е. В. Сантон-датская палинофлора Зейско-Буреинского бассейна // Палинология: стратиграфия и геоэкология: Сборник научных трудов XII Всероссийской палинологической конференции. СПб: ВНИГРИ, 2008. Т. III. С. 157–164.
4. Маркевич В. С., Бугдаева Е. В., Ашраф А. Р. Палинофлора из угленосных отложений Архаро-Богучанского месторождения (Приамурье) // Эволюция жизни на Земле: Материалы III Международного симпозиума. Томск: ТГУ, 2005. С. 258–261.
5. Markevich V. S., Bugdaeva E. V., Ashraf A. R. Results of study of Arkhara-Boguchan coal field // Proc. 3rd Symp. Cretaceous Biot. K/T Boundary, Heilongjiang River Area, China. 2004. P. 41–44.
6. Nichols D. J. The role of palynology in paleoecological analyses of Tertiary coal // Intern. J. Coal geology. 1995. V. 28. P. 139–159.
7. Okada H. Sedimentological features of the Heilongjiang River sections // Proc. 3rd Symp. Cretaceous Biot. K/T Boundary, Heilongjiang River Area, China. 2004. P. 59–63.
8. Suzuki S., Ashraf A. R., Okada H. Sedimentary facies of Maastrichtian to Danian deposits in the Amur River area, the Russian Far East // Proc. 3rd Symp. Cretaceous Biot. K/T Boundary, Heilongjiang River Area, China. 2004. P. 65–74.

ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ ОБСТАНОВОК ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ МАМОНТОВОЙ ФАУНЫ ЛУГОВСКОЕ

Е. М. Бурканова

Томский государственный университет, Томск; burkanova@ggf.tsu.ru

Проведено комплексное исследование 235 образцов пород известного местонахождения мамонтовой фауны Луговское. Захоронение ископаемых остатков происходило на гидроморфном зверовом солонце, сформированном в пределах оврага ~ 17000–9500 лет назад. Подробная реконструкция окружающей среды выполнена для второй половины сартанского и голоценового времени. Дана краткая характеристика обстановок осадконакопления отложений каргинского и первой половины сартанского интервалов.

Введение. Местонахождение Луговское (~60°57'30" с.ш., 68°32'20" в.д.; альтитуда ~ 20 м) расположено в зоне средней тайги, в 25 км западнее г. Ханты-Мансийска. Широкою известность оно получило благодаря массовым находкам костей мамонтов, среди которых — уникальный позвонок, пробитый орудием древнего человека [7, 8]. С целью детального изучения геологии и палеогеографии Луговского, были описаны разрезы шести шурфов и шести скважин, пройденных с отбором керна на глубину от 15 до 21.6 м (рис. 1).

Местонахождение приурочено к древнему оврагу в пределах краевой части левобережной I надпойменной террасы р. Обь. Ископаемые и бульшая часть культурных остатков залегают в голубовато-, коричневатого-серых песчано-глинистых отложениях. Овраг длиной более 500 м, шириной 10–20 м с асимметричным поперечным профилем сформирован в первую половину сартанского криохрона при максимальном снижении уровня Мирового океана. Глубина эрозионного вреза по данным бурения более 11 м. Причина захоронения — регулярное посещение крупными млекопитающими гидроморфного зверового солонца, образовавшегося в результате вскрытия и размыва каргинских голубовато-серых глин и алевроитов. С¹⁴-датирование и корреляция разрезов указывают на формирование костеносных отложений в интервале ~ 17000 — 9500 л. н. [9, 10].

Методика работ и фактический материал. Описание разрезов проводилось классически. Из разрезов шурфов и скважин отобрано (через 0.1–0.4 м) и комп-

лексно исследовано 235 образцов пород. Техническая подготовка породы проводилась стандартным методом сепарации с применением ультразвука. Реконструкция окружающей среды основана, главным образом, на результатах палинологического, в меньшей степени, карпологического анализов с учетом данных по микрофауне.

Результаты. Специфика овражной седиментации местонахождения определяет высокий процент переотложения остатков млекопитающих и растений. Содержание пыльцы миоцен-плиоценового возраста достигает 20–50 % от спор и пыльцы, захороненных *in situ*. Наиболее типичными являются мегаспоры *Azolla* spp. и *Salvinia* sp., пыльца *Taxodiaceae*, *Tsuga* sp., *Pinaceae*, *Pinus* sp., *Liquidambar* sp., *Corylus* sp., *Quercus* sp., *Juglandaceae*, *Nyssa* sp., *Palmae* sp. и др. Кроме того, присутствовали створки панцирей диатомовых водорослей, скелетные образования силикофлагеллят и радиолярий. По данным микрофаунистического анализа (остракоды) накопление осадков происходило в условиях периодического неглубокого водоема с температурами воды 11–15° [4, 10].

Состав, а так же содержание спор и пыльцы из костеносного слоя, синхронных осадконакоплению, позволяют выделить три фазы развития ландшафтов во второй половине сартанского похолодания — начале голоцена (рис. 2). Важно отметить, что постоянным компонентом растительных сообществ во время формирования всего разреза костеносных отложений являлись водно-болотные травы (*Potamogetonaceae*, *Ranunculaceae*, *Menyanthaceae*, *Cyperaceae* и др.). По данным кар-

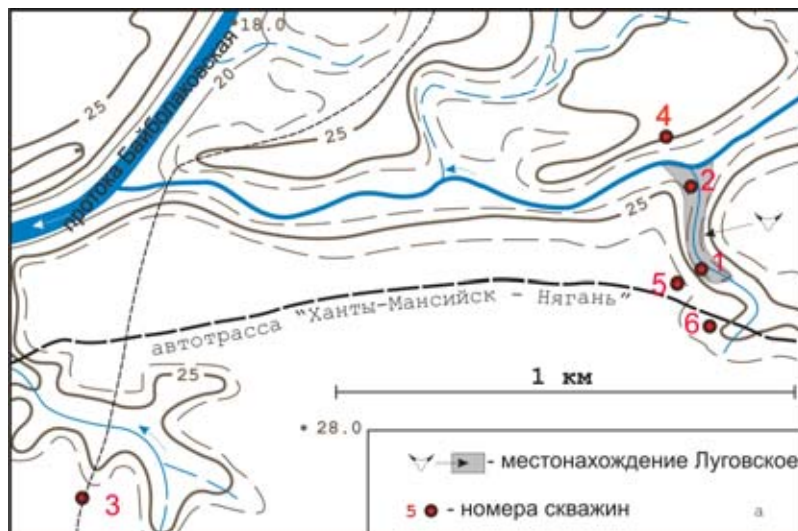


Рис. 1. Схема расположения скважин

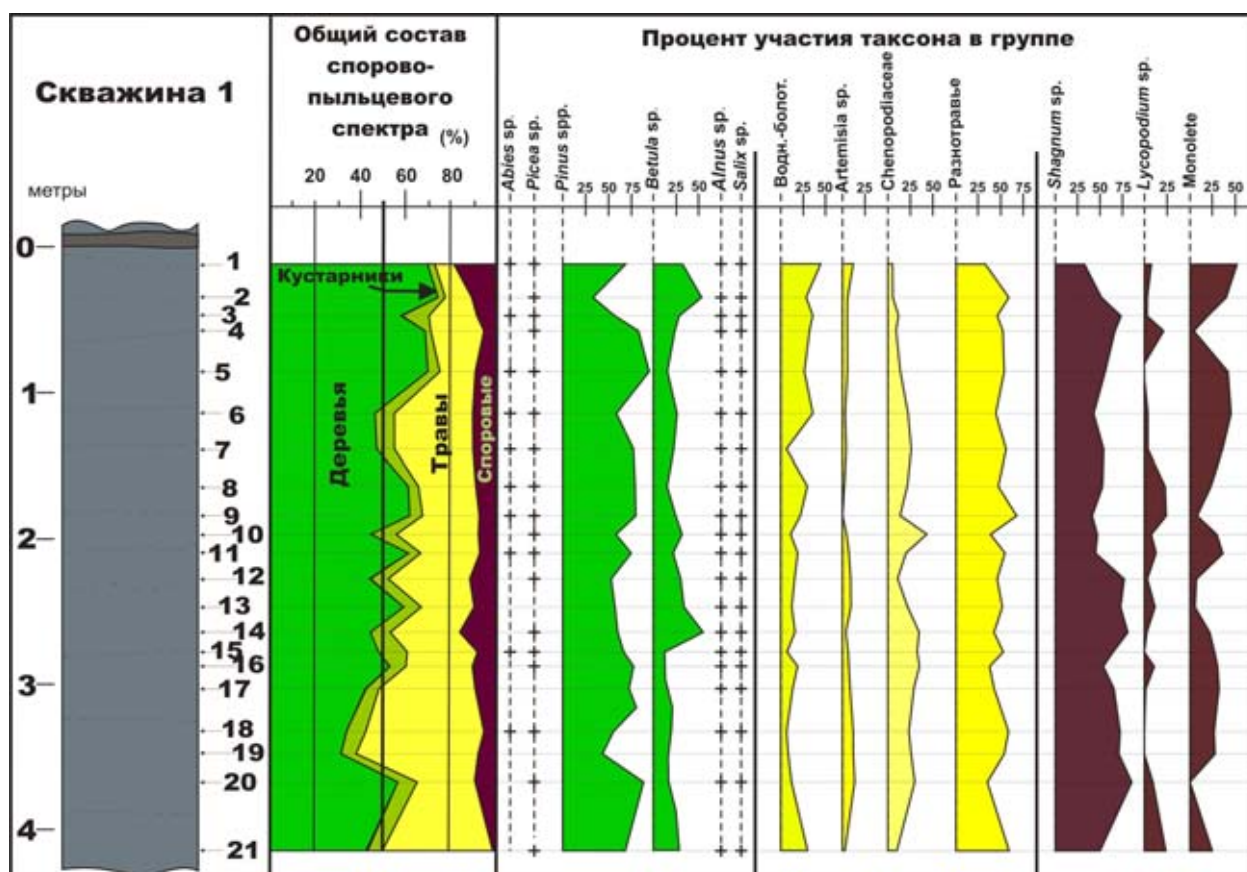


Рис. 2. Фрагмент спорово-пыльцевой диаграммы скважины 1 (костеносные отложения, сформированные в интервале ~ 17000—9500 л. н.)

палинологического анализа, особенным разнообразием отличались рода: *Carex*, *Scirpus*, *Ranunculus* [10].

Во время накопления нижней части костеносных отложений, были развиты разреженные мелколиственно-хвойные растительные ассоциации (может быть в виде колков?) с доминированием *Pinus* sect. *Diploxylon*, примесью *Betula* sect. *Albae* Rgl., *Pinus* sect. *Haploxylon*, *Picea* sp. Значительные площади занимали луговые, лугово-степные, степные и, вероятно, эрозионные участки. Наличие эрозионных, а так же «солонцовых» участков подтверждается высоким процентом участия в спектрах пыльцы маревых.

При формировании средней части костеносных отложений (конец позднего неоплейстоцена?), участки, занятые лесными формациями расширяются, увеличивается роль водно-болотных растений, но таксономический состав растительных группировок существенно не меняется. Остепненные и эрозионные, а также «солонцовые» участки по-прежнему занимают значительный процент территории. Автор считает, что во время накопления данного интервала осадков, уже произрастали леса. Мнение базируется на данных палинологических исследований проб из современных аллювиальных отложений на территории слияния пойм Оби и Иртыша, которые содержат не более 50–55 %, от общего состава спектров, пыльцы деревьев и кустарников (данные автора, а также ряда других исследователей [1, 2 и др.]).

Во время накопления отложений в интервале ~ 1.0–0.5 м (конец позднего неоплейстоцена — начало голо-

цена?) в пределах изучаемой территории произрастали таежные мелколиственно-хвойные леса (доминант *Pinus* sect. *Diploxylon*, большое участие *Betula* sect. *Albae* Rgl., примесь *Pinus* sect. *Haploxylon*, *Picea* sp., *Abies* sp., *Larix* sp.). При этом распространение эрозионных, остепненных, «солонцовых» участков постепенно снижается, но остается весьма заметным. Роль водно-болотных группировок увеличивается.

На уровне ~ 0.3 м (голоцен) состав дендрофлоры изменился. Мелколиственно-хвойные леса сменились хвойно-березовыми (доминант *Betula* sect. *Albae* Rgl.). Возрастает роль разнотравья и водно-болотных трав. Роль лугово-степных ассоциаций, суходольных и эрозионных участков резко снизилась. Самая кровля костеносных отложений (современные отложения) соответствует обратной смене ландшафтов — вновь доминируют таежные мелколиственно-хвойные леса.

Накоплению отложений голоцена, минимально распространённых в пределах надпойменных террас, но широко представленных в пойме Оби, соответствовало три фазы развития лесной растительности. Первая — распространение мелколиственно-хвойных и хвойно-мелколиственных лесов с участием *Pinus* sect. *Diploxylon*, *Pinus* sect. *Haploxylon*, *Picea* sp., *Abies* sp., *Betula* sect. *Albae* Rgl. Заметную роль в ландшафте играли лугово-степные, степные и эрозионные участки. Вторая — развитие березовых лесов (в спорово-пыльцевых спектрах до 90 % пыльцы деревьев принадлежит *Betula* sect. *Albae* Rgl.). Резко сокращаются площади остепненных и эрозионных участков. Ведущее положение среди трав за-

нимают водно-болотные — осоки (*Cyperaceae*), рдесты (*Potamogeton* sp.), ежеголовник (*Sparganium* sp.) и луговое разнотравье. Характерно высокое содержание спор *Sphagnum* spp. Для третьей фазы характерно примерно равное участие в древостое *Pinus* sect. *Diploxylon* и *Betula* sect. *Albae* Rgl., при неизменно высоком участии водно-болотных трав и *Sphagnum* sp. Автор считает важным упомянуть про слой песка, в кровле которых выявлены спектры с высоким содержанием, до 90 %, спор *Monolete*. Оставшиеся 10 % принадлежат, в основном, пыльце березы *Betula* sect. *Albae* Rgl. Из споровых, кроме спор *Monolete* встречаются единично плауны, сфагновые мхи. Данные слои выделены во всех разрезах и скважинах, вскрывающих пойменные отложения. В одном из разрезов, эти пески лежат ниже погребенной почвы, имеющей голоценовые датировки [8]. По мнению автора, спектры такого типа отражают развитие участка мелколистного леса (в пределах распространения тайги) с широким участием в подлеске папоротников. Мнение базируется на данных многочисленных исследователей [2, 3, 5, 6 и др.].

Для первой половины сартанского времени характерно резкое преобладание процессов эрозии над аккумуляцией, поэтому отложения этого интервала имеют небольшую мощность и ограниченное распространение. Низкое содержание микрофитофоссилий не позволяет дать четкую палеогеографическую реконструкцию.

Стратиграфически ниже залегают отложения II надпойменной террасы — голубовато-серые глины и алевроиты с небольшими линзами песка, торфа и растительного детрита мощностью более 13 м. Геологическая ситуация указывает на отсутствие существенного перерыва в седиментации и предполагает формирование осадков во время каргинского термохрона в условиях обширного водоема. Для отложений так же характерна высокая доля участия в спектрах пыльцы миоцен-плиоценового возраста. Палеофлористические исследования позволяют выделить две фазы развития ландшафтов. Первая характеризуется сложным развитием лесных сообществ. Во вторую фазу происходит значительное сокращение территории, занятой древесной растительностью, хотя таксономический состав деревьев, трав и споровых растений существенно не меняется.

Древнейшими образованиями, вскрытыми скважинами в районе Луговского (на глубинах от 6 до 15 м), являются горизонтально залегающие разнородные пески мощностью более 12 м, характеризующиеся таежным флористическим комплексом. Для данных отложений так же характерна высокая доля участия в спектрах переотложенных форм, хотя автор не

исключает возможность участия элементов широколиственной флоры. Возраст данных отложений, вероятно, превышает 100 тыс. лет.

Исследования проведены при финансовой поддержке РФФИ (проект № 09-04-00663-а) и Музея Природы и Человека (г. Ханты-Мансийск).

Литература

1. Букреева В. Г., Вотах М. П., Бишаев А. А. Определенные палеоклиматов по палинологическим данным (методами целевой итерационной классификации и регрессионного анализа) // Новосибирск: Изд. ИГиГ, 1986. 190 с.
2. Гречук М. П. К применению метода спорово-пыльцевого анализа в Сибири // Научные доклады Высшей школы геолого-географической науки. М.: Советская наука, 1959. № 1. С. 113–122.
3. Заклинская Е. Д. Материалы к изучению состава современной растительности и ее спорово-пыльцевых спектров для целей биостратиграфии четвертичных отложений (широколиственный и смешанный лес) // Тр. Института геологических наук. Серия геологическая. 1951. № 48. Вып. 127. 100 с.
4. Коновалова В. А. Позднеплейстоценовые остракоды из образцов керна скважин местонахождения Луговское (Ханты-Мансийский автономный округ) // Новостные палеонтологические и стратиграфические приложения к журналу «Геология и геофизика». Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. Т. 51. Вып. 14. С. 167–174.
5. Ильина И. С. Темнохвойные леса Западно-Сибирской равнины // Растительность Западной Сибири и ее картографирование. Новосибирск: Наука, 1984. С. 19–49.
6. Корнилов Б. А., Мухина Л. И. Природные комплексы левобережной части Среднего Приобья // Природные условия и особенности хозяйственного освоения северных районов Западной Сибири. М.: Наука, 1969. С. 58–69.
7. Leshchinskiy S. V. Lugovskoe: environment, taphonomy, and origin of a paleofaunal site // *Archaeology, Ethnology & Anthropology of Eurasia*. 2006. № 1 (25). P. 33–40.
8. Zenin V. N., Leshchinskiy S. V., Zolotarev K. V. et al. Lugovskoe: geoarchaeology and culture of a Paleolithic site // *Archaeology, Ethnology & Anthropology of Eurasia*, 2006. № 1 (25). P. 41–53.
9. Orlova L. A., Zenin V. N., Stuart A. J. et al. Lugovskoe, Western Siberia: a possible extra-Arctic mammoth refugium at the end of the Late Glacial // *Radiocarbon*. 2004. № 1 (46). P. 363–368.
10. Leshchinskiy S. V., Maschenko E. N., Ponomareva E. A. et al. Multidisciplinary paleontological and stratigraphic studies at Lugovskoe (2002–2004) // *Archaeology, Ethnology & Anthropology of Eurasia*. 2006. № 1 (25). 54–69.

СОВРЕМЕННЫЕ ПАЛИНОСПЕКТРЫ И ДИАТОМОВАЯ ФЛОРА ПОВЕРХНОСТНЫХ ОСАДКОВ ЭСТУАРИЯ РЕКИ АМУР И ПРИЛЕГАЮЩИХ АКВАТОРИЙ

Н. К. Вагина, М. С. Обрезкова

Тихоокеанский океанологический институт ДВО РАН, Владивосток; vagina@poi.dvo.ru

Представлены результаты изучения спорово-пыльцевых спектров и диатомовых водорослей в поверхностных осадках устья Амура и прилегающих акваторий Сахалинского залива (Охотское море) и Татарского пролива (Японское море). Отмечается смешанный состав палиноспектров, для которых характерны виды и роды растений, различных как по экологии, так и по географическому распространению, а также и по возрасту. Полученные данные свидетельствуют о высоком видовом разнообразии диатомовой флоры поверхностных осадков изученного района, а экологический состав диатомовых комплексов позволяет проследить влияние речного стока Амура на прилегающие акватории.

Географическое положение района исследований, включающего устье Амура, Амурский лиман, Сахалинский залив и северную часть Татарского пролива, является поистине уникальным. Благодаря своему расположению на стыке континента и о-ва Сахалин, разгрузка этой речной системы происходит в два окраинных моря к северу и югу от устья. При этом объемы переноса амурских вод, включая и твердую составляющую, неравнозначны по сезонам и направлениям. До 67 % водного стока в безледный период осуществляется через Амурский лиман в Сахалинский залив Охотского моря, а оставшийся объем — в вершину Татарского пролива Японского моря. Зимой схема водообмена изменяется на противоположную [5, 8]. Большая часть исследованной территории относится к Восточно-Амурскому географическому району [4], входящему в состав Охотско-Камчатской провинции, являющейся частью циркумбореальной флористической области [19].

Целью данной работы являлось изучение палиноспектров в поверхностных осадках Амурского лимана и прилегающих акваториях и изучение видового и экологического состава диатомовой флоры.

Проблеме соотношения субрецентных спорово-пыльцевых спектров и растительности этого региона посвящены многочисленные работы [1, 2, 6, 14, 15 и др.], однако степень изученности вопроса для огромных пространств Дальнего Востока остается недостаточной. Следует отметить ограниченное число работ по диатомеям этого района [10—13, 18]. Диатомовым водорослям в донных осадках района исследований посвящены работы Т.В.Орешкиной и М.С.Обрезковой [16, 17].

Образцы поверхностных отложений были отобраны для различных видов анализов в экспедиции ГОИ ДВО РАН на БГК-795 дночерпателем типа Ван Вин (Van Veen) в 2006 году [9]. Всего было изучено 35 образцов (рис. 1).

Соотношения основных компонентов общего состава спорово-пыльцевых спектров демонстрируют четко выраженный лесной тип: в них абсолютно преобладает пыльца древесных пород (от 48.14 до 73.58 %) (табл. 1).

Палиноспектры акватории Амура характеризуются доминированием пыльцы мелколиственных пород: от 60.07 % в нижнем течении Амура (обр. 16) до 56.16 % — в устье Амура (обр. 11). Причем количество пыльцы кустарниковых форм лишь не на много меньше суммы пыльцы древесных пород сем. *Betulaceae*.

Палиноспектры Амурского лимана довольно однообразны и характеризуются доминированием пыльцы

темнохвойных пород — до 44.71 % (обр. 12). В основном это пыльца *Picea*, а в приустьевой части Амура и *Abies* (обр. 12, 48 — до 12.07–12.35 %). На втором месте по количеству — пыльца *Pinus sect. Cembrae* (до 38.36 % в обр. 48), реже мелколиственных пород сем. *Betulaceae* (до 60.52 % в обр. 47).

Всего в этом районе нами обнаружено 234 вида диатомей, из них 149 — пресноводных, 76 — морских и солоноватоводных и 9 — вымерших. Повсеместно доминируют пресноводные диатомеи от 68 до 95 %, самое высокое их содержание отмечено на станциях 10, 11 и 49 в устье Амура. Среди пресноводных видов доминируют представители рода *Aulacoseira* (до 53 % от общего состава флоры), субдоминируют пресноводный вид *Cyclotella meneghiniana* Kützing и солоноватоводный *Cyclotella striata* (Kützing) Grunow (до 16 %). Следует отметить, что на этих станциях единично отмечены и морские виды (*Actinoptychus senarius* (Ehrenberg) Ehrenberg, *Navicula gelida* var. *gelida* Grunow, *Pinnularia quadratarea* var. *bicontracta* (Oestrup) Heiden, *Thalassiosira gravida* Cleve и др.). По данным И. А. Киселева [10] в планктоне этого района, как и в поверхностных осадках, доминируют представители рода *Aulacoseira*; с удалением от устья Амура увеличивается содержание солоноватоводных и морских видов (*Cyclotella striata* (Kützing) Grunow, *Diploneis smithii* (Brebisson) Cleve, *Actinoptychus splendens* (Schadbolt)

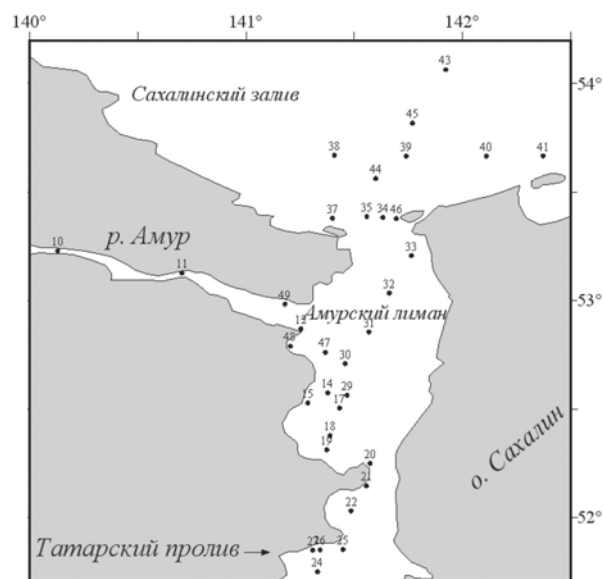


Рис. 1. Карта фактического материала

Таблица 1

Состав палиноспектров в поверхностных осадках устья Амура и прилегающих акваторий

Район	Нижнее течение Амура	Устье Амура	Амурский лиман	Сахалинский залив	Пролив Невельского	
					континентальный склон	островной склон
Пыльца деревьев и кустарников	66.01	60.64—61.02	54.63—76.07	48.14—73.13	59.11—68.57	67.88—73.58
Пыльца трав	14.6	16.87—20.54	8.85—15.72	7.25—16.69	11.72—16.25	9.16—13.05
Споры	19.39	18.44—22.49	15.02—30.86	18.16—42.00	19.71—26.29	15.28—22.28
Темнохвойные породы	17.49	9.03—35.24	11.69—44.71	8.55—22.87	16.92—37.60	12.99—23.91
<i>Larix</i>	0	0.66—1.28	0.56—5.29	0—0.62	0.46—1.66	0.44—1.36
<i>Pinus sect. Cembrae</i>	12.21	14.45—17.69	13.77—38.36	9.40—21.05	12.58—26.21	10.13—12.23
<i>Betulaceae</i> (кустарники)	27.39	4.14—23.32	1.29—36.62	0.29—20.58	5.26—7.67	7.08—11.72
<i>Betulaceae</i> (древесные)	32.67	27.10—32.84	2.91—23.9	24.69—45.82	20.49—29.38	27.05—41.84
<i>Myrica</i>	2.64	3.57—9.52	0.43—7.06	10.47—17.49	12.28—25.58	17.45—22.39
Широколиственные породы (Σ)	6.93	9.69—9.99	5.08—12.94	0—15.74	6.4—8.18	4.92—9.44
Заносная пыльца (Σ)	3.57	5.67—8.54	4.39—15.28	2.60—8.93	5.93—11.74	4.41—9.93

Ralfs и др.). Стоит отметить, что в планктоне опресненной части лимана И.А. Киселев [10, 11] не отмечал морских арктических видов диатомей (*Thalassiosira gravida* Cleve, *Navicula gelida* var. *gelida* Grunow, и *Pinnularia quadratarea* var. *bicontracta* (Oestrup) Heiden). Считалось, что в Амурский лиман они не идут, встречая в нем условия, не благоприятствующие их развитию, в то время как морские виды диатомей могут быть привнесены в устье приливами, максимальная дальность которых достигает 250 км [5]. В целом диатомовая флора поверхностных осадков Амурского лимана отражает состав диатомового планктона.

Палиноспектры Сахалинского залива характеризуются абсолютным доминированием пыльцы мелколиственных пород сем. *Betulaceae* с максимумом на островном склоне Сахалина (обр. 34) — 59.03 %. Самое высокое содержание пыльцы кустарниковых форм мелколиственных пород отмечено в образцах 43 и 45 — 18.86 и 20.58 % соответственно.

Содержание диатомей в поверхностных осадках залива на 1 г воздушно-сухого осадка неравномерное, от 224 тыс. экз./г до 2.5 млн. экз./г, что связано с лавинной седиментацией твердой фазы речного стока на границе лимана с заливом [22]. Всего определено 179 видов диатомей: 97 пресноводных, 77 морских и солоноватоводных и 5 вымерших видов. Пресноводные диатомей доминируют лишь в южной части залива (до 79 %), содержание представителей рода *Aulacoseira* достигает 50 % от общего состава диатомовой флоры. К северу доминирующими становятся морские виды, такие как морские неритические ледовые виды *Thalassiosira gravida* Cleve (до 43 %) и *Fragilariopsis oceanica* (Cleve) Hasle (до 16 %), а также тихоокеанский *Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve (до 17 %). В планктоне этого района, по данным И.А. Киселева [10, 11], господствующее

положение занимает группа типичных морских форм, среди которых большинство — представители арктических областей океана (*Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve, *Bacterosira bathyomphala* (Cleve) Syversten et Hasle, *Coscinodiscus marginatus* Ehrenberg, *Navicula directa* (Smith) Ralfs, *Navicula transitans* et var., *Pinnularia quadratarea* et var. и др.).

Палиноспектры пролива Невельского характеризуются разнообразным составом. Однако в большинстве образцов преобладает пыльца темнохвойных (12.99—37.6 %) и мелколиственных пород сем. *Betulaceae* (20.49—41.84 %).

Содержание диатомей в изученном районе крайне неравномерное, от 1600 экз./г (ст. 27) до 1.5 млн экз./г (ст. 25), что связано с интенсивными турбулентными процессами в проливе Невельского, обладающими высокой размывающей и транспортирующей способностью [8]. Всего определено 154 вида диатомей: 80 пресноводных видов, 70 морских и солоноватоводных видов и 4 вымерших. На севере Татарского пролива доминируют пресноводные виды (до 66 %), южнее доминируют морские и солоноватоводные виды (до 89 %). Среди пресноводных диатомей преобладают представители рода *Aulacoseira* (до 34 %) и *Cyclotella meneghiniana* Kützing (до 10 %), среди морских и солоноватоводных — морской планктонный неритический вид *Odontella aurita* (Lyngbye) Agardh (до 20 %), тихоокеанский *Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve (до 10 %) и солоноватоводный *Cyclotella striata* (Kützing) Grunow (до 12 %).

Диатомовая флора поверхностных осадков Татарского пролива в целом отражает состав диатомового планктона [10], где господствуют исключительно морские и солоноватоводные виды (*Odontella aurita* (Lyngbye) Agardh, *Cyclotella striata* (Kützing) Grunow).

Следует отметить, что в образцах, отобранных на палинологический анализ, отмечается смешанный состав спектров, в которых представлена пыльца растений, различных как по экологии, так и по географическому распространению, а также и по возрасту.

Переотложенные формы отмечаются практически во всех образцах, но наибольшее количество пыльцевых зерен, предположительно неогенового возраста, и их разнообразие отмечено в южной части Сахалинского залива (обр. 37, 34), в устье Амура (обр. 10) и у континентального склона Татарского пролива (обр. 14, 19). По-видимому, это может быть связано с размывом древних отложений водами Амура и системой водного стока, направленного в безледный период большей частью через Амурский лиман в Сахалинский залив, а в зимний период — в Татарский пролив Японского моря [8]. В то же время обнаружены переотложенные вымершие кайнозойские виды диатомей, например *Kisseleviella carina* Sheshukova, *Cosmioliscus intersextus* (Brun) Jousé, *Triceratium exornatum* Gréville, в том числе и зональные виды *Denticulopsis lauta* (Bailey) Simonsen и *Neodenticula kamtschatica* (Zabelina) Akiba et Yanagisawa. Чаще всего вымершие виды диатомей отмечались на станциях 32 и 33 вблизи западного побережья о. Сахалин, т.е. источником их сноса могут быть неогеновые отложения острова [16].

В поверхностных образцах изучаемого района содержалась пыльца растений, распространение которых характерно далеко за пределами района исследований (Сибирь, Японские острова). Сомнений в их «свежести» не было. Так, занос пыльцы сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* — sect. *Eupitys*), произрастающей в настоящее время в западной части Амурской области и Хабаров-

ском крае [20], как ветрами с запада, так и водами Амура, вполне объясним. Но присутствие пыльцы явно южных таксонов в составе поверхностных спектров (табл. 2) объяснить сложнее.

Теплое Цусимское течение не достигает пролива Невельского [7, 21], так что водный путь переноса пыльцы исключен. Над акваторией северной части Тихого океана выявлены 6 типов атмосферных процессов в приводном слое. В целом исследуемый район находится, вероятно, под влиянием северо-западной атмосферной циркуляции [3] (рис. 2).

Особенность действия этого типа атмосферных процессов характеризуется следующими параметрами: основные пути циклонов над акваторией северной части Тихого океана пролегают в направлении с юго-запада на северо-восток или с запада, юго-запада на восток, северо-восток. Летом (цветение растений приходится преимущественно на теплое время года) циклоны движутся вдоль Японских и Курильских островов в Берингово море. На акваторию северо-западной части Тихого океана поступают относительно теплые и сухие материковые массы воздуха. Преобладающее направление переноса воздушных масс наблюдается с востока на запад и юго-запад. Таким образом, можно предположить, что пыльца растений с Японских островов потоками воздуха может быть перенесена в области, расположенные на севере.

В изученных образцах донных осадков эстуария р. Амур было определено 287 видов диатомовых водорослей, принадлежащих 80 родам. Наибольшее видовое разнообразие принадлежит пениатным диатомеям, составляющим 72 % (206 видов) от общего количества видов, это роды *Navicula* (37 видов), *Pinnularia* (18 видов),

Таблица 2

Заносная пыльца в поверхностных образцах

Район	Нижнее течение Амура	Устье Амура	Амурский лиман	Сахалинский залив	Пролив Невельского	
					континентальный склон	островной склон
<i>Tsuga</i>		+	+		+	+
Taxodiaceae					+	+
<i>Podocarpus</i>						+
<i>Pinus</i> sect. <i>Eupitys</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Magnolia</i>					+	+
<i>Liquidambar</i>						+
<i>Carpinus</i>					+	+
<i>Zelkova</i>					+	
<i>Quercus dentata</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Castanea</i>		+			+	+
<i>Fagus</i>			+		+	+
<i>Carya</i>						+
<i>Pterocarya</i>						+
<i>Juglans</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Rhus</i>		+	+	+	+	+
<i>Tilia</i>			+	+		+
<i>Morus</i>					+	+
<i>Ilex</i>					+	+

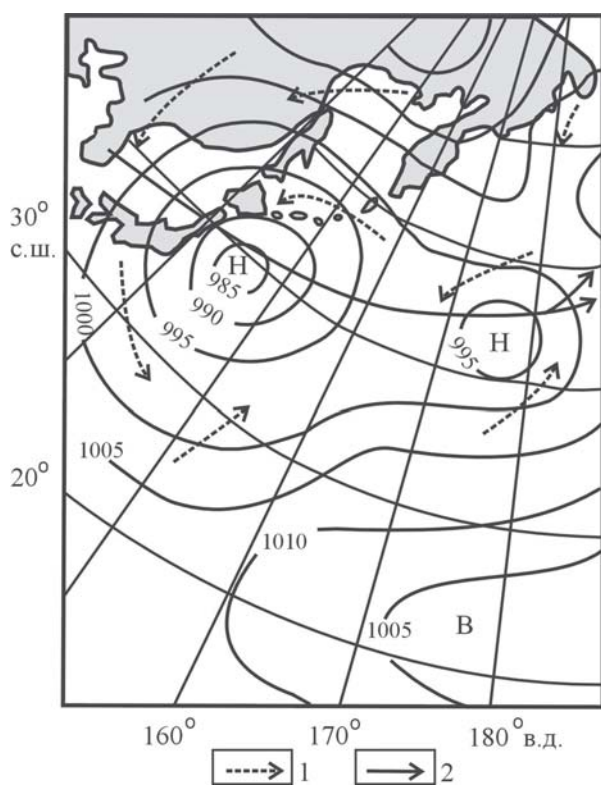


Рис. 2. Северо-западный тип атмосферной циркуляции [3]

Н — циклон; В — антициклон; 1 — направление переноса воздушных масс; 2 — основные траектории циклонов

Eunotia (16 видов), *Cymbella* (15 видов), *Fragilaria* и *Nitzschia* (по 6 видов). Среди центричных диатомовых наиболее представительны роды *Thalassiosira* (10 видов), *Chaetoceros* (8 видов) и *Cyclotella* (7 видов). Большинство видов диатомовой флоры являются пресноводными видами (154); морские и солоноватоводные представлены 115 видами. В центральной части изученного района доминируют представители пресноводного рода *Aulacoseira*, к северу доминирующими становились морские неритические ледовые виды *Thalassiosira gravida* Cleve и *Fragilariopsis oceanica* (Cleve) Hasle, а также тихоокеанский *Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve. В южной части господствуют морской планктонный неритический вид *Odontella aurita* (Lyngbye) Agardh, тихоокеанский *Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve и солоноватоводный *Cyclotella striata* (Kützing) Grunow. Кроме того, обнаружены переотложенные вымершие кайнозойские виды (13), например *Kisseleviella carina* Sheshukova, *Cosmiodiscus intersectus* (Brun) Jousé, *Triceratium exornatum* Grignon, в том числе и зональные виды *Denticulopsis lauta* (Bailey) Simonsen и *Neodenticula kamtschatica* (Zabelina) Akiba et Yanagisawa. Чаше всего вымершие виды диатомей отмечались на станциях 32 и 33 вблизи западного побережья о. Сахалин, т.е. источником их сноса могут быть неогеновые отложения острова.

Полученные данные свидетельствуют о высоком видовом разнообразии диатомовой флоры эстуария р. Амур. Экологический состав диатомовых комплексов поверхностных осадков изученного района позволяет проследить влияние речного стока Амура на прилегающие морские акватории.

Авторы благодарны Дудареву О. В. за предоставленные материалы, Осиповой Л. В. за техническую обра-

ботку образцов и приготовление препаратов на диатомовый анализ.

Работа выполнена при финансовой поддержке ДВО РАН (проекты №11-III-B-07-026, 09-III-A-07-337, 09-II-CO-08-001) и СО РАН (интеграционный проект № 5).

Литература

1. Александрова А. Н. Плейстоцен Сахалина. М.: Наука, 1982. 192 с.
2. Базарова В. Б., Мохова Л. М. Субфоссильные спорово-пыльцевые спектры Нижнего Приамурья // Изучение глобальных изменений на дальнем Востоке. Владивосток: Дальнаука, 2007. С. 12–19.
3. Власова Г. А., Полякова А. М. Активная энергетическая зона океана и атмосферы северо-западной части Тихого океана. Владивосток: Дальнаука, 2004. 146 с.
4. Ворошилов В. Н. Определитель растений советского Дальнего Востока. М.: Наука, 1982. 672 с.
5. Гидрология морских устьев рек Дальнего Востока // Тр. ДВНИГМИ. 1989. Вып. 38. 183 с.
6. Голубева Л. В., Караулова Л. П. Растительность и климатостратиграфия плейстоцена и голоцена юга Дальнего Востока СССР. М.: Наука, 1983. 143 с. (Труды ГИН АН СССР, вып. 366).
7. Добровольский А. Д., Залогин Б. С. Моря СССР. М.: Изд-во МГУ, 1982. 192 с.
8. Дударев О. В., Боцул А. И., Аникеев В. В. и др. Современное осадконакопление в эстуарии р. Амур // Тихоокеанская геология. 2000. Т. 19, № 3. С. 30–43.
9. Изучение особенностей трансформации состава речного стока и биологических характеристик экосистемы «река Амур — Охотское и Японское моря». Научн. отчет ТОИ ДВО РАН. Владивосток: ТОИ ДВО РАН, 2007. 65 с.
10. Киселев И. А. Состав и распределение фитопланктона в Амурском лимане // Исследование морей СССР. 1931. Т. 14. С. 31–116.
11. Киселев И. А. Новые данные о составе, распределении и происхождении фитопланктона в Амурском лимане и ближайших к нему участках Японского и Охотского морей // Ученые записки ЛГУ. 1937. Т. 3, № 15. С. 41–52.
12. Медведева Л. А., Сиротский С. Е., Оглы З. П. Водоросли бассейна реки Амур (Россия): литературный обзор // Биогеохимические и гидроэкологические особенности экосистем бассейна реки Амур. Владивосток: Дальнаука, 2001. Вып. 11. С. 151–174.
13. Медведева Л. А., Сиротский С. Е. Аннотированный список водорослей реки Амур и водоемов его придаточной системы // Биогеохимические и геоэкологические исследования наземных и пресноводных экосистем. Владивосток: Дальнаука, 2002. Вып. 12. С. 130–218.
14. Микишин Ю. А., Гвоздева И. Г. Развитие природы юго-восточной части острова Сахалина в голоцене. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 1996. 130 с.
15. Микишин Ю. А., Гвоздева И. Г. Современные спорово-пыльцевые спектры Северного Сахалина и дальность переноса пыльцы широколиственных деревьев // Актуальные проблемы палинологии на рубеже третьего тысячелетия: тез. докл. IX Всеросс. Палинологической конференции. М.: ИГиРГИ, 1999. С. 192–193.
16. Обрезкова М. С. Диатомеи поверхностных осадков Амурского лимана и прилегающих акваторий (Японское

и Охотское моря) // Биология моря. 2009. Т. 35, № 2. С. 107–118.

17. Орешкина Т. В. Диатомеи и палеообстановки плиоцен-плейстоцена северной части Татарского пролива // Стратиграфия. Геол. Корреляция. 1996. Т. 4, № 3. С. 81–87.

18. Орлова Т. Ю., Селина М. С., Стоник И. В. Видовой состав микроводорослей планктона охотоморского побережья острова Сахалин // Биология моря. 2004. Т. 30, № 2. С. 96–104.

19. Тахтаджян А. Л. Флористические области Земли. Л.: Наука, 1978. 248 с.

20. Чепизубова М. Н., Пишеникова Л. М. Деревья и кустарники юга Дальнего Востока России: Атлас для экскурсии в зимний лес. Владивосток: Дальнаука, 2004. 72 с.

21. Юрасов Г. И., Яричин В. Г. Течения Японского моря. Владивосток: ДВО РАН, 1991. 176 с.

22. Якунин Л. П., Дударев О. В., Боцул А. И. и др. О влиянии гидрометеорологических факторов на распределение взвешенного стока реки Амур в охотоморской части эстуария // Гидрометеорологические и экологические условия дальневосточных морей: оценка воздействия на морскую среду. Владивосток: Дальнаука, 2000. Вып. 3. С. 139–149.

ТИПЫ ФЛОР И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ЧЕТВЕРТИЧНОЙ СТРАТИГРАФИИ СИБИРИ

В. С. Волкова

Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, Новосибирск; VolkovaVS@ipgg.nsc.ru

Приведены результаты палинологического изучения четвертичных отложений Сибири. Показаны особенности изменения флоры в четвертичных отложениях, которые принадлежат определенным растительным формациям. На основе анализа последовательного изменения структуры растительных формаций описано четыре типа флоры. Установлено, что они имеют определенные показатели климата, которые использованы для расчленения осадков разного генезиса ледниковых и межледниковых эпох.

В последние годы для Западной и Средней Сибири составлены унифицированные региональные стратиграфические схемы для палеогена, неогена и четвертичной системы [9–11]. В этих схемах все стратиграфические горизонты получили палеонтологическую характеристику, подкрепленную различными физическими методами (ТЛ, ЭПР, ¹⁴C, уран-ториевый и AMS). Большое значение для расчленения осадков имел палеомагнитный анализ. Палеомагнитными исследованиями установлены два важных рубежа. Один из них — это граница Матуяма-Брюнес (780 тыс. лет назад), проходящая в Западной Сибири в основании талгайкинского горизонта. В Средней Сибири этот рубеж проходит в титигихинской свите в основании вилюйского фаунистического комплекса (Приленско-Вилуйский район). Второй рубеж — это эпизод Блейк (110 тыс. лет назад), установленный в отложениях казанцевского горизонта, а в Средней Сибири — в эльгинской свите (Алдано-Амгимский район). В стратиграфических схемах неогена и плейстоцена заложены данные ледниковой теории — это чередование холодных (четные номера стадий) и теплых (нечетные номера стадий) фаз, которые увязаны по возрасту с изотопно-кислородной шкалой океана по Basinot [12]. В результате были созданы палеоклиматические шкалы четвертичной и неогеновой систем. В палеоклиматической шкале Западной Сибири установлено 10, а в Средней Сибири — 13 холодных фаз, разделенных потеплениями разного ранга. Потепления от умеренно-теплого климата до умеренно холодного обычно соответствуют межледниковым и межстадиальным эпохам. Холодные фазы отвечают оледенениям. В основу разработки палеоклиматических шкал, наряду с другими биотическими и абиотическими данными, положены палинологические данные. При их использова-

нии за основу принята миграционно-климатическая модель С. Л. Троицкого [8]. Эта модель не исключает данные по эволюции флоры, а значительно дополняет их. Она позволяет рассматривать палинологические характеристики и типы флор в ранге миграционных последовательностей, обусловленных, в первую очередь, колебаниями климата. Определенные типы флор под влиянием климата могут повторяться. При оценке климатической принадлежности флор большое значение имеют характеристики лесообразующих пород, которые рассматриваются как индикаторы природной среды. Для территорий Западной и Средней Сибири характерен слабый видовой эндемизм, а родовой полностью отсутствует [7]. В современной флоре Сибири отсутствуют такие рода, как *Quercus*, *Fraxinus*, *Acer*, *Corylus* и многие другие широколиственные растения. Под влиянием похолодания климата из состава растительности они выпали уже в конце плиоцена. Из широколиственных только *Tilia cordata* Mill произрастает сейчас в бассейне р. Иртыша на широте г. Тобольска и к западу от него. Основу сибирской флоры представляют бореальные виды растений *Picea obovata*, *Larix sibirica*, *Pinus sylvestris*, *Abies sibirica*, *Betula pubescens*, *B. verucosa*, *B. nana*, *Salix polaris* и кустарничковая ольха. В спорово-пыльцевых спектрах (СПС) широко представлена пыльца травянисто-кустарничковых растений. Представители этой флоры в разных количественных соотношениях в настоящее время характерны для межледниковых, относительно теплых, эпох.

Изучение СПС из четвертичных отложений скважин и обнажений позволило выявить несколько типов флоры, образующих растительные формации с определенными климатическими показателями, которые успешно использованы в сочетании с другими методами для разработки стратиграфической шкалы.

В позднем эоплейстоцене на рубеже 1.2 млн лет, под влиянием похолодания климата в разрезах кочковско-го подгоризонта, впервые был выявлен своеобразный тип флоры, в состав которого вошли *Betula nana*, *B. numiluis*, *Salix polaris*, *S. herbaceae*, *Dryas octopetala*, *Saxifraga caespitosa*, *S. oppositifolia*, арктические плауны (*Lycopodium alpinum*, *L. pungens*) и ксерофиты из семейств Asteraceae, Chenopodiaceae. Такой состав флоры установлен из ледниковых горизонтов и отвечает суровому арктическому климату. С различными модификациями этот состав флоры встречен в моренных и озерно-ледниковых отложениях раннего, среднего и позднего плейстоцена и имеет широкое распространение по территории и во времени [1]. Его миграционные возможности обусловлены колебаниями климата.

Для второго типа флоры характерно участие до 70–80 % бореально-таёжных элементов, входящих в состав таежных формаций. Набор таксонов в составе этой флоры отражает климат от умеренно-теплого до умеренно-бореального холодного. Он последовательно установлен для полных межледниковых горизонтов. Количественный набор таёжных таксонов изменчив и характеризует состояние природной среды. В оптимальные фазы потепления в составе флоры принимали участие *Tilia cordata*, *Ulmus*, *Quercus*. Примером является межледниковый казанцевский горизонт Западной и Средней Сибири [3] и оптимум голоцена. Третий тип флоры выявлен из субэриальных отложений для ледниковых областей. Для этого типа характерна большая доля участия представителей травянисто-кустарничковой растительности из семейств Poaceae, Asteraceae, Chenopodiaceae, Fabaceae, Rosaceae и другие. Обычно этот тип флоры характерен для отложений, накопившихся в конце ледниковых эпох.

Для ряда районов Сибири установлена флора, соответствующая степным и лесостепным формациям с участием арктических элементов. Обычно в Средней Сибири они типичны для криогенных отложений, формирующихся в конце межледниковых эпох (отложения каргинского-сартанского возраста) позднего неоплейстоцена.

Для субэриальных отложений внеледниковых областей (погребенных почв) характерен набор таксонов для степных и лесостепных ландшафтов при отсутствии арктических видов растений. При создании палеоклиматической кривой большое значение имеет анализ миграционных границ растительных формаций и показательных видов растений таких, как ель, лиственница, пихта, липа, а также количественное их соотношение. Для самаровской среднечетвертичной ледниковой эпохи растительные сообщества типа тундры и лесотундры от границ своих современных ареалов мигрировали к югу до 58° с. ш., заняв территорию современной южной тайги. Зона лесов отступала в Тургайскую ложбину и в Приаралье. В позднем эоплейстоцене (убинско-ерестинское время) вся территория степной зоны была занята лесотундровыми ландшафтами. Эта позиция чрезвычай-

но важна для установления нижней границы квартала [4].

Следует отметить, что размещение флор разного типа, согласно миграционно-климатической концепции, позволило показать чередование ледниковых и межледниковых горизонтов. Палинологические данные еще раз подтвердили важность ледниковой теории и значимость ее применения для стратиграфии позднего кайнозоя. Это неоднократно отмечалось в работах В. А. Обручева [4, 5], В. Н. Сакса [6], С. Л. Троицкого [8], С. А. Архипова [1], В. С. Волковой [2].

В итоге первыми были созданы палеоклиматические стратиграфические шкалы четвертичных отложений Западно-Сибирской равнины и Средней Сибири на основе широкого использования данных спорово-пыльцевого анализа в сочетании с другими палеонтологическими материалами и физическими методами исследований.

Литература

- Архипов С. А., Волкова В. С. Четвертичная история, ландшафты и климат Западной Сибири. Новосибирск. 1994. 104 с. (Тр. ИГиМ СО РАН).
- Волкова В. С. Стратиграфия и история развития растительности Западной Сибири в позднем кайнозое. М.: Наука, 1977. 237 с.
- Волкова В. С., Бахарева В. А. Климат оптимума позднечетвертичного (казанцевского) межледниковья и прогноз климата на ближайшее будущее // Геология и геофизика. 1995. Т. 36, № 11. С. 23–33.
- Обручев В. А. Геологический обзор Сибири. М.: Госсиздат, 1927. С. 358–360.
- Обручев В. А. Признаки ледникового периода в Северной и Центральной Азии // Бюл. комиссии по изуч. четвертич. периода. 1931. № 3. С. 43–120.
- Сакс В. Н. Четвертичный период советской Арктики. 1953. Т. 77. 627 с. (Тр. НИИГА).
- Тахтаджан А. Л. Флористические области Земли. 1978. Л.: Наука, 1978. 447 с.
- Троицкий С. Л. Основные положения миграционно-климатической концепции // Проблемы стратиграфии и палеогеографии Сибири. Новосибирск: Наука, 1982. С. 6–10.
- Унифицированная региональная стратиграфическая схема четвертичных отложений Западно-Сибирской равнины. Новосибирск: Изд. СНИИГГиМС, 2000. 65 с.
- Унифицированные региональные стратиграфические схемы палеогеновых и неогеновых отложений Западно-Сибирской равнины. Новосибирск: Изд-во СНИИГГиМС, 2001. 82 с.
- Унифицированная региональная стратиграфическая схема Средней Сибири (Таймыр, Сибирская платформа). Новосибирск: Изд-во СНИИГГиМС, 2010. 89 с.
- Basinot F. C., Laberryrie L. D., Vincet E. et al. The astronomical theory of climate and the age of the Brunhes-Matuyama in magnetic reversal // Earth Planetary Science Letters. 1994. Vol. 126. P. 91–108.

ПАЛИНОФЛОРА И ПАЛЕОМАГНЕТИЗМ ОТЛОЖЕНИЙ ТУРТАССКОГО (ЖУРАВСКОГО) ГОРИЗОНТА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

В. С. Волкова, З. Н. Гнибиденко

Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, Новосибирск; VolkovaVS@ipgg.nsc.ru

В статье рассмотрены четыре вопроса: палинологическая характеристика, результаты палеомагнитных исследований, палеоэкология и палеогеография времени формирования отложений туртасского (журавского) горизонта и роль палинологических данных для определения границы верхнего олигоцена и миоцена.

Детальное изучение верхнеолигоценовых отложений бассейна рек Иртыша и Оби относится к началу 60-х годов XX столетия. Большую роль в формировании осадков и в оценке природной среды имел климат. Существенные изменения климата произошли на рубеже позднего эоцена и олигоцена около 33.8 млн лет назад. Эти изменения были обусловлены изоляцией Антарктического континента от других континентов бывшей Гондваны, образованием пролива Дрейка между Антарктикой и южной Америкой с одновременным образованием циркумполярного антарктического течения. Все это привело к началу оледенения Антарктиды и гляциоэвстатическому понижению уровня Мирового океана, уходу морских вод из внутренних бассейнов Северного полушария, а также осушению и уходу Западно-Сибирского эоценового моря при достаточно теплом климате [10]. С начала олигоцена на территории Западной Сибири установился континентальный режим осадконакопления. В атлымское время была заложена речная сеть. Позднее, во второй половине раннего олигоцена, речной режим сменился озерным (новомихайловское время). Вследствие отрицательных тектонических движений в позднем олигоцене озерный режим накопления осадков сохранился. Этот бассейн занимал огромную площадь и был описан С. Б. Шацким [16] под названием Туртасского озера-моря. Палинологическая характеристика озерных отложений этого времени неоднократно освещалась палинологами [5, 11, 14]. На юге равнины эти отложения были объединены в журавский горизонт [15]. В разрезах по рекам Иртыш, Обь, Васюган эти отложения описаны как отложения туртасского горизонта. Туртасский горизонт подразделяется на два подгоризонта — нижний (нижнетуртасская подсвита — преимущественно глинистая) и верхний (верхнетуртасская подсвита — алевроито-глинистая [14]). Отложения этого горизонта характеризуются богатством систематического состава пыльцы и спор. Для отложений установлена пыльцевая зона *Pterocarya stenopteroides* — *Fagus grandifoliiformis* [15]. Для отложений наиболее характерна пыльца *Picea tobolica* Pan., *Carya glabraeformis* Boitz., *Platycarya* sp., *Fagus grandifoliiformis* Pan., *F. tenella* Pan., *Quercus sibirica* Pan., *Q. alnifoliiformis* Pan., *Q. williamsoniana* Trav., *Castanea* sp., *Ulmus crassa* Pan., *Acer* sp., *Ilex obscuricostata* Trav. и другие. В разрезах по Иртышу доминирует также пыльца Taxodiaceae (25%) и различные виды сосен из семейства Pinaceae. Довольно много встречено видов *Podocarpus* (*P. nageiformis* Zakl. и другие). Увеличивается содержание пыльцы *Ulmus*. Меняется состав субтропических растений. Появляются новые виды *Liquidambar* (*L. mangelsdorffiana* Nrav.),

Nissa rotundra Pan., *Ilex obscuricostata* Trav., *Symplocaceae* и другие). Такой комплекс пыльцы может быть сопоставлен со спектрами нижнебайгубекского горизонта (слои с фауной *Cardium abundan*) в Северном Устьюрте, изученными Е. П. Бойцовой [1]. На основании сопоставления олигоценовых отложений с отложениями соленинского горизонта Казахстана, возраст туртасского=журавского горизонта определяется как первая половина верхнего олигоцена.

Отложения туртасского=журавского горизонта получили палеомагнитную характеристику [2, 6]. Журавская свита в сводном магнитостратиграфическом разрезе кайнозоя представлена четырьмя разнополярными ортозонами — R₅E₃h, N₄E₃h, R₆E₃h и N₅E₃h [6]. Ортозонам соответствуют слои с семенными комплексами, характеризующими тургайский флористический этап и лагерносадский тип флор (басандайский и кошкульский флористические уровни) [13]. В этих же ортозонах установлены два палинокомплекса, снизу — *Quercus sibirica* — Pinaceae, а сверху — *Castanea-Quercus sibirica* — Pinaceae, которые относятся к палинозоне *Fagus grandifoliiformis* — *Pterocarya stenopteroides* и датируются поздним олигоценом.

В последние годы состав палиноморф пополнился новыми данными. В естественных разрезах низовьев Иртыша, среднего течения Оби и Томи, а также в ряде скважин Омской впадины, в Барабинской и Кулундинской равнинах впервые вместе с пыльцой О. Б. Кузьминой [3] были обнаружены цисты динофлагеллат трех видов одного рода *Pseudokomewuia* (*P. lavigata* He, *P. aff. granulate* He, *Pseudokomewuia* sp. [7–9]). Диноцисты во всех разрезах распространены в узком интервале туртасской свиты. Нередко они приурочены к базальным слоям журавской свиты. Чаще всего они приурочены к прибрежным фациям Туртасского бассейна [8]. Одновременно с диноцистами встречаются диатомовые водоросли. Значительная часть современных аналогов обнаруженных видов водорослей являются обитателями пресных озер с низкой продуктивностью и высоким содержанием аллохтонного вещества. Такая флора может обитать в широком диапазоне температурных режимов от тропиков до теплоумеренных регионов. Встречаются также конъюгаты чаще всего *Mongeotia* sp., *Planctonies* sp., *Tetrapidites* sp., *Ovoidites* sp., *Trochlearia* sp. [9]. Типичных морских видов среди них нет. Нередко отмечены микроводоросли *Pediastrum*, которые предпочитают чистые проточные воды.

В новомихайловской и журавской свитах В. А. Николаевым найдены пресноводные моллюски (шидертинский комплекс). Состав раковин позволил В. А. Нико-

лаеву высказать предположение, что воды туртасского=журавского озера были связаны с озерными бассейнами Восточного Забайкалья. Зеленоватый цвет глинистой части журавской свиты обусловлен наличием зерен глауконита. Глауконит обычно характерен для морских отложений, но в данном случае, глауконит из журавской свиты не является свидетельством морского генезиса осадков. Он накапливался здесь за счет разрушения кор выветривания по диабазам и продуктам их переотложения. По своей структуре этот псевдоглауконит отличается от морского [17].

Геохимический анализ образцов из скважины О11-БП (Омское Прииртышье) показал, что биомаркеры характерны для современных осадков океанических заливов и дельт крупных рек [18]. Биомаркеры пока лишь косвенно подтверждают возможную связь туртасско-журавского бассейна с морским бассейном юга Казахстана через Тургайский пролив. Для решения вопроса о возможных связях бассейнов в олигоцене требуются дополнительные исследования соленинского и байгубекского горизонтов Северного Казахстана, Тургайского прогиба и Северного Приаралья. Экология обнаруженных диноцист пока также неоднозначна. В связи с этим большое значение будет иметь изучение и описание всех сопутствующих динацистам организмов из отложений Туртасского озера-моря для оценки среды обитания видов рода *Pseudokotewuia*. В последние годы представители этого рода обнаружены не только в олигоценовых отложениях, но и в осадках абросимовского горизонта миоцена [3, 8]. Находки цист динофлагеллат позволяют сделать заключение о связи озерных бассейнов верхнего олигодена и миоцена. Мы допускаем, что абросимовский озерный бассейн является заключительной стадией Туртасского озера-моря. В конце олигодена этот бассейн стал распадаться на ряд мелких озер, в которых шло накопление торфа, глин с растительными и угольными остатками. На сходство состава спорово-пыльцевых спектров из отложений туртасского и абросимовского горизонтов обратила внимание К. А. Меркулова [11]. Позднее, близость СПС этих диноцист отметили В. С. Волкова и И. А. Кулькова [4]. В. С. Волкова считает, что значительная часть осадков абросимовского горизонта миоцена должна быть отнесена не к аквитанскому ярусу раннего миоцена, а к верхам хатского яруса олигодена.

В. П. Никитин [12, 13], изучая семенные флоры абросимовского горизонта, отметил, что они принадлежат тарско-васюганскому типу, в составе которого по эволюционному развитию выделяется четыре флористических уровня: ляминский (нижний), частично, верхнеолигоденовый, екатерининский, васюганоярский и киреевский. К сожалению, стратотип абросимовского горизонта составной. Нет единого разреза, где бы было установлено наличие всех четырех уровней флоры. Отсутствие такого разреза обусловлено, скорее всего, сокращением и распадом Туртасского бассейна. В настоящее время отложения абросимовского горизонта по-прежнему характеризуются одним палинокомплексом *Pinaceae-Taxodiaceae – Quercus sibirica – Ulmus crassa*. Палинологическая характеристика этого горизонта на данном этапе изучения требует доработки. Вероятнее всего, абросимовский горизонт следует относить к вер-

хнему олигоцену, а нижний миоцен начинать с бещеульского горизонта. Таким образом, мы считаем, что границу олигодена и миоцена в Западной Сибири, на заключительных этапах развития тургайской флоры, следует еще доизучать.

Литература

1. *Бойцова Е. П., Панова Л. А.* Корреляция олигоденовых отложений Северного Устьурта, Приаралья, Тургайской равнины и Западно-Сибирской низменности (по палинологическим данным) // Морской и континентальный палеоген Сибири. Новосибирск: Наука, 1973. С. 78–86.
2. *Волкова В. С., Гнибиденко З. Н., Кулькова И. А.* О природе Туртасского позднеолигоденового озера-моря в Западной Сибири // Геология и геофизика. 2000. Т. 141, № 1. С. 62–70.
3. *Волкова В. С., Кузьмина О. Б., Кулькова И. А.* Морской и континентальный палеоген и миоцен южной части Барабинского фашиального района Западной Сибири // Геология и геофизика. 2005. Т. 46, № 1. С. 60–71.
4. *Волкова В. С., Кулькова И. А.* Изменение состава палинофлоры Сибири в позднем кайнозое // Среда и жизнь на рубежах эпох кайнозоя в Сибири и на Дальнем Востоке. Новосибирск: Наука, 1984. С. 54–63.
5. *Волкова В. С., Панова Л. А.* Строение и палеонтологическая характеристика основных разрезов правого берега Иртыша // Четвертичная геология, геоморфология и палеогеография Сибири. Новосибирск. 1964. С. 56–91. (Тр. ИГиГ СО АН СССР).
6. *Гнибиденко З. Н.* Палеомагнетизм кайнозоя Западно-Сибирской плиты. Новосибирск: Академическое изд-во «ГЕО», 2006. 161 с.
7. *Кузьмина О. Б., Волкова В. С.* Первые находки динофлагеллат в континентальных верхнеолигоденовых отложениях журавской свиты Западной Сибири // Докл. РАН. 2004. Т. 394, № 2. С. 1–5.
8. *Кузьмина О. Б., Волкова В. С.* Палиностратиграфия олигоден-миоценовых отложений юга Западной Сибири // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2008. Т. 16, № 5. С. 117–130.
9. *Кузьмина О. Б., Волкова В. С.* Палеоэкологическое значение цист динофлагеллат из верхнеолигоденовых отложений Туртасского озера-моря (Западная Сибирь) // Новости палеонтологии и стратиграфии. 2009. Т. 50. С. 159–173.
10. *Кулькова И. А., Волкова В. С.* Ландшафты и климат Западной Сибири в палеогене и неогене // Геология и геофизика. 1997. Т. 38, № 3. С. 58–95.
11. *Меркулова К. А.* О границе палеогена и неогена в Западной Сибири по данным палинологического анализа // Кайнозойские флоры Сибири по палинологическим данным. Новосибирск: Наука, 1971. С. 51–60.
12. *Никитин В. П.* Палеокарпология и стратиграфия палеогена и неогена Северной Азии. Новосибирск: ОАО «Новосибирскгеология», 1999. 54 с.
13. *Никитин В. П.* Палеокарпология и стратиграфия палеогена и неогена Азиатской России. Новосибирск: Академическое изд-во «ГЕО», 2006. 227 с.
14. *Панова Л. А.* Олигоцен Западно-Сибирской низменности // Кайнозойские флоры Сибири по палинологическим данным. Новосибирск: Наука, 1971. С. 40–50.

15. Унифицированные региональные стратиграфические схемы палеогеновых и неогеновых отложений Западно-Сибирской равнины. Новосибирск: Изд-во СНИИГГиМС, 2001. 82 с.

16. Шацкий С. Б. Основные вопросы стратиграфии и палеогеографии палеогена Сибири // Палеоген и неоген Сибири. Новосибирск: Наука, 1978. С. 3–32.

17. Шумилова Е. В. Терригенные компоненты мезо-

зойских и кайнозойских отложений Западно-Сибирской низменности и их роль в палеогеографических реконструкциях. Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1963. 314 с.

18. Kashirtsev V. A., Kontorovich A. E., Moskvina V. I. et al. Biomarker hydrocarbons in the organic matter of Paleogene sediments in Southern West Siberia // Petrol. chemistry. 2008. Vol. 48. № 4. P. 269–276.

ЛАНДШАФТНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ В БАССЕЙНЕ СРЕДНЕЙ ВЫЧЕГДЫ В ГОЛОЦЕНЕ (ПО ДАННЫМ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ БОЛОТА КАЛЯ)

Ю. В. Голубева¹, Н. Е. Зарецкая²

¹Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар; bratuchshak@geo.komisc.ru

²Геологический институт РАН, Москва; n_zaretskaya@inbox.ru

В статье приводится обоснование расчленения голоценовых торфяных отложений разреза Каля в долине р. Вычегды. Здесь в непрерывной последовательности представлены осадки от позднего пребореального до субатлантического периода.

Ранее палинологическое исследование в данном районе проводилось Д. А. Дурягиной [1] в связи с находками археологических неолитических памятников. Слои глины, торфа и суглинка палинологически датированы поздней атлантикой и ранним суббореалом. Согласно этим результатам, в позднеатлантическом периоде еловые леса с сосной, березой, вязом, орешником сменились сосново-еловыми лесами с березой, вязом, липой, кленом, орешником. В раннесуббореальном периоде произрастали березово-еловые леса.

Однако остались не раскрытыми ландшафтно-климатические обстановки в остальные периоды голоцена. В настоящей работе восполняется этот пробел. По результатам исследования более представительного разреза, воссоздана непрерывная цепь ландшафтно-климатических изменений на протяжении практически всего голоцена — от позднего пребореального до субатлантического периода.

Разрез Каля (62°44' с.ш., 51°51' в.д.), вскрывающий отложения I надпойменной террасы [2], расположен на правом берегу р. Вычегды, в 3.7 км на юго-запад от пос. Приозерный Корткеросского района Республики Коми и имеет следующее строение (описание ведется сверху вниз, мощность указана в метрах):

1. 0.0–4.1. Торф сфагновый плохо разложившийся бурого цвета. В нижней части торф становится более плотным.

2. 4.1–4.35. Глина зеленовато-бурого цвета.

3. 4.35–4.45. Оторфованный сапропель.

4. 4.45–4.65. Глина.

Для разреза болота Каля получены четыре радиоуглеродные даты, подтверждающие расчленение разреза: 8550 ± 40 (ГИН-14038) (с глуб. 4.35–4.45); 5900 ± 40 (ГИН-14037) (с глуб. 4.0–4.1); 5020 ± 30 (ГИН-14036) (с глуб. 3.15–3.25); 3970 ± 40 (ГИН-14038) (с глуб. 2.15–2.25).

В результате проведенного палинологического анализа 68 образцов выделено 11 палинозон, соответствующих определенным периодам голоцена (см. рисунок).

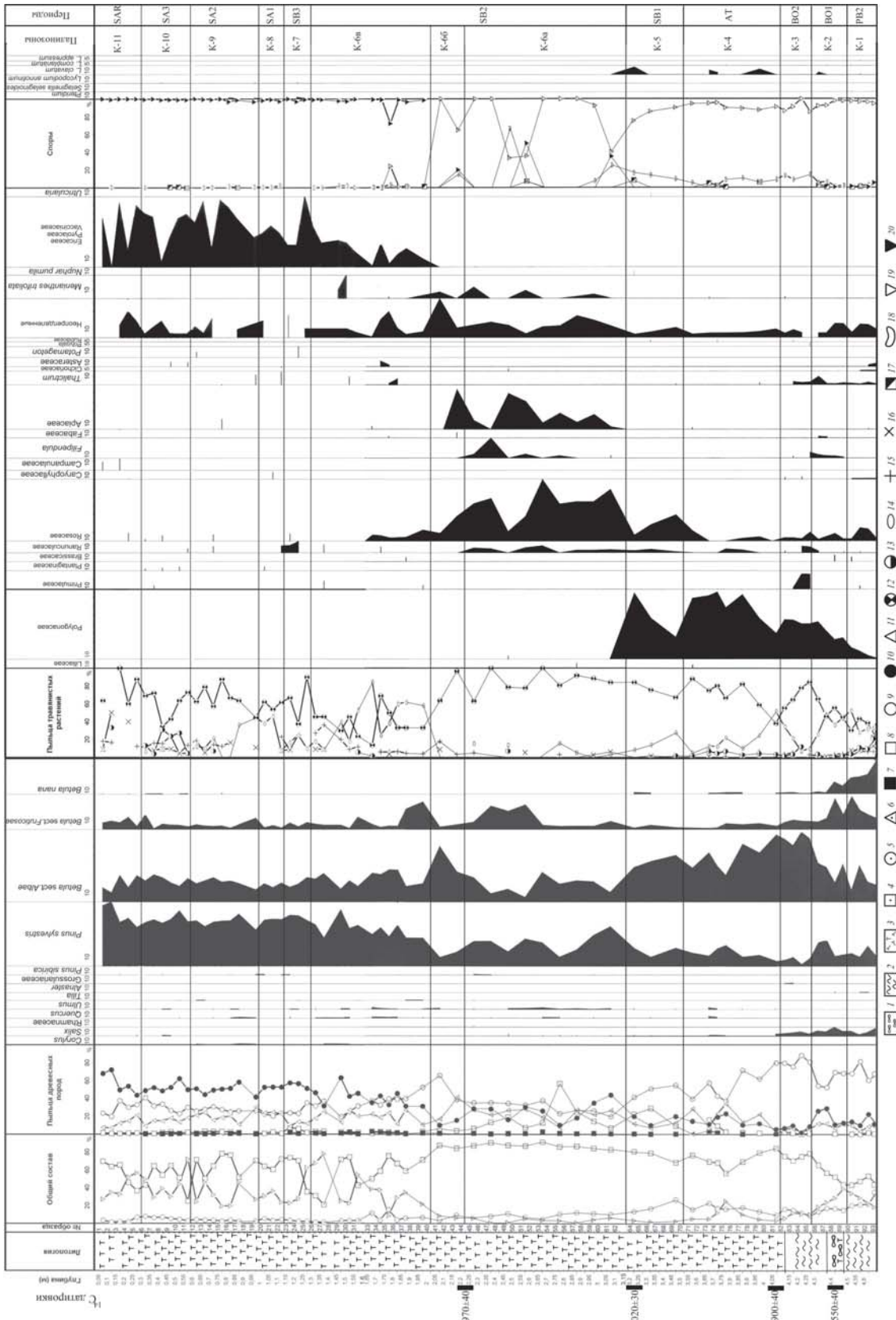
В спектрах пыльцевой зоны К-1 (инт. 4.65–4.5 м, 4 обр.) содержание пыльцы древесных составляет 45–55 %, а травянистых растений и спор достигает 35 %. В группе древесных велико значение пыльцы древовидной (до 40 %) и кустарниковой березы (до 35 %), присутствуют *Pinus sylvestris*, *Picea*, *Salix*, *Alnus* и *Alnus*. Среди пыльцы трав господствует пыльца злаков, маревых, полыней (в сумме 40 %) и разнотравья. Кроме того, в значительном количестве содержится *Cyperaceae*. Встречены споры холодолюбивых видов *Lycopodium appressum* и *Selaginella selaginoides*.

Палинозона К-2 (инт. 4.5–4.3 м, 4 обр.) характеризуется резким увеличением содержания пыльцы древесных (до 70 %). В древостое снижается роль карликовой березы. В группе травянистых растений существенно сокращается количество пыльцы степных видов. Среди споровых выделяется *Polypodiaceae* (до 15 %), несколько уменьшается содержание спор *Bryales*. Отложения нижней части палинозоны К-2 (глуб. 4.35–4.45) имеют возраст 8550 ± 40 ¹⁴С лет назад (ГИН-14038).

К-3 (инт. 4.3–4.05 м, 4 обр.). Спектры зоны соответствуют времени накопления зеленовато-бурых глин, переходящих вверх по разрезу в торф. Палинозона К-3 отличается от предыдущей увеличением количества пыльцы *Betula sect. Albae* и сокращением — *Pinus sylvestris* и *Picea*.

В общем составе спектров пыльцевой зоны К-4 (инт. 4.05–3.5 м, 7 обр.) продолжает доминировать группа древесных. Резко увеличивается содержание пыльцы ели (до 35 %) и сокращается — березы. Появляется пыльца широколиственных пород (до 4 %) и единичных зерен *Abies*, *Pinus sibirica*. Палинозона датируется 5900 ± 40 ¹⁴С лет назад (ГИН-14037).

К-5 (инт. 3.5–3.15 м, 3 обр.). Спектры палинозоны характеризуются преобладанием пыльцы березы, уменьшением содержания пыльцы ели (до 10 %) и увеличением — ольхи (до 30 %). Среди трав наряду с пыльцой разнотравья и осок появляются гидрофиты *Nuphar pumila*



Спорово-пыльцевая диаграмма по разрезу Каляя.

1 — сапропель; 2 — глина; 3 — торф; 4 — сумма пыльцы древесных пород; 5 — сумма пыльцы травянистых растений; 6 — сумма спор высших споровых растений; 7 — сумма пыльцы широколиственных пород; 8 — ольха; 9 — береза; 10 — сосна; 11 — ель; 12 — сумма пыльцы злаковых; 13 — злаки; 14 — оски; 15 — пыльца; 16 — маревые; 17 — злаки; 18 — папоротники; 19 — зеленые мхи; 20 — сфагновые мхи

и *Utricularia*. Присутствуют споры *Bryales*, *Polypodiaceae* и *Lycopodium clavatum*.

Пыльцевая подзона К-6а (инт. 3.15–2.2 м, 9 обр.). В общем составе спектров пыльцевой подзоны распределение между тремя группами растений следующее: древесно-кустарниковая группа — 85–90 %, группа трав — 7–12 %, споры — 1–7 %. Наблюдается сокращение количества пыльцы березы наряду с увеличением содержания пыльцы хвойных пород *Pinus sylvestris* (до 30 %), *Picea* (до 30 %), появлением зерен широколиственных пород *Quercus*, *Ulmus*, *Tilia* (в сумме до 3 %) и кедра *Pinus sibirica*. Пыльца трав и споры немногочисленны.

Граница пыльцевых подзон К-6а и К-6б датируется 3970 ± 40 ¹⁴С лет назад (ГИН-14038).

Пыльцевая подзона К-6б (инт. 2.2–2 м, 2 обр.). Процентные соотношения между группами растений сохраняются. В составе пыльцы древесных преобладает *Betula sect. Albae* (до 60 %). Пыльца хвойных пород *Pinus sylvestris* и *Picea* занимает подчиненное положение. Среди трав увеличивается количество пыльцы *Artemisia* и *Chenopodiaceae* при исчезновении *Superaceae*. Из споровых выделены *Bryales*, *Polypodiaceae* и *Sphagnum*.

Пыльцевая подзона К-6в (инт. 2–1.35 м, 11 обр.). В общем составе спектров палинозоны содержание пыльцы древесных и спор преобладает и достигает 90–99 %. Пыльца трав немногочисленна (1–10 %). Прослеживается уменьшение количества пыльцы *Betula sect. Albae* (15–35 %). Характерно увеличение доли *Pinus sylvestris* (до 60 %) и *Picea* (до 27 %), появление *Abies*, *Pinus sibirica*, широколиственных пород (в сумме до 3 %), в числе которых, кроме упомянутых ранее, встречается *Corylus*. В группе трав увеличилось количество пыльцы осоковых, водных растений (*Potamogeton*, *Menyanthes trifoliata*), появляются *Vacciniaceae*, *Ericaceae*, *Pyrola*. Среди спор преобладает *Sphagnum*.

Пыльцевая зона К-7 (инт. 1.35–1.15 м, 3 обр.) отличается от предыдущей палинозоны сокращением количества пыльцы ели и широколиственных пород.

Пыльцевая зона К-8 (инт. 1.15–0.95 м, 3 обр.) выделена на основании появления единичных зерен карликовой березки и исчезновения пыльцы широколиственных пород. В целом, видовой состав спектров остается прежним. Среди трав исчезла пыльца водных растений.

К-9 (инт. 0.95–0.6 м, 7 обр.). В спектрах палинозоны вновь появляется пыльца широколиственных пород (орешника, дуба, вяза и липы) и водных растений (*Potamogeton*).

В спектрах пыльцевой зоны К-10 (инт. 0.6–0.3 м, 6 обр.) наблюдается тенденция к снижению доли пыльцы *Picea* (до 10 %), уменьшается количество пыльцы широколиственных пород наряду с появлением пыльцы карликовой березки. Среди трав чаще встречаются злаки, полыни и маревые.

К-11 (инт. 0.3–0 м, 5 обр.). Здесь преобладает пыльца *Pinus sylvestris* и *Betula sect. Albae*, намечается рост кривой *Betula sect. Fruticosae*. Присутствуют уродливые формы пыльцевых зерен сосны.

Таким образом, накопление глинистых осадков в основании разреза (палинозона К-1) происходило в конце пребореального периода, соответствующего переслав-

кому похолоданию. Период характеризовался значительной ролью в составе лесов березы, развитием ерниковых зарослей и травянистых сообществ из злаков, маревых и полыней. Большое количество спор зеленых мхов указывает на широкое развитие гипновых болот. Присутствуют споры холодолюбивых видов *Lycopodium appressum* и *Selaginella selaginoides*.

Вышезалегающий оторфованный сапропель был сформирован в раннем бореале (палинозона К-2). Состав СПС свидетельствует об увеличении облесенности территории. Господствовали елово-березовые леса. Отложения нижней части слоя сапропеля (глуб. 4.35–4.45) имеют возраст 8550 ± 40 ¹⁴С лет назад (ГИН-14038). Спектры позднего бореала (палинозона К-3) соответствуют времени накопления зеленовато-бурых глин, перекрывающих сапропель и переходящих вверх по разрезу в торф. Улучшение климата способствовало развитию среднетаежных темнохвойных лесов, потеснивших елово-березовые.

Формирование вышезалегающей торфяной толщи происходило в атлантике—субатлантике. В атлантике широкое распространение получили темнохвойные леса. Максимумы пыльцы ели и широколиственных пород в верхней части палинозоны, соответствующей этому времени (палинозона К-4), отражают наиболее благоприятные климатические условия в течение всего временного интервала, охватываемого данным разрезом. Появляется пыльца широколиственных пород (до 4 %) и единичных зерен *Abies*, *Pinus sibirica*. Палинозона датируется 5900 ± 40 ¹⁴С лет назад (ГИН-14037).

Наличие в спектрах раннего суббореала (палинозона К-5) пыльцы кубышки и пузырчатки свидетельствует о существовании небольшого водоема со стоячей или слабо проточной водой. По берегам водоема расселилась ольха. Леса приобрели более осветленный облик, на что указывает сокращение количества пыльцы ели. В спектрах среднего суббореала (палинозона К-6) наблюдается сокращение количества пыльцы березы наряду с увеличением содержания пыльцы хвойных пород *Pinus sylvestris* (до 30 %), *Picea* (до 30 %), появлением пыльцы широколиственных пород *Quercus*, *Ulmus*, *Tilia*, *Corylus* (в сумме до 3 %) и единичных зерен кедра *Pinus sibirica*. На данном этапе происходило перераспределение основных пород, вызванное потеплением, повысилась роль еловых лесов. На территории распространились сфагновые болота с зарослями из брусничных и багульника. Отложения датируются 3970 ± 40 ¹⁴С лет назад (ГИН-14038). Пыльцевая зона, соответствующая позднесуббореальному времени (палинозона К-7), отличается от предыдущей палинозоны сокращением количества пыльцы ели и широколиственных пород, что указывает на кратковременное похолодание. Верхнюю границу периода Л. Д. Никифорова [3] на основе изучения разреза Синдор провела на уровне выпадения из состава пыльцы широколиственных пород. В нашем случае эта граница определяется на глубине 1.15 м.

Пыльцевая зона, отнесенная к раннесубатлантическому периоду (палинозона К-8), выделена на основании появления единичных зерен карликовой березки, расселившейся на окраинах болота, и исчезновения пыльцы широколиственных пород. Среди трав исчезла пыльца водных растений. Эти изменения были вызваны по-

холоданием. Субатлантическое похолодание сменилось очередным потеплением, о чем свидетельствует появление в спектрах палинозоны К-9 пыльцы широколиственных пород и водных растений (*Potamogeton*). В спектрах позднесубатлантического периода (палинозона К-10) снижается доля пыльцы *Picea* (до 10 %) наряду с появлением пыльцы карликовой березки. Среди трав чаще встречается пыльца злаков, полыни и маревых. Присутствие уродливых форм пыльцевых зерен сосны свидетельствует о том, что условия для ее произрастания стали неблагоприятными.

Работа выполнена при финансовой поддержке программы ОНЗ РАН 14 «Состояние окружающей среды и прогноз ее динамики под влиянием быстрых глобальных и региональных природных и социально-экономических изменений» и гранта РФФИ № 11-05-00538-а.

Литература

1. Волокитин А. В., Карманов В. Н., Марченко Т. И., Дурыгина Д. А. Пезмог IV — новый памятник гребенчатого камского неолита на Вычегде // Северное Приуралье в эпоху камня и металла. Сыктывкар, 1998. С. 31—40.

2. Зарецкая Н. Е., Чернов А. В., Карманов В. Н. и др. Опыт реконструкции истории долины Средней Вычегды в позднеледниковье и голоцене по результатам комплексных исследований // Фундаментальные проблемы квартара: итоги изучения и основные направления дальнейших исследований. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. С. 223—226.

3. Никифорова Л. Д. Изменение природной среды в голоцене на северо-востоке Европейской части СССР: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М., 1980. 25 с.

ОЛИГОЦЕНОВЫЕ СПОРОВО-ПЫЛЬЦЕВЫЕ КОМПЛЕКСЫ В ОСАДКАХ ЯПОНСКОГО МОРЯ

М. Т. Гороява, Н. Г. Ващенко

Тихоокеанский океанологический институт ДВО РАН, Владивосток; gorovaya@poi.dvo.ru

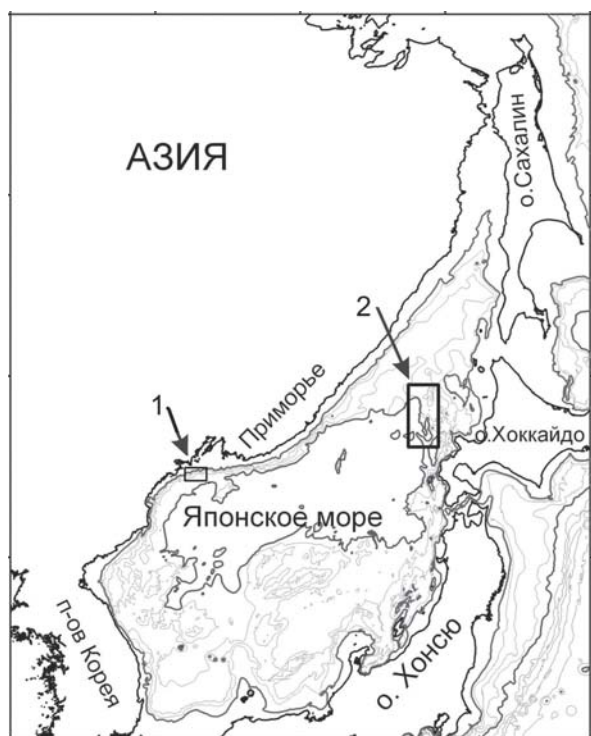
В низах осадочного чехла Японского моря установлены два спорово-пыльцевых комплекса (СПК) палеогенового возраста. Первый (СПК-1) — на материковом склоне Приморья, второй (СПК-2) — в северо-восточной части Японского моря на хребте Окусири. В составе СПК-1 доминируют голосеменные с преобладанием сосновых. Среди покрытосеменных наиболее многочисленны и разнообразны ореховые. СПК-2 характеризуется доминированием покрытосеменных и присутствием эоценовых и эоцен-олигоценовых таксонов. Состав палинофлоры обоих комплексов соответствует олигоценовому этапу развития флоры Дальнего Востока. На основании проведенных сопоставлений с СПК Приморья и о. Сахалин мы датировем описанный СПК-1 поздним олигоценом, а СПК-2 ранним олигоценом (вероятно, вторая половина раннего олигоцена).

В породах кайнозойского осадочного чехла Японского моря установлены два спорово-пыльцевых комплекса (СПК) палеогенового возраста (см. рисунок). Первый (СПК-1) — в породах аргиллитовой толщи, слагающей нижнюю часть осадочного чехла материкового склона Приморья [4, 5]. Второй (СПК-2) установлен в северо-восточной части Японского моря на хребте Окусири, также в низах осадочного чехла.

В составе СПК-1 доминируют голосеменные с преобладанием среди них сосновых. Они представлены различными видами ели (*Picea* sect. *Eupicea*, *Picea* sp., *Picea* sp. 1 (*gigantea*)), сосны (*Pinus* s/g *Haploxyylon*, *Pinus* s/g *Diploxyylon*, *Pinus* sp. 1 (*minima*)) и тсуги (*Tsuga saueriae* Brutm., *Tsuga* spp., *T. parva* (Brutm.)). *Cedrus*, *Abies*, *Larix* и ногоплодниковые (*Podocarpus kazakhstanica* Zakl., *P. totara* D. Don. *P. gigantea* Zakl.) входят в группу сопутствующих. Сем. Таходиацевые (*Taxodium*, *Glyptostrobus*, *Sequoia*), как правило, также входят в группу сопутствующих, но в отдельных спектрах они составляют значительный процент. Среди покрытосеменных наиболее многочисленны и разнообразны ореховые (*Carya* spp., *Juglans* — значительно, *Pterocarya* и *Platycarya* — единично, *Cyllocarya* — спорадически); значительное количество *Ulmus*, меньше *Fagus* и *Tilia* (2 вида). Малочисленны *Betula*, *Alnus*; единичны *Corylus*, *Carpinus*, *Acer*, *Aralia*, *Quercus* (вечнозеленный и листопадный), *Castanea*, *Castanopsis*, *Pasania*,

Ilex, *Comptonia*, *Elaeagnus*, *Liquidambar*, *Ericales*, *Jussiaena*, *Hamamelis*, *Triatripollenites* и *Trapa comitantiboreales* Brutm. — обитатель пресных водоёмов. Споровые малочисленны: постоянно — сем. *Polypodiaceae*, спорадически и единично — *Osmunda*, *Lycopodium*, *Leiotriletes*, *Cyathea*, *Lygodium japoniciforme* Iv. В составе комплекса отсутствуют характерные эоценовые таксоны (*Ulmoideipites*, *Tricolporopollenites*, *Triatripollenites*, *Anacolosidites* и др.)

По соотношению пыльцы голосеменных, покрытосеменных и спор, а также по таксономическому составу описанный комплекс сопоставляется с установленным Т. И. Петренко в разрезе скважины 9035-Д (слои 4–5) Павловского угольного поля СПК-2, датировемым олигоценом (исключая самые ранние его этапы) [11]. Различие сравниваемых комплексов заключается, главным образом, в более высоком содержании в СПК Павловского угольного поля пыльцы *Betula*, сем. Таходиацевые и сем. *Rosaceae*. По общему таксономическому составу, обилию сосновых, значительному количеству ильма, разнообразию ореховых, присутствию *Podocarpus gigantea*, крупных пыльцевых зерен ели и постоянном присутствии палеогеновых таксонов, установленный нами СПК также сопоставляется со СПК из верхних горизонтов надеждинской свиты (олигоцен) Спутинского и Хасанского районов Южного Приморья [2, 14, 15] и центрально-там-



Местоположение изученных районов: 1 — материковый склон Приморья; 2 — хребет Окусири.

левским палинокомплексом (олигоцен-ранний миоцен) о. Сахалин [9, 16].

Приведенный состав палинофлоры в целом соответствует олигоценному этапу развития флоры Дальнего Востока. Но, как отмечает Л. А. Баскакова [1], для раннего олигоцена характерно доминирование и разнообразие сосновых и таксодиевых при заметном участии эоценовых таксонов. В описанном комплексе наблюдается незначительное количество таксодиевых и отсутствие характерных для эоцена таксонов. Кроме того, отмечается заметное участие ореховых и буковых, характерных для расцвета тургайской флоры, имевшего место на Дальнем Востоке в середине олигоцена [1, 7]. На основании этих данных и проведенных сопоставлений мы датировем описанный СПК-1 поздним олигоценем.

Таксономический состав палинофлоры свидетельствует о распространении в районе седиментации хвойных, хвойно-широколиственных лесов. Экологические особенности таксонов (долинные — таксодий, ильм, лапина, ольха; склоновые — ель, разнообразные ореховые, ильм, липа, берёзы и др.; высокогорные — сосна, тсуга, ногоплодник, кедр, пихта, берёзовые; гидрофиты — водяной орех), входящих в состав палинофлоры, свидетельствуют о расчлененном рельефе прибрежной суши. Присутствие в СПК-1 водяного ореха указывает на наличие вблизи бассейна седиментации пресных и медленно текущих или почти стоячих водоемов. Климат был умеренным и влажным.

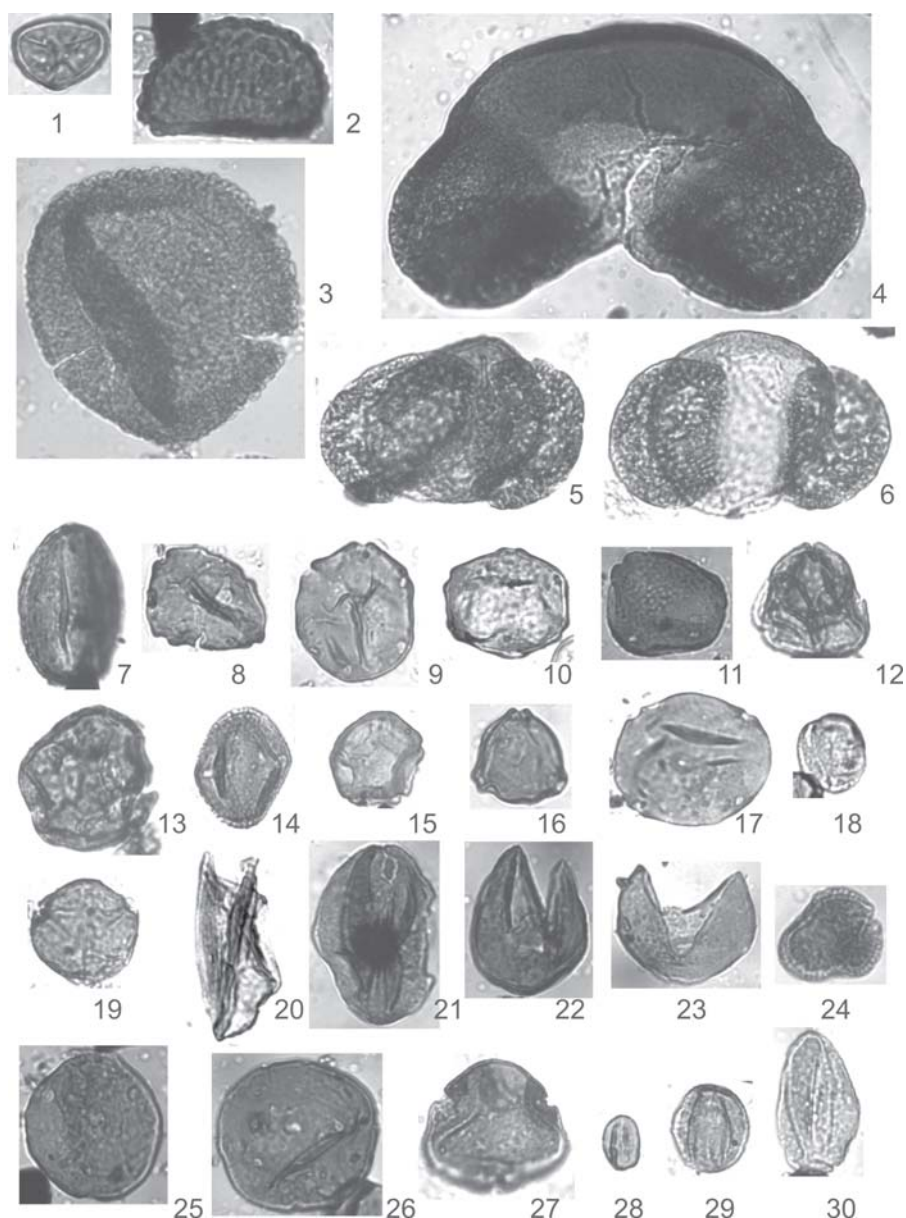
СПК-2, установленный в аргиллитах осадочного чехла на хребте Окусири, характеризуется доминированием покрытосеменных (65.8–67.3%), подчинённым значением голосеменных (28.8–31.5%) и малым количеством споровых (см. фототаблицу). В составе покрытосеменных обильно представлены широколиственные сем. Juglandaceae разнообразными по родовому составу

(*Carya* — много, *Juglans* — значительно, *Pterocarya*, *Platycarya*, *Engelhardtia* — единично). Многочисленны *Fagus* и *Betula*, значительное количество *Ulmus*. Малочисленны или единичны разнообразные буковые (*Quercus* — вечнозеленые и листопадные, *Castanea*, *Pasania*) и берёзовые (*Carpinus Alnus*, *Corylus*), а также *Myrica*, *Comptonia*, *Tilia*, *Liquidambar*, *Elaeagnus*, *Trapa*, *Syringa*, *Nyssa*, *Aralia*. Характерно присутствие эоценовых и эоцен-олигоценных таксонов: различных теплолюбивых представителей сем. Hamamelidaceae (*Hamamelis*, *Corylopsis*, *Fothergilla*, *Disanthus*), *Triatriopollenites plicoides* Zakl., *Ulmoideipites tricostatus* Anders. и *Anacolosidites primigenius* Anders, не встречающихся в миоценовых палинофлорах Приморья. Немногочисленные споровые представлены сем. Polypodiaceae, *Osmunda*, *Lygodium*, *Ceratopteris*, *Dicksonia*.

Среди голосеменных обильно представлены сосновые с повышенным содержанием *Picea* (до 14%), в их числе *P. gigantea* Zakl., значительное количество *Tsuga* (2 вида). Малочисленны или единичны *Pinus* (*P. s/g Diploxylon*, *P. s/g Haploxylon*, *Pinus* sp.), сем. Taxodiaceae, *Podocarpus totara* D. Don., *Larix*, *Ephedra*. Таксономический состав СПК хребта Окусири как и аргиллитовой толщи материкового склона Японского моря в целом отражает олигоценный этап развития флоры Дальнего Востока [2, 3, 8, 11, 12, 14]. Отличительными особенностями СПК-2 являются: 1) доминирование и таксономическое разнообразие покрытосеменных; 2) обилие и разнообразие умернотеплолюбивых листопадных широколиственных, таких как различные ореховые и буковые; 3) разнообразие субтропических гаммелидовых, 4) присутствие эоценовых и эоцен-олигоценных таксонов, имевших широкое распространение в палеогеновых отложениях. Они свидетельствуют о его более «теплом» облике (по сравнению с СПК-1), характерном для эпохи расцвета тургайской флоры, приходящейся на вторую половину раннего олигоцена [1, 7].

По общему таксономическому составу, богатству и разнообразию ореховых, буковых и гаммелидовых среди покрытосеменных, преобладанию сосновых среди голосеменных, присутствию эоцен-олигоценных таксонов СПК-2 хребта Окусири сопоставляется с раннеолигоценным СПК-1 (скв. 214) Пушкинской депрессии и СПК из возновской свиты Приморья [10, 13] и с позднеэоцен-раннеолигоценным СПК из флоронных отложений бухты Буй [8]. Отличаются эти СПК от комплекса хребта Окусири большим количеством и разнообразием вечнозеленых *Quercus* и других таксонов, характерных для эоцена.

В описанном комплексе хребта Окусири отсутствуют ключевые эоценовые таксоны (*Pistillipollenites* и др.), а также типичная для эоцена мелкая трёхбороздная пыльца [6, 10, 12]. Присутствие в составе СПК единичных эоценовых реликтов *Triatriopollenites plicoides* Zakl., *Ulmoideipites triacostatus* Anders. и *Anacolosidites primigenius* Zakl. не дает нам основания для отнесения его к эоцену, так как перечисленные таксоны в эоценовое время имели максимальное и типичное распространение. На основании изложенного мы считаем, что установленный в отложениях хр. Окусири спорово-пыльцевой комплекс имеет раннеолигоценный возраст (вероятно, вторая половина раннего олигоцена).



Фототаблица. Споры и пыльца из аргиллитов осадочного чехла хр. Окусири (Японское море).

1 — *Sphagnum* sp.; 2 — *Polypodium* sp.; 3 — *Tsuga canadensis* (L.) Carr.; 4 — *Picea* sect. *Omorica*; 5, 6 — *Pinus* s/g *Diplpxylon*; 7 — *Parthenocissus* sp.; 8 — Juglandaceae; 9 — *Juglans* sp.; 10 — *Pterocarya* sp.; 11 — *Ulmus* sp.; 12 — *Ericales* sp.; 13 — *Liquidambar* sp.; 14 — *Araliaceae*; 15 — *Alnus* sp.; 16 — *Betula* sp.; 17 — *Carpinus* sp.; 18 — *Tricolpopollenites* sp.; 19, 21 — *Fagus* sp.; 20 — *Glyptostrobus* sp.; 22, 23 — Taxodiaceae; 24 — *Disanthus* sp.; 25, 26 — *Carya* sp.; 27 — *Tilia* sp.; 28 — *Castanea* sp.; 29, 30 — *Quercus* spp.
3–6, 20, 21, 23 — увеличение $\times 400$; 1, 2, 7–19, 24–30 — увеличение $\times 600$.

Палинологические данные свидетельствуют о развитии в это время хвойно-широколиственных лесов вблизи бассейна седиментации. Количественные и качественные показатели таксономического состава палинофлоры отражают условия теплоумеренного и влажного климата, а экологические особенности установленных таксонов свидетельствуют о расчлененном рельефе прибрежной суши. Среди современных аналогов наиболее близки к реконструируемым лесам хребта Окусири, по нашему мнению, мезофитные и смешанные широколиственные леса Юго-Восточной Азии [17].

Таким образом, палинологические исследования осадочных отложений Японского моря позволили установить два СПК, соответствующих палинофлорам раннего (вторая половина) и позднего олигоцена Дальнего Востока.

Литература

1. Баскакова Л. А. Событийность и этапность геологического развития в кайнозое материковой части Востока России // Тихоокеан. геология, 2006. Т. 25, № 3. С. 3–18.
2. Баскакова Л. А., Громова Н. С. Фитостратиграфическое расчленение палеогеновых отложений Юго-Западного Приморья // Сов. геология. 1982. № 11. С. 68–78.
3. Братцева Г. М. Этапы развития палеогеновой палинофлоры в фитохориях Дальнего Востока и Восточной Сибири // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1996. Т. 71. Вып. 5. С. 51–57.
4. Ващенко Н. Г., Горюва М. Т., Можеровский А. В. О составе и возрасте аргиллитовой толщи (осадочный чехол материкового склона Японского моря) // Тихоокеан. геология. 2009. Т. 28, № 3. С. 53–63.

5. Горовая М. Т., Ващенко Н. Г. О возрасте нижней части осадочного чехла на шельфе и материковом склоне залива Петра Великого (Японское море) // Новости палеонтологии и стратиграфии: Вып. 9-11: Приложение к журналу «Геология и геофизика». 2008. Т. 49. С. 331–334.
6. Заклинская Е. Д. Пыльца покрытосеменных и её значение для обоснования стратиграфии верхнего мела и палеогена. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 258 с.
7. Криштофович А. Н. Палеоботаника. Л.: Недра, 1957. 237 с.
8. Лопатина Д. А. Палинологические и макрофлористические комплексы из эоцен-миоценовых отложений побережья Татарского пролива (Восточный Сихотэ-Алинь) // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2001. Т. 9, № 4. С. 80–98.
9. Опорный разрез палеоген-неогеновых отложений юго-восточного Сахалина (Макаровский разрез). Санкт-Петербург: ВНИГРИ, 1992. 357 с.
10. Павлюткин Б. И., Петренко Т. И. Стратиграфия пограничных отложений олигоцена и миоцена в Приморье // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1994. Т. 2. № 6. С. 119–127.
11. Павлюткин Б. И., Петренко Т. И., Чекрыжов И. Ю. Проблемы стратиграфии третичных отложений Павловского угольного поля (Приморье) // Тихоокеан. геология. 2005. Т. 24, № 6. С. 59–76.
12. Павлюткин Б. И., Петренко Т. И. Стратиграфия палеоген-неогеновых отложений Приморья. Владивосток: Дальнаука, 2010. 164 с.
13. Павлюткин Б. И., Чекрыжов И. Ю., Петренко Т. И. Возновская свита — отражение раннеолигоценового этапа геологической истории Восточного Сихотэ-Алиня // Тихоокеан. геология. 2011. Т. 30, №1. С. 52–69.
14. Решения 3-го Межведомственного регионально-го стратиграфического совещания по докембрию и фанерозою Дальнего Востока СССР (Владивосток, 1978). Объяснительная записка к стратигр. схемам, принятым Межведомств. стратигр. ком. СССР 14 мая 1979 г. Магадан, 1982. 182 с.
15. Седова М. А. Олигоценовые спорово-пыльцевые комплексы Южного Приморья Дальнего Востока // Атлас олигоценовых спорово-пыльцевых комплексов различных районов СССР: Материалы ВСЕГЕИ. М., 1956. Вып. 16. С. 51–68.
16. Экосистемы кайнозоя Охотоморского региона. Опорный разрез палеогена и неогена Северного Сахалина (п-ов Шмидта): стратиграфия, палеогеография и геологические события. М.: ГЕОС, 1999. 132 с.
17. Wolfe J. A. Temperature parameters of humid to mesic forests of Eastern Asia and relation to forests of other region of the Northern Hemisphere and Australasia // Geol. Surv. provess. pap., 1979. № 1106. 37 p.

ПЕРЕОТЛОЖЕННЫЕ СПОРЫ И ПЫЛЬЦА В ГОЛОЦЕНОВЫХ ОСАДКАХ ВНЕШНЕЙ ЧАСТИ АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА РОССИИ

Л. Г. Деревянко¹, Е. А. Гусев²

¹Горно-геологическая компания «Миреко», Сыктывкар

²Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и минеральных ресурсов мирового океана, Санкт-Петербург

Морские геологические исследования, проведенные с борта НЭС «Академик Федоров» в 2007 г. охватили центральную часть Северного Ледовитого океана, а также прилегающий шельф Арктических морей России. Интересные результаты были получены по окраинно-шельфовым районам, где в составе спорово-пыльцевых спектров преобладают переотложенные формы. Поверхностные осадки из колонок, поднятых во внешней части шельфа, характеризуются крайне незначительным содержанием современных спор и пыльцы, в то время как нижележащие голоценовые осадки имеют спектры хорошей наполненности, свидетельствуют о переотложении микрофоссилий из эоценовых и миоценовых осадков. Таким образом, нашими исследованиями подтверждается существование морского осадконакопления на Баренцевом шельфе в эоцене.

Морские геологические исследования, проведенные с борта НЭС «Академик Федоров» в 2007 г. в рамках программы научных изысканий по Международному Полярному году, охватили центральную часть Северного Ледовитого океана, а также прилегающий шельф Арктических морей России. В результате проведения работ было отработано несколько точек донного опробования: боксорером (колонка АФ-0701) и гидростатической трубкой длиной 4 м во внешней части Арктического шельфа России (остальные колонки). Колонка АФ-0701 отобрана в точке северного полюса, АФ-0704 — в северной части Британского канала, Зем-

ля Франца Иосифа (ЗФИ), АФ-0708 и АФ-0716 — в желобе Воронина, и АФ-0729 — в северной части Восточно-Сибирского моря (см. рисунок). Морские геологические работы выполнялись с описанием, фотографированием полученных кернов и отбором проб.

Ранее пробы, отобранные в точке северного полюса (АФ-0701), были обработаны в лаборатории ГИН РАН с определением минерального и химического состава, изучением фораминифер, нанофоссилий, диатомовых водорослей [2]. Для данного исследования произведен спорово-пыльцевой анализ пяти проб. Пробы из интервалов 0–2, 10–15, 20–24, 25–26, 40–45 см оказа-

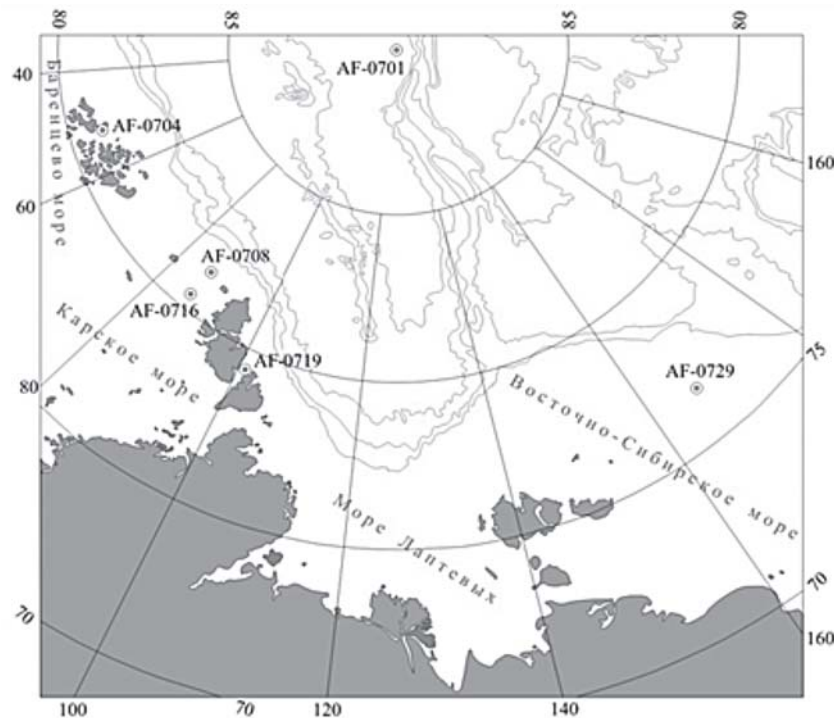


Схема расположения колонок грунтовых трубок, отобранных в рейсе НЭС «Академик Федоров», в осадках которых содержатся переотложенные палиноморфы

лись практически «немыми». Они содержат угольную крошку, единичные спикулы губок, обрывки растительных волокон. Определены три зерна трав, одно зерно *Alnaster* sp. и обрывок хвойной пыльцы современного облика. Полное отсутствие спор и пыльцы в глубоководной части Северного Ледовитого океана не является неожиданностью.

Интересные результаты были получены по окраинно-шельфовым районам, где в составе спорово-пыльцевых спектров преобладают переотложенные формы. Поверхностные осадки из колонок, поднятых во внешней части шельфа, характеризуются крайне незначительным содержанием современных спор и пыльцы, в то время как нижележащие голоценовые осадки имеют спектры хорошей наполненности, свидетельствуют о переотложении микрофоссилий из эоценовых и миоценовых осадков. Известно, что для Баренцевоморского региона переотложенные пыльца и споры составляют в среднем 30–60 % общего числа палиноморф, а в районе Шпицбергена их количество увеличивается, достигая порой 99 % [8]. На Баренцевском шельфе в спектрах переотложенных спор и пыльцы доминируют виды, характерные для позднего мела [7]. Переотложенные позднемеловые микрофоссилии характерны и для плиоцен-четвертичных осадков плато Ермак [11]. Интересно, что в четвертичных осадках Шпицбергенского шельфа переотложенные третичные спорово-пыльцевые комплексы имеют подчиненное значение, несмотря на то, что на о-ве Западный Шпицберген обнажаются палеогеновые породы Центрального Третичного бассейна [1, 6], которые активно размываются. На архипелаге Земля Франца Иосифа неизвестно выходов палеогеновых пород, здесь предположительно выделены неогеновые отложения на о. Гофмана [3]. Поэтому обнаружение палеогеновых спор и пыльцы в четвертичных осадках про-

лива Британский Канал (архипелаг Земля Франца Иосифа) явилось неожиданным результатом. Более или менее прогнозируемым было обнаружение переотложенных палеогеновых палиноморф в голоценовых осадках района архипелага Северная Земля, где, как известно, обнажаются палеогеновые породы [4] и неогеновых спор и пыльцы в четвертичных осадках севера Восточно-Сибирского моря, в осадочном чехле которого предполагается весь кайнозой.

Осадки, поднятые трубкой на станции AF-0704 (81°0'11.5'' с.ш., 51°45'50.4'' в.д., глуб. моря 327 м) в проливе Британский Канал (ЗФИ), характеризуются мягкопластичной консистенцией и обводненностью, и, несомненно, имеют голоценовый возраст. Из этой колонки произведен отбор восьми проб, в нижних шести пробах (интервалы 400–405, 335–340, 293–298, 213–218, 160–165, 100–105 см) переотложенных спор и пыльцы особенно много. Доминирующей группой является пыльца: *Castanea crenataeformis* Samig. — 12–19 %; *Tricolporopollenites pseudocingulum* (R.Pot.), *T. edmundii* (R.Pot.) — 6–14 %; *Quercus graciliformis* Boitz., *Q. gracilis* Boitz., *Q. ovalis* Boitz., *Q. sp.* — 10–17 %; *Castanopsis pseudocingulum* Boitz. — 4–9 %. Характерными для комплекса являются *Hamamelis scotica* Simp., *H. sp.* — 0–2 %; *Rhus regblaris* Pan., *R. sp.* — 0–4 %; *Liquidambar zaisanica* Pan., *L. sp.* — 0–2 %; *Nyssa crassa* Pan., *N. sp.* — 2–6 %; *Parthenosissus* sp. — 0–2 %; *Araliapollenites* — 0–2 %; *Fothergilla gracilis* Lubm. — 0–6 %; *Corylopsis crassa* Lubm. — 0–4 %; *Cornus* sp. — 0–2 %; *Roipites pseudocingulum* (R. Pot.) — 0–2 %. Заметную роль в комплексе играет пыльца *Palmae* — 6–12 %. Пыльцы бегулоидного типа немного: *Betula gracilis* Pan. — 0–4 %, *Alnuspollenites* — 0–2 %; *Salix* sp., *S. sf. caprea* — 1–4 %; *Myrica elegans* Samer., *M. vera* Samer. — 0–4 %; *Triatriopollenites*

pseudorensis W. Kr. — 0–1 %. Голосеменные растения не отличаются разнообразием: *Pinus* s/g *Haploxylo-*
lon — 0–3 %, *Ginkgo* sp. — 2–5 %, *Taxodium* gen.
indet. — 2–4 %, Cupressaceae — 0–4 %, *Sequoia* sp. —
0–2 %. Из травянистых растений определены единично
Umbelliferae, Oleaceae, *Ephedra cheganica* Chakhm.
Споровых растений в комплексе от 12 % до 18 %: сем.
Polypodiaceae — 4–10 %, *Sphagnum* sp. — 2–6 %, *Osmunda* sp. — 0–4 %, *Selaginella* sp. — единично.
Таким образом, в период накопления осадков, содержащих данный спорово-пыльцевой комплекс, существовала тропическая растительность, характерная для среднего эоцена. Данный комплекс сопоставляется с палинокомплексом, выделенным И. А. Кульковой из тас-
тахской свиты Яно-Индибирской низменности, который датируется средним эоценом, а также с подобным палинокомплексом из анжуйской свиты на о. Фаддеевском, о. Айон и т.д.

Колонки AF-0708 (81°20'03.4" с. ш., 86°30'06.2" в. д., глуб. моря 358 м), AF-0716 (80°29'56.8" с. ш., 86°31'00.4" в. д., глуб. моря 272 м) и AF-0719 (79°21'31.6" с. ш., 101°13'37.5" в. д., глуб. моря 167 м) находятся в районе архипелага Северная Земля. Первые две находятся соответственно в северной и центральной частях желоба Воронина, а последняя — в северной части пролива Шокальского. Переотложенные спорово-пыльцевые спектры, выделенные из образцов, взятых из этих колонок, схожи между собой, и имеют поздне-эоценовый возраст. В отличие от средне-эоценового комплекса колонки AF-0704 (ЗФИ), в данном комплексе помимо большого количества субтропических растений, появляется значительное количество теплоумеренных элементов (*Betula*, *Corylus*, *Alnus*, *Carya* и др.). Пыльцевой комплекс колонки AF-0708 имеет следующий состав: *Quercus graciliformis* Boitz., *Q. gracilis* Boitz., *Q. ovalis* Boitz., *Q. sp.* — 5–11 %; *Castanea crenataeformis* Samig. — 2–7 %; *Castanopsis pseudocingulum* Boitz. — 0–2 %; *Tricolporopollenites pseudocingulum* (R. Pot.), *T. edmundii* (R. Pot.) — 2–6 %; *Fagus grandifoliiformis* Pan. — 1–5 %; *Betula gracilis* Pan. — 6–8 %, *Betulapollenites betuloides* Nagy — 0–2 %; *Alnuspollenites*, *Alnus* sp. — 4–8 %; *Salix* sp., *S. sf. caprea* — 0–1 %; *Corylus sf. avellana* Pan., *C. simplex* Pan., *C. sp.* — 4–8 %; *Myrica elegans* Samer., *M. vera* Samer. — 2–4 %; *Comptonia sibirica* Pan., *C. sp.* — 1–3 %; *Triatriopollenites pseudorensis* W. Kr. — 0–4 %; *Platycaryapollis trisolutionis* W. Kr. — 0–2 %; *Platycaryapollenites*, *P. sp.* — 2–4 %; *Pterocarya stenopteroides* Vojk., *P. sp.* — 0–4 %; *Carya spakcmania* Trav. — 0–2 %; *Caryapollenites eogracilis* W. Kr. — 2–4 %; *Magnolia delicata* Lubom., *M. globosiformis* Lubom., *M. sp.* — 3–10 %; *Momipites punctatus* Nagy — 0–1 %; *Pokrovskaja gracilis* Pan. — 0–1 %, *Rhus reglaris* Pan., *R. sp.* — 0–2 %; *Liquidambar zaisanica* Pan., *L. sp.* — 0–2 %; *Nyssa crassa* Pan., *N. sp.* — 0–3 %; *Acer* sp. — 0–1 %; *Palmae* — 0–2 %. Голосеменные растения: *Pinus* s/g *Haploxylo-*
lon — 0–6 %, *Picea tobolica* Pan., *P. sp.* — 0–6 %; *Ginkgo* sp. — 0–2 %, *Taxodium* gen. indet. — 2–6 %, Cupressaceae — 0–2 %, *Sequoia* sp. — 0–2 %. Из травянистых и кустарничковых растений определены единично Rutaceae, Ericaceae — 0–1 %, *Typha* sp. — 0–2 %, Chenopodiaceae — 0–4 %,

Ephedra cheganica Chakhm. — 0–2 %, разнотравье — 1–4 %. Споровых растений в комплексе от 11 % до 19 %: сем. Polypodiaceae — 2–6 %, *Sphagnum* sp. — 4–7 %, *Osmunda* sp. — 1–2 %, *Cyathea* sp. — 1–2 %, *Lycopodium* sp. — 0–3 %. Данный спорово-пыльцевой комплекс сопоставляется с комплексом *Quercus gracilis* — *Quercus graciliformis*, выделенным И. А. Кульковой на севере Восточной Сибири в Муруктинской котловине (котуйская свита, поздний эоцен), Г. Г. Карташевой в бассейне р. Омолой (Северная Якутия), Б. В. Беловой на о. Айон и др.

Колонка AF-0729 (76°36'13.8" с. ш., 161°42'04.3" в. д., глуб. моря 192 м) находится на севере Восточно-Сибирского моря. По этой колонке произведен анализ 5 проб (интервалы 180–190, 150–156, 110–120, 57–65 см). Пробы имеют похожие спектры, характеризующие лесную растительность островного типа. На территории произрастали леса смешанного типа, представляющие собой палинозону с *Betula* — *Alnus* — *Corylus* — *Pinus* — широколиственными в среднем миоцене. Среди покрытосеменных растений доминируют древесные и кустарниковые растения. Пыльца мелколиственных растений составляет 27–29 % и представлена сем. Betulaceae (*Betula gracilis* Pan., *B. sp.* — 6–15 %; *Alnus* sp. — 4–6 %, *Alnaster* sp. — 4–8 %), сем. Salicaceae (*Salix* sp. — 2–9 %). Группа голосеменных представлена пыльцой сем. Taxodiaceae (*Taxodium* gen. indet. — 2–4 %), сем. Pinaceae (*Picea tobolica* Pan., *Picea* sp. — 0–4 %, *Pinus sibirica* — 3–6 %, *Pinus aff. silvestris* — 0–2 %), *Larix* sp. — 0–2 %. Пыльцы теплолюбивых широколиственных растений — (12–25 %) — *Corylus cf. avellana*, *Corylus sibirica* Pan., *Corylus* sp. — 2–10 %, *Myrica pseudogranulata* Glad., *Myrica* sp. — 0–1 %, *Platycarya* sp. — 0–2 %, *Momipites punctatus* (R. Pot.) Nagy — 0–2 %, *Quercus cf. sibirica* Pan., *Quercus* sp. — 5–8 %, *Rhus regularis* Pan. — 0–1 %, *Castanea crenataeformis* Samig. — 1–2 %, *Castanopsis pseudocingulum* — 0–2 %, *Liquidambar* sp. — 0–2 %, *Nyssa crassa* Pan. — 0–1 %, *Hamamelis* sp. — 0–1 %, *Ulmus* sp. — 0–2 %. Характерно разнообразие пыльцы травянистых растений 16–28 % — разнотравье, сем. Ranunculaceae, Chenopodiaceae, Caryophyllaceae, Compositae, Liliaceae, Umbelliferae, Sparganium, Cyperaceae, Gramineae, Polygonaceae, Onagraceae, *Typha*, кустарнички — сем. Ericaceae. Споровые растения представлены в основном сфагновыми мхами (*Sphagnum*) — 11–20 %, кочедыжниковыми папоротниками (Polypodiaceae) — 4–9 % и в меньшем количестве *Lycopodium* sp. — 0–1 %, *Cyathea* — 0–1 %, *Ophyoglossum* — 0–1 %. Климат в период осадконакопления был теплоумеренным и достаточно влажным. Данный комплекс сопоставляется с комплексом *Alnus* — Polypodiaceae в Западной Сибири (бещеульский горизонт, миоцен), похожими комплексами из верхнеиндикиляхского подгоризонта Северо-Востока России и др.

Полученные результаты отличаются от известных фактов нахождения в четвертичных осадках переотложенных спор и пыльцы в основном мелового возраста. Факт нахождения богатых спектров палеогеновых и неогеновых спор и пыльцы в голоценовых осадках Арктического шельфа России нам представляется важным для реконст-

рукции палеогеографии кайнозоя. До сих пор считалось, что палеогеновые осадки отлагались на Баренцевском шельфе, но впоследствии были смыты в эпохи низкого стояния уровня моря [5]. В современной структуре осадочного чехла Баренцевского шельфа отчетливо читается верхнее региональное несогласие, ниже которого залегают меловые породы, а выше — четвертичные осадки. Палеогеновые отложения были отмечены только в двух скважинах на Южно-Канинской банке и на Новоземельском шельфе [9]. Кроме того, в керне скважины 3, пробуренной в Чешской губе, обнаружены многочисленные переотложенные палеогеновые диатомовые и силикофлагелляты [10]. Таким образом, нашими исследованиями подтверждается существование морского осадконакопления на Баренцевском шельфе в эоцене. Наличие переотложенных спор и пыльцы третичного возраста свидетельствует о сильном размыве палеогеновых и неогеновых толщ на Арктическом шельфе России.

Литература

1. Вакуленко А. С. Спорово-пыльцевые комплексы палеогена Шпицбергена // Палинология кайнофита. М.: Наука. 1973.
2. Гусев Е. А., Сколотнев С. Г., Александрова Г. Н. и др. Первые результаты изучения глубоководных илов с Северного полюса // Доклады АН РФ. 2008. Т. 421, № 6. С. 790–794.
3. Дибнер В. Д. Неогеновые отложения на северо-востоке Земли Франца-Иосифа // Доклады АН СССР. 1961. Т. 138, № 5. С. 1163–1165.
4. Зархидзе В. С. Третичные отложения архипелага Северная Земля // Геология архипелага Северная Земля. Л.: ПГО “Севморгеология”, 1982. С. 130–133.
5. Зархидзе В. С. Палеогеновая и неогеновая история развития Северного Ледовитого океана // Геологическая история Арктики в мезозое и кайнозое. Материалы чтений памяти В. Н. Сакса. СПб., 1992. Кн. 2. С. 6–28.
6. Лившиц Ю. Я. Палеогеновые отложения и платформенная структура Шпицбергена. Л.: Недра, 1973. 160 с.
7. Руденко О. В. Некоторые закономерности распределения переотложенных палиноморф в верхнекайнозойских осадках Баренцева моря // Геология морей и океанов. Тезисы докладов XIII Межд. Школы морской геологии. М.: 1999. Т. 1. С. 97–98.
8. Руденко О. В. Переотложенные микрофоссилии в донных осадках шельфа и западных фьордов Шпицбергена // Комплексные исследования природы Шпицбергена. Апатиты, 2006. Вып. 6. С. 367–373.
9. Самойлович Ю. Г., Каган Л. Я., Иванова Л. В. Четвертичные отложения Баренцева моря. Апатиты: 1993. 74 с.
10. Суздальский О. В. К интерпретации Канино-Тиманского разреза кайнозоя // Геология, литодинамика и россыпеобразование в прибрежных зонах Арктики. Л.: 1990. С. 137–146.
11. Willard D. A. Pliocene-Pleistocene pollen assemblages from the Yermak Plateau, Arctic Ocean: Sites 910 & 911. // Proceedings of the Ocean Drilling Program. Scientific Results. 1996. Vol. 151. P. 297–305.

ИЗМЕНЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КОРЕЙСКОГО ПОЛУОСТРОВА В ГОЛОЦЕНЕ (ПО ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ)

Т. А. Евстигнеева, Н. Н. Нарышкина

Биолого-почвенный институт ДВО РАН, Владивосток; melnikova@ibss.dvo.ru

Изучены спорово-пыльцевые спектры из колонок шельфовых отложений юго-западной части Японского моря. В результате детального анализа было выделено три спорово-пыльцевых комплекса, которые были сопоставлены с климатостратиграфическими фазами голоцена. В исследуемых спектрах изучены фоссильные пыльцевые зерна рода *Quercus* L. с помощью сканирующего электронного микроскопа. Выделено шесть типов пыльцевых зерен: четыре отнесены к листопадным дубам и два — к вечнозеленым. Это позволило проследить историю развития растительности северо-восточного побережья Корейского п-ова в голоцене.

Проведен спорово-пыльцевой анализ донных отложений юго-западной части Японского моря. Изучена скульптура фоссильных пыльцевых зерен рода *Quercus* L. с помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ).

Материалом для палинологического исследования послужили образцы из колонок отобранных в шельфовой зоне Восточно-Корейского залива (колонки 2741, 2745, 2746, 2747). Отложения представлены пелитами, алевритами, алевритовыми песками с примесью детрита и ракушняка. Радиоуглеродные датировки (колонка 2747—4440 л.н. на глубине 35–42 см и 7750 л.н. — 120–130 см), позволяют утверждать, что изученные

отложения формировались в голоцене [3]. С помощью СЭМ было изучено 14 образцов, в каждом из которых насчитывалось по 50 пыльцевых зерен дуба.

Район исследования находится в области влияния Азиатского муссона [1]. Для него характерны сезонные изменения направления ветра, температуры воздуха и выпадения осадков. Зимой преобладают северные и северо-западные холодные сухие ветры. Средняя температура января до -21°C на севере Корейского п-ова. Летом преобладают ветры южного и юго-восточного направления. Приходящий на сушу воздух содержит много влаги, и поэтому с ним связаны обильные осадки (до 1500 мм/год). Средние температуры июля до

+22 °С. Все это, несомненно, сказывается на характере растительности побережья. К примеру, распространение дубов ограничено зоной влияния летнего муссона, приносящего влагу с океана. Голоценовая история развития муссона выражалась в периодических колебаниях интенсивности летнего и зимнего воздушных потоков, обусловленных, прежде всего, изменениями притока солнечной радиации на земную поверхность. Это приводило к смещению границ действия и областей влияния этих сезонных ветров [14–16].

Рельеф северной части Корейского п-ова гористый, со средними высотами горных массивов до 2000 м. Равнинные участки приурочены к береговой зоне.

Растительность полуострова Корея отчетливо подразделяется на три широтные зоны [4, 10, 13]. Севернее 40° с. ш. распространены хвойно-широколиственные леса холоднотемперного типа. Южнее, между 40° и 35° с. ш., располагаются листопадные широколиственные леса теплоумеренного типа. Основной фон этих лесов образован дубами: *Q. aleina*, *Q. serrata*, *Q. mongolica*, *Q. dentata*, *Q. variabilis*, *Q. acutissima*. Верхний предел широколиственных лесов располагается на высотах 1400–1600 м. Надлиственным поясом обычно распространяется хвойный лес из кедра корейского, сосны красной, ели корейской, пихты и тисса. На крайнем юге Корейского п-ова, южнее 35° с. ш., небольшую площадь занимает теплоумеренный вечнозеленый лес.

Анализ изменения содержания пыльцы и спор по группам растений показал, что в целом, в палиноспектрах по разрезам колонок доминирует пыльца деревьев, пыльца трав и спор обнаружены практически в равных соотношениях. Это свидетельствует о том, что в течение всего времени седиментации исследуемых отложений, на прилегающей территории господствовала древесная растительность. Однако не исключено, что процент участия пыльцы трав и спор в палиноспектрах несколько занижен по сравнению с действительным участием этих групп растений в растительных сообществах побережья. Это обусловлено тем, что значительное количество пыльцы трав и спор остаются в местах их произрастания, в то время как пыльца древесной группы хорошо распространяется воздушными и водными потоками. Детальный анализ изменения содержания пыльцы и спор в осадках позволил выделить три спорово-пыльцевых комплекса.

В спорово-пыльцевых спектрах палинокомплекса I доминирует пыльца хвойных пород (11.0–47.0 %) и листопадных деревьев (28.0–49.6 %), в основном за счет *Quercus* (24.0–43.0 %) и *Betula* (10.0–20.8 %). В группе трав доминирует пыльца Compositae (26.0–35.0 %), преимущественно рода *Artemisia*.

В палинокомплексе II происходит постепенное сокращение содержания пыльцы хвойных (2.9–22.14 %) и березы (1.1–6.4 %). Участие пыльцы листопадных деревьев увеличивается и достигает максимальных значений (59.9 %) в основном за счет *Quercus* (53.6 %). Количество пыльцы трав снижается.

Спорово-пыльцевые спектры палинокомплекса III характеризуются сокращением участия пыльцы *Abies*, *Picea* и *Pinus* subgen. *Haploxyton* до 5.7 %, в то время как содержание *Pinus* subgen. *Diploxyton* возрастает до 72.9 %. Сокращается количество пыльцы листопадных деревьев (до 9.9 %), в том числе и *Quercus* до 7.6 %. Среди трав

увеличивается участие пыльцы Chenopodiaceae до 15.0 % и Compositae до 61.8 %.

Полученные данные контролируются результатами микрофаунистических анализов [3].

Палинокомплексы отражают основные этапы развития растительности прилегающего побережья в голоцене.

В пребореальную и бореальную фазы голоцена (10300–8000 л. н.) на побережье были распространены листопадные леса. Основной фон этих лесов составлял дуб (по данным СЭМ *Q. mongolica* (48 %) и *Q. serrata* (37 %) были доминантами) с примесью *Betula*, *Corylus*, *Alnus* и *Duschekia*, *Juglans*, *Tilia* и незначительным участием других древесных пород. Хвойные леса из разных видов *Abies*, *Picea*, *Pinus* s/g *Haploxyton* занимали более высокие пояса в горах. Луговая растительность, состоящая из разных видов полыней, злаков и других представителей травянистой группы была, по-видимому, характерна для прибрежных районов. Около 9000 л. н. фиксируется максимальное содержание (до 380 ppm) CO₂ в атмосфере [9, 7] и увеличение притока солнечной радиации в северном полушарии в летний период [6]. В июне ее поступление на земную поверхность превышало современное на 7 %. Это привело к усилению контраста в прогреве континента и океана по сезонам, что обусловило активизацию муссонной деятельности [6]. Холодные зимы, даже, несмотря на довольно теплое лето, не позволяли активно развиваться большинству теплолюбивых растений.

Атлантическая фаза (8000–4500 л. н.) соответствует климатическому оптимуму голоцена. Среднегодовые температуры были на 2–3 °С выше современных [12]. В это время в горах произошло сокращение хвойных лесов. В зоне распространения листопадных лесов многие древесные породы постепенно замещались разными видами дуба. Луговые сообщества сократили свои площади. Это вероятнее всего было связано с подъемом уровня Японского моря на 2–6 м выше современного [2, 11], воды которого затопили прибрежные равнины. Температурные различия между северной и южной частями п-ова заметно увеличиваются в конце этой фазы [12].

В палиноспектрах с помощью СЭМ были установлены пыльцевые зерна дуба типов: *Q. mongolica* (37 %), *Q. serrata* (29 %), *Q. dentata* (25 %), *Q. variabilis* (7 %), единичные зерна *Q. sessilifolia* и *Q. glauca* [8]. Следовательно, листовые дубы *Q. mongolica*, *Q. dentata*, *Q. serrata* принимали значительное участие в растительных ассоциациях побережья. Вместе с тем и пыльца вечнозеленых дубов также была установлена в спектрах. Однако, в настоящее время *Q. glauca* растет только на самом юге Корейского п-ова. Вероятнее всего, граница вечнозеленых лесов была расположена севернее ее современного положения. *Q. sessilifolia* встречается в вечнозеленых лесах Японских островов, в Центральном и Восточном Китае [4]. Наиболее вероятно, что его пыльца была принесена в места захоронения воздушными или водными потоками.

В суббореальную фазу (4500–2500 л. н.), в лесах на побережье Восточно-Корейского залива продолжилось сокращение холодолюбивых хвойных и листопадных широколиственных пород. Одновременно в лесных ассоциациях увеличилось участие *Pinus* subgen. *Diploxyton*

(вероятнее всего *P. densiflora*). В травянистых сообществах несколько возросла роль семейств Compositae и Chenopodiaceae. Эти изменения могут свидетельствовать не только о похолодании климата, но и об интенсивном антропогенном воздействии, а именно, о вырубке лесов на побережье и в нижнем поясе гор и о сельскохозяйственном использовании территории [5].

Таким образом, изменения растительности, отраженные в палиноспектрах свидетельствуют о том, что в растительном покрове резких перемен в голоценовое время не происходило. В результате климатических флуктуаций менялись границы распространения широколиственных и хвойных лесов, а также доля участия отдельных таксонов в растительных сообществах.

К сожалению, опубликованных сведений о палинологических исследованиях голоценовых отложений северной части Корейского п-ова не найдено. Это затрудняет сравнительный анализ полученных нами данных.

Работа выполнена при финансовой поддержке Президиума РАН и ДВО РАН («Происхождение биосферы и эволюция геобиологических систем»), проект № 09-1-П15-02.

Литература

1. Дроздов О. А. и др. Климатология. Л.: Гидрометеоиздат, 1989. 568 с.
2. Короткий А. М. Колебания уровня Японского моря и ландшафты прибрежной зоны (этапы развития и тенденции) // Вестник ДВО РАН. 1994. № 3. С. 29–42.
3. Лихт Ф. Р., Деркачев А. Н., Марков Ю. Д. и др. Осадки затопленных долин прибрежной части шельфа Восточно-Корейского залива — индикаторы палеогеографических условий в голоцене // Тихоокеанская геология. 2008. № 3. С. 74–93.
4. Меницкий Ю. Л. Дубы Азии. Л.: Наука, 1984. 316 с.
5. Fujiki T., Yasuda Y. Vegetation history during the holocene from Lake Hyangho, northeastern Korea // Quater. Int. 2004. Vol. 123–125. P. 63–69.
6. Kutzbach J. E. Monsoon climate of the early Holocene: Climate experiment using the earth's orbital parameters for 9000 years ago // Science. 1981. Vol. 214. P. 59–61.
7. Lorius C., Jouzel J., Ritz R. A 150.000-year climatic record from Antarctic ice // Nature. 1985. Vol. 316. №. 6029. P. 591–596.
8. Naryshkina N. N., Evstigneeva T. A. Sculpture of Pollen Grains of Quercus L. from the Holocene of the South of the Sea of Japan // Paleontological Journal. 2009. Vol. 43. № 10. P. 1309–1315.
9. Neftel A., Oeschger H., Schwander J. Ice core sample measurements give atmospheric CO₂ content during the past 40.000 yr. // Nature. 1982. Vol. 295. № 5831. P. 391–394.
10. Okumura S. Forest of Korean Peninsula. Doi Ringaku Shinkokai, Tokio. 1974. 309 p.
11. Sakaguchi Y. Warm and Cold Stages in the Past 7600 Years in Japan and their Global Correlation — Especially on Climatic Impacts to the Global Sea Level Changes and the Ancient Japanese History // Bulletin of the Department of Geography. University of Tokyo. 1983. № 15. P. 1–31.
12. Sohn P. K. The paleoenvironment of middle and upper Pleistocene Korea // The Evolution of the East Asian Environment. Univ. Hong Kong. Hong Kong. 1984. Vol. 4. P. 877–893.
13. Yim Y.-J. Distribution of forest vegetation and climate in the Korean peninsula // Jap. J. Ecol. 1977. Vol. 27. P. 269–278.
14. Weijian Z., Donahue D. J., Porter S. C. et al. Variability of Monsoon Climate in East Asia at the End of the Last Glaciation // Quater. Res. 1996. Vol. 46. P. 219–229.
15. Winkler M. G., Wang P. K. The Late-Quaternary Vegetation and Climate of China // H. E. Wright et al., eds., Global Climates since the Last Glacial Maximum. University of Minnesota Press, Mineapolis. 1993. P. 221–264.
16. Xiao J., An Z. Three large shifts in East Asian monsoon circulation indicated by loess-paleosol sequences in China and late Cenozoic deposits in Japan // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 1999. Vol. 154. P. 179–189.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В ЦЕЛЯХ ШИРОКОЙ МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЙ КОРРЕЛЯЦИИ ОТЛОЖЕНИЙ МОРСКОГО И КОНТИНЕНТАЛЬНОГО ГЕНЕЗИСА

Я. К. Еловичева

Белорусский государственный университет, Минск; *yelovicheva@yandex.ru*

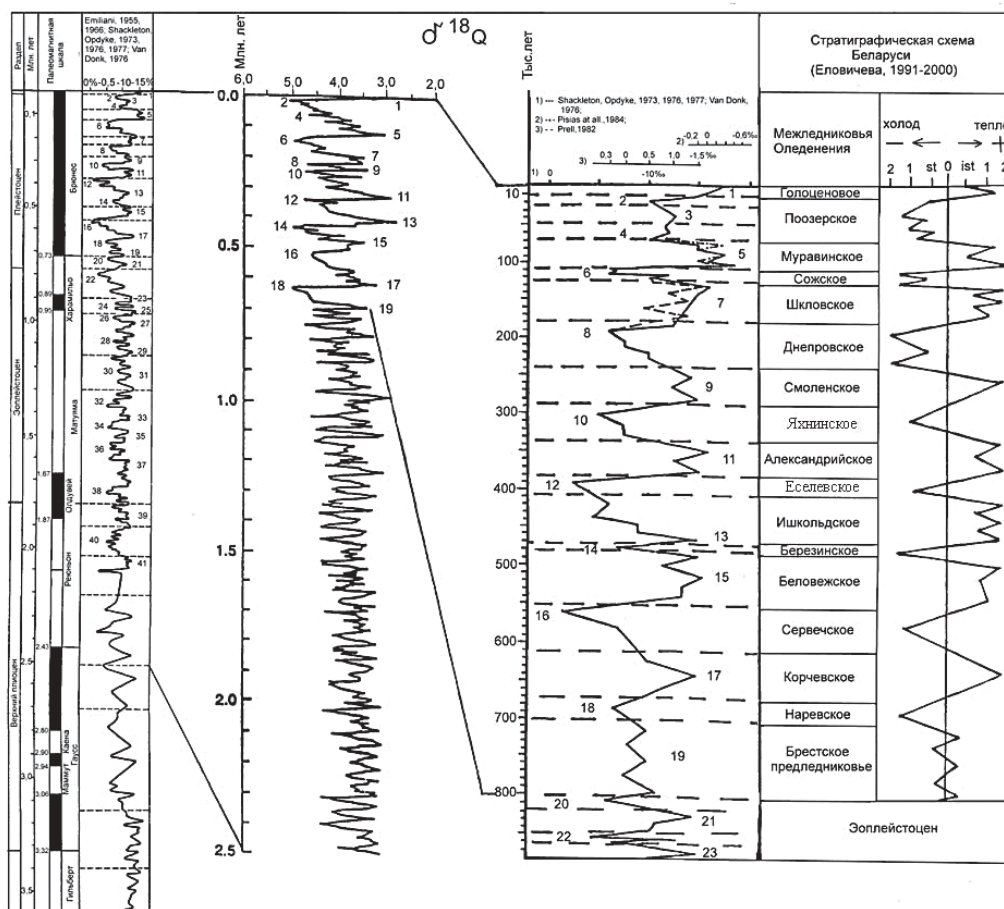
Накопленный по территории Беларуси палинологический материал по плейстоцену и голоцену позволяет на новом уровне оценить возможности его применения в корреляционных, стратиграфических и палеогеографических целях.

На современном этапе большой объем имеющегося палинологического материала на территории Беларуси, характеризующий хорошую обеспеченность в изучении отложений плейстоцена и голоцена, позволяет в наиболее полном объеме скоррелировать региональную схему плейстоцена и голоцена региона [1] с имеющимися в настоящее время хроностратиграфическими шкалами Земли: изотопно-кислородной из донных океанических и морских толщ (Североатлантической, Тихоокеанской, Индийской, Байкальской), палеомагнитной, инсоляционной, лессово-почвенной, температурной, керна льда (Гренланской, Антарктической). Чем детальнее последние, тем надежнее сопоставление не только числа горизонтов, но и подгоризонтов, слоев и фаз развития растительности. Оценивая характер кривых хроностратиграфических (преимущественно изотопно-кислород-

ных) шкал, можно проследить проявления четких ритмических изменений на протяжении последних 3.5 млн лет (см. рисунок):

— резкое различие ритмики последних 800–900 тыс. лет определило границу гляциоплейстоцена (1–19 ярусы изотопно-кислородной шкалы северного полушария) и эоплейстоцена;

— собственно гляциоплейстоцену свойственна резко измененная направленность климатической ритмики (см. рисунок), выразившаяся в неоднократном чередовании 8 холодных (ледниковых) (2–4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 изотопных ярусов (и. я.)) и 8 теплых (межледниковых) (1, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17 и. я.) эпох с переходным этапом/интервалом от неогена к гляциоплейстоцену (19-й и. я. граница Матуяма–Брюнес) с максимальной амплитудой, причем на каждые сто тысяч



Корреляция изотопно-кислородных и климато-стратиграфических шкал плейстоцена и голоцена по океаническим отложениям северной Атлантики и континентальным образованиям Центральной Европы

лет приходилось два события: одно межледниковье и одно оледенение;

— временной интервал примерно от 800 тыс. лет до 1.2 млн лет отличался сменой ритмики температурных колебаний (некоторым увеличением ее частоты) и наличием на каждые 100 тыс. лет четырех положительных и четырех отрицательных пиков со значительно меньшей амплитудой (похолодания были существенно меньше ранга ледниковых, потепления не столь велики в сравнении с межледниковьями);

— в интервале от 1.2 млн лет до 2.2 млн лет эти различия еще более усиливались: на каждые 100 тыс. лет приходилось уже 6 событий: 3 теплых и 3 холодных с примерно равной амплитудой колебаний минимального размаха, чем в предыдущее время;

— с 2.2 до 3.0 млн лет ритмика колебаний существенно изменилась: на каждые 100 тыс. лет приходилось в среднем только одно колебание — последовательно или потепление, или похолодание с увеличившейся амплитудой;

— решение зарубежных ученых в г. Рино на XIV Конгрессе INQUA в 2003 г. (Америка, штат Невада) о соответствии александрийского (лихвинского, голыштейнского) межледникового горизонта среднего плейстоцена только 11-й изотопно-кислородной стадии (а не трем — 11, 12 и 13) при составлении сводного условленного варианта стратиграфической схемы Северного полушария на основе материалов детальных био-стратиграфических исследований позволило и палино-

логам осознанно подойти к четкому установлению числа предшествовавших и следовавших межледниковых и ледниковых интервалов и провести их корреляцию на геохронологической основе;

— наращивание числа межледниковых и ледниковых горизонтов в плейстоцене доказывает реальную схожесть основных типов их диаграмм, а не стабильность в пределах уже ранее известных (гюнц-мидель, миндель-рисс, рисс-вюрм);

— критерием различия межледниковий являются экзотические виды растений, а не типы диаграмм;

— сходство амплитуды колебания потепления и характер макросукцессии палеофитоценозов межледниковий плейстоцена с голоценом явилось подтверждением межледникового ранга последнего;

— вариации кривых внутри изотопных ярусов указывают на число климатических оптимумов (или макросукцессий палеофитоценозов — от одного до трех: в 5-м (эемском, муравинском), 7-м (внутририсском, треене, шкловском) и 19-м (брестском) изотопных ярусах — по три, в 9-м, 11-м, 13-м и 15-м (беловежском) изотопных ярусах — по два, 17-м (корчевском) — один,) на протяжении межледниковий и стадиялов в течение ледниковых эпох;

— муравинское (микулинское, эемское) межледниковье соотносится со всей 5-й изотопной стадией, а не только с фазой 5-е;

— наличие макросукцессии палеофитоценозов доказывает самостоятельность климатических оптимумов,

Корреляция стратиграфических схем плейстоцена Беларуси, Польши и Украины (по Я. К. Еловичевой)

Ярусы и горизонты	Беларусь	Польша	Украина
1—igl	Голоценовый	Голоцен	Голоцен
2-5a-d—gl	Поозерский	Висла	Валдайский
5-e—igl	Муравинский	Эем	Прилукский
6—gl	Сожский	Варта	Тясминский
7—igl	Шкловский	Любава	Кайдакский
8—gl	Днепровский	Одра	Днепровский
9—igl	Смоленский	Збуйно	Потягайловский
10—gl	Яхнинское	Ливец	Орельский
11—igl	Александрийский	Мазовше	Завадовский 2
12—gl	Еселевское	Брок	Завадовский 1/2
13—igl	Ишкольдский	Мронгово	Завадовский 1
14—gl	Березинский	Сан-2	Тилигульский
15—igl	Беловежский	Фердинандув	Лубенский
16—gl	Сервечский	Сан-1	Сульский
17—igl	Корчевский	Малополье	Мартоношский
18—gl	Наревский*	Нида	Приазовский
19—36	Брестский	Подлясье/Августов	Широкинский
		Нарев*	Ильичевский

* Наревские оледенения в Беларуси и Польше разновозрастны.

в особенности вторых и третьих, ранее ошибочно принимавшихся за переотложенные.

Указанные нами выше работы палинологов по изменению подходов к выделению новых горизонтов в плейстоцене региона отражают многообразие и сложность его природной обстановки. Уже имеющиеся к настоящему времени детальные разработки по усложнению стратиграфии плейстоцена на территории Центральной Европы (Польша, Украина, Беларусь) (см. таблицу) являются практическим отражением повышения уровня научных исследований осадочной толщи за последние 30 лет и в полной мере сопоставимы с прогрессивными разработками зарубежных ученых и признаются ими [2–7].

Литература

1. Еловичева Я. К. Эволюция природной среды антропогена Беларуси. Минск: БелСЭНС, 2001. 292 с.
2. Линднер Л., Гожик П., Еловичева Я. и др. Главные климатические изменения в квартере Польши, Беларуси и Украины // Проблемы стратиграфии фанерозою Украины: Сборник научных работ XXVII сессии палеонтологического общества Украины. Киев, 2004. С. 202–206.
3. Lindner L., Boguckij A., Chlebowski R. et al. Zarzary stratygrafii Pleistocenu Polesia Woicyckiego (NW Ukraina) // Гляціал і перігляціал Волинського Полісся: Матеріали XIII українсько-польського семінару. Шацк. 2005. С. 54–82.

4. Lindner L., Boguckij A., Chlebowski R. et al. Giowne poziomy stratygraficzne w Pleistocenie Polesia Woicyckiego (NW Ukraina) // Stratygrafia plejstocenu Polski: XII Konferencjk "Lessy i utwory lessopodobne w stratygrafii plejstocenu". Zwierzyniec, Rostocze. FIG. 2005. S. 51–53.

5. Lindner L., Gozik P., Jeioviceva Ja. et al. Giowne problemy klimatostratygrafii czwartorzdku Polski, Biaiorusi I Ukrainy // Geneza, litologia I stratygrafia utworow czwartorzdkowych. 2004. T. IV, Seria Geografia. № 68. P. 243–258.

6. Lindner L., Gozik P., Marciniak B. et al. Main climatic changes in the Quaternary of Poland, Belarus and Ukraine // Geological Quaternary. 2004. Vol. 48. № 2. P. 97–114.

7. Lindner L., Marks L., Gozik P. et al. Main climatic changes in the Quaternary of Poland, Belarus and Ukraine // Abstracts of the International Field Symposium on Quaternary Geology and Modern Terrestrial processes, Western Latvia. 2004. P. 36–38.

8. Yelovicheva Ya. K. Pleistocene nature events of the Central and Middle-East Europe for the comprehension of their development in the future (by palynological data) // Quaternary stratygraphy and paleontology of the southern Russia: connections between Europe, Africa and Asia. Russia. Rostov-on-Don, 2010. P. 198–199.

9. Yelovicheva Ya. K. Environment of geologic past ground in the concept of a modern stage and future of byelorussian region // Badania interdyscyplinarne – przesziołьs, terazniejszołьs i przysiołьs nauk przyrodniczych. Poland. Kielce, 2010. S. 125–130.

ПООЗЕРСКОЕ (ВЮРМСКОЕ, ВИСТУЛИАНСКОЕ, ВАЛДАЙСКОЕ) ОЛЕДЕНЕНИЕ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

Я. К. Еловичева¹, Е. Н. Дрозд²

¹Белорусский государственный университет, Минск; yelovicheva@yandex.ru

²БелГЕО, Минск; elena_Drozdz@tut.by

Палинологические материалы исследований в значительной мере усложнили стратиграфию и палеогеографию поозерского оледенения и его соответствие всему 5-му ярусу изотопно-кислородной шкалы Северного полушария.

По современным представлениям, базирующихся на данных палинологического анализа комплекса образований поозерского ледникового горизонта (количество выделенных фаз развития растительности по отдельным временным интервалам) и числа вариаций климатических событий на изотопно-кислородных шкалах позднего плейстоцена Европы (продолжительность муравинского/земского межледниковья с тремя климатическими оптимумами не менее 40–50 тыс. лет; занимает объем всего 5 изотопного яруса, а не только его часть – стадию 5-е), поозёрский ледниковый период в пределах территории Беларуси сопоставляется нами ныне со 2-4 изотопными ярусами (10300–70000 лет назад). По своей продолжительности (около 60 тыс. лет) это оледенение практически не уступает прочим плейстоценовым (в тыс. лет: наревское – 30, сервечское – 50, березинское – 15–20, еселевское – 20, яхнинское – 50, днепровское – 55, сожское всего – 15).

Общепризнанно, что максимум распространения плейстоценового покровного материкового льда приходился на днепровское оледенение (8 изотопный ярус), которое полностью перекрывало всю территорию Беларуси и доходило до середины Украины, а минимум похолодания климата существовал в поозерское ледниковье (2-4 изотопные ярусы), льды которого охватывали только северную часть Беларуси. Конкретно для территории данного региона это основное понижение температуры произошло во вторую половину поозерского оледенения – в максимальный оршанский мегастадиал примерно около 17 тыс. лет назад (начало 2 изотопного яруса), наряду с формированием в рельефе конечноренных гряд.

Поозёрское оледенение отвечает формированию ледникового горизонта, представленного моренными, водноледниковыми в пределах развития льдов, а на остальной территории I коррелятными им аллювиальными, озёрными и болотными осадками мощностью до 70 м. В

его составе выделяются кулаковский, двинский, нарочанский подгоризонты, соответствующие трем основным этапам (ранний, средний и поздний) существования поозёрского ледникового покрова (становление, развитие, отступление), которые осложнялись осцилляциями разного ранга (мегастадиалами и мегаинтерстадиалами, стадиалами и межстадиалами), границы интервалов которых обоснованы абсолютными датировками (см. таблицу) [1-4]. Выделенные стратиграфические подразделения имеют различную продолжительность в зависимости от числа характеризующих их на палинологических диаграммах фаз развития растительности.

Поозерское оледенение достаточно отчетливо проявилось в северном полушарии на территории Евразии и Северной Америки, оно соответствует эпизодам Лашамп (43—45 тыс. лет назад), Моно (24—25 тыс. лет назад), Готеборг (12—14 тыс. лет назад), вюрму, вюрму-1-2, вюрму-2, висла-1-2-3, северо-польскому, П-му Варшавскому, горизонту висла Польши, тубант Нидерландов, калининскому, валдайскому, олонецкому, ленинградскому, оставшковскому России, нямунас Литвы, удайскому, витачевскому, бугскому, дофиновскому и причерноморскому Украины.

Нашим предкам довелось ощутить на себе влияние этого природного феномена, под влиянием которого происходила эволюция человека и постепенное расселение его с юга на север по мере освобождения обширных территорий от покровных материковых льдов. Характер развития природной среды на всех этапах поозерского оледенения и голоцена известен нам в большей степени, чем во все другие эпохи плейстоцена. Имеющиеся многочисленные палеонтологические и геохронологические материалы исследований позволяют мегацикл «поозерское оледенение—голоценовое межледниковье» представить в качестве эталона для прогноза изменения климата в будущем и предусмотреть те перспективы развития хозяйства, которые будут напрямую зависеть от него, как и само человечество.

Только специалистам-палеогеографам и палеоклиматологам вполне очевидно, что знание закономерного и ритмичного хода развития природных процессов прошлого, осознание нынешнего положения человечества в конце пока однооптимального голоценового межледниковья продолжительностью в 10,3 тыс. лет (оно может иметь и более сложную палеогеографическую обстановку и большую длительность за счет двух и трех опти-

Хронология и стратиграфия поозерского (PZ) оледенения на территории Беларуси (по Я.К. Еловичевой)

Изотопные ярусы	Подгоризонты	Периоды		Фазы развития растительности		*Геохронологические срезы
1		Голоценовый межледниковый		HL		Современность
PZ	Поздний — Нарочанский	Дриас-III стадиал		DR-III	pz-f-6	10300 л.н.
		Аллерёд интерстадиал		AL	pz-f-5	10800
		Дриас-II стадиал		DR-II	pz-f-4	11800
		Бёллинг интерстадиал		BL	pz-f-3	12300
		Дриас-I стадиал		DR-I	pz-f-2	12700
		Раунис интерстадиал		RN	pz-f-1	13000
PZ	Средний — Двинский	Оршанский мегастадиал (максимальный)		OR	pz-s-14	13900
		Усвяцкая предледниковая свита		UV	pz-s-13	17000
		Мегаинтерстадиал	Борисовский интерстадиал	BR	pz-s-12	26000
			Михалиновский стадиал	MH	pz-s-11	28000
			Шапуровский интерстадиал	CH	pz-s-10a-b	30000
Рогачевский стадиал	RG		pz-s-9a-e	35000		
Туровский интерстадиал	TR	pz-s-8	39000			
Мегастадиал	Межинский мегастадиал	MZ	pz-s-7	44000		
PZ	Ранний — Кулаковский	Мегаинтерстадиал	Полоцкий интерстадиал	PL	pz-s-6a-c	49000
			Слободской стадиал	SL	pz-s-5a-d	52000
			Суражский интерстадиал	SR	pz-s-4a-c	55000
			Мирогощанский стадиал	MRG	pz-s-3	58000
			Чериковский интерстадиал	CR	pz-s-2a-b	60000
		Мегастадиал	Западнодвинский мегастадиал-2	ZD-2	pz-s-1-c	6400
			Чернобережский интерстадиал	CHB	pz-s-1-b	66000
	Западнодвинский мегастадиал-1	ZD-1	pz-s-1-a	68000		
5		Муравинский межледниковый		MR	mr-1-10	70000—110000

* Даты верхних границ подразделений; s — начальные и f — финальные фазы растительности

мумов), которое рано или поздно, но будет завершено, не позволяют человечеству паниковать перед нынешним потеплением климата на 1° в ходе естественного процесса, поскольку максимальные температуры древних межледниковий плейстоцена (больше нынешних на 2–3°) еще не достигнуты, а их величины не представляют угрозу для существования цивилизации. Более опасной станет сила, готовая укротить Евразию и Северную Америку и без согласия человека — это следующий за голоценовым межледниковьем новейший ледниковый период, который человечество сможет пережить в особых условиях (под стеклом или под землей), а вокруг на поверхности будет распространена белая, обдуваемая ветрами пустыня. И этот уникальный природный феномен, реконструкция которого будет сопоставляться с поозерским оледенением, будет и на памяти наших далеких потомков.

Литература

1. Еловичева Я. К. Эволюция природной среды антропогена Беларуси. Минск: БелСЭНС, 2001. 292 с.
2. Еловичева Я. К., Санько А. Ф. Палиностратиграфия отложений поозерского (вистулианского) оледенения Беларуси // Литасфера, 1999. Мн: ИГН НАНБ. № 10–11. С. 18–28.
3. Yelovicheva Ya. K., Drozd Ye. N. On the chronology of the natural events during the Poozerje (Weichselian) glaciation on the terrains of Belarus // Extent and timing of the Weichselian Glaciation southeast of the Baltic Sea: Abstracts and posters of the International Field Symposium of the INQUA Peribaltic Working Group. Tartu, Estonia, 2009. P. 49–50.
4. Yelovicheva Ya., Sanko A. Palynostratigraphy of the Poozerje Glaciation (Vistulian) in Belarus // Geological Quaterly. 1999. Vol. 43. № 2. P. 203–212.

ПАЛИНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГОЛОЦЕНОВЫХ И ВЕРХНЕОПЛЕЙСТОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПЕЩЕРЫ ШУЛЬГАН-ТАШ

А. А. Еремеев, Р. Г. Курманов

Институт геологии Уфимского научного центра РАН, Уфа; andrey.eremeev@uni-due.de, ravil_kurmanov@mail.ru

Анализ опубликованных и фондовых палинологических данных и результатов собственных исследований рыхлых отложений из двух шурфов в зале Рисунков пещеры Шульган-Таш (Капова) позволил получить общее представление о характере растительности в голоцене и позднем неоплейстоцене на территории Южного Урала.

Карстовая пещера Шульган-Таш расположена на Южном Урале, в верхнем течении р. Белой, в 30 км вниз по течению от районного центра с. Старосубхангулово (рис. 1). Первое описание пещеры было сделано П. И. Рычковым в 1760 г. Современный этап исследований связан с открытием в 1959 г. А. В. Рюминым настенной палеолитической живописи. С 1960 г. пещерный карстово-археологический комплекс обследовался археологами О. Н. Бадером, В. Е. Щелинским, В. Г. Котовым [1, 2, 6].

Согласно неопубликованным данным из лабораторного журнала № 10 сотрудниками лаборатории геологии кайнозоя ИГ УНЦ РАН (В. К. Немкова) был проведен пылевой анализ поверхностных проб, отобранных на левом берегу р. Белой около пещеры Шульган-Таш и непосредственно у входа в пещеру. Содержание пыльцы во всех образцах оказалось низким (23–25 пылевых зерен). Среди идентифицированных пылевых зерен преобладает пыльца травянистых растений: *Artemisia* sp., *Chenopodiaceae*, *Asteraceae*, *Polygonum* sp., *Knautia* sp., *Roaceae*, *Ariaceae*, *Lamiaceae*, *Pirolaceae*. Пыльца древесных пород представлена *Pinus* sp., *Picea* sp., *Tilia* sp., *Betula* sp., *Alnus* sp. Полученные результаты анализа довольно полно характеризуют современные лугово-степные и лесные фитоценозы в окрестностях пещеры Шульган-Таш.

Спорово-пылевой анализ отложений культурного слоя из раскопа, заложенного В. Е. Щелинским, расположенного на первом этаже пещеры в зале Знаков, был

выполнен Г. М. Левковской. Растительность времени отложения культурного слоя реконструирована в виде открытых пространств с редкой древесной растительностью [4, 5]. В целом биостратиграфически отложения пещеры не изучались.

Данная работа посвящена палинологическому изучению отложений пещеры Шульган-Таш.

В 2004 г. у восточного панно пещеры был заложен шурф глубиной 0,34 м. Спорово-пыльцевые пробы (СП) отбирались снизу вверх. Всего отобрано 3 образца. Лабораторная обработка проб проводилась по стандартной методике [3] с дополнительной обработкой плавиковой кислотой. Весь мацерат просматривался полностью. Отбор проб, мацерация и анализ мацератов проводился А. А. Еремеевым.

В результате пылевого анализа отложений выявлено низкое содержание пыльцы в отобранных образцах (рис. 2). В двух пробах (СП 1, 2) доминирует пыльца *Picea* sp., также выявлены пылевые зерна *Pinus* sp. и двух форм берез: *Betula pendula* и *B. humilis*. В группе травянистых растений преобладает пыльца *Asteraceae*, *Artemisia* sp. и *Chenopodiaceae*. В третьей пробе (СП 3) преобладает пыльца травянистых растений (*Cichoriaceae* — тип *Cichorium* и *Chenopodiaceae*), определена пыльца нескольких родов разнотравья (*Knautia* sp., *Valeriana* sp., *Thalictrum* sp., *Plantago* sp.).

В 2005 г. у западного панно в Зале Рисунков на втором этаже пещеры был заложен шурф глубиной 1,03 м. Отложения для промывки снимались условными гори-

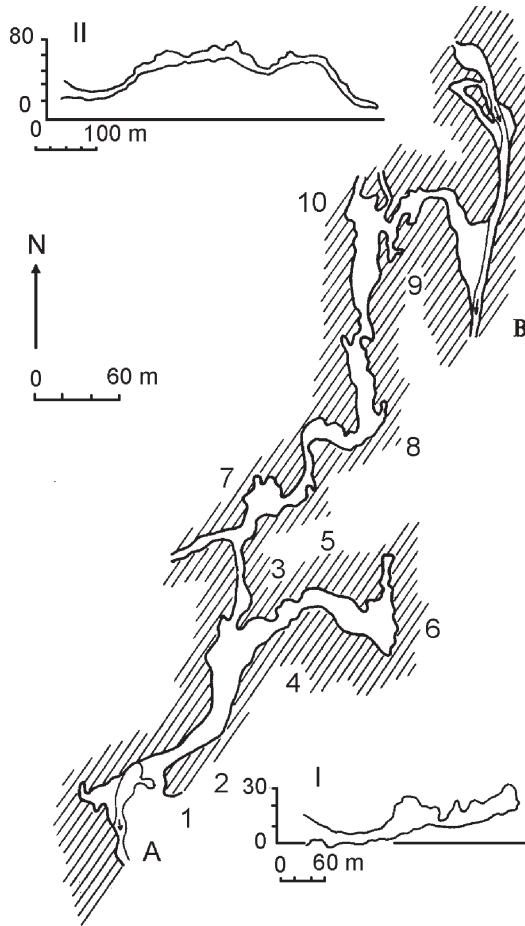


Рис. 1. План и профили пещеры Шульган-Таш. А, В — р. Шульган; I — продольный профиль первого этажа, II — продольный профиль второго этажа пещеры; 1 — вход в пещеру, 2 — Главная Галерея, 3 — Холл, 4 — Купольный Зал, 5 — Зал Знаков, 6 — Зал Хаоса, 7 — Зал Рисунков, 8 — Бриллиантовый Зал, 9 — Радужный Зал, 10 — Хрустальный Зал

зонтами мощностью 10 см. СП отбирались из условных горизонтов сверху вниз. Всего отобрано 30 проб.

Относительно полная палинологическая характеристика получена для двух образцов (СП-1 и СП-7). В спорово-пыльцевом спектре верхнего слоя (СП-1) преобладает пыльца древесных пород: *Betula* sp., *Pinus* sp., *Tilia* sp. (рис. 3). Среди травянистых растений отмечена высокая доля пыльцы растений Asteraceae, *Artemisia* sp., Chenopodiaceae. В образце СП-7 доля пыльцы древесных видов понижается, пыльцы травянистых растений (в основном — Asteraceae) и спор (*Ophoglossum* sp.) возрастает. В половине проб из нижележащих слоев отмечено низкое содержание пыльцы (< 21 п.з.). В остальной половине проб пыльца не обнаружена.

Таким образом, для осадков голоценового и верхнеплейстоценового времени пещеры Шульган-Таш характерна низкая представленность пыльцы в их составе. Поэтому имеющийся в распоряжении материал не позволяет получить исчерпывающей информации о растительности во время формирования исследуемых отложений, но единичные находки пыльцы и спор указывают на перигляциальные ландшафты с польно-марево-разнотравными сообществами растений на склонах гор и елово-березовым, сосново-березовым редколесьем в понижениях рельефа.

При сравнении полученных спорово-пыльцевых спектров с палинологическими данными из других разрезов горной части Южного Урала (Кутаново, Акбута, Нижнебиккузино, Муйнакташ) [7], которые соответствуют данному временному интервалу, можно отметить сходство характера растительного покрова.

Полевые работы были проведены при содействии к.и.с. Т. И. Щербаковой (с.н.с., Государственный институт истории религии).

Общая стратиграфическая шкала			Шурф у восточного панно, пещера Шульган-Таш		Литология																		
Система	Надраздел	Раздел	Генезис	Мощность, м	Номер слоя	Глубина, м	Место отбора образцов для СП	<i>Picea</i>	<i>Pinus</i>	<i>Betula</i>	<i>Artemisia</i>	Chenopodiaceae	Poaceae	Asteraceae	<i>Stellaria</i>	<i>Thalictrum</i>	<i>Polygonum</i>	Fabaceae	Polyodiaceae	<i>Ophoglossum</i>	Всего СП зерен в образце		
Четвертичная	Плейстоцен	Неолейстоцен	e, d	0,02	1	0,1	3		3	4	2	4	6		10	1	1		1	4	1	42	
				0,15	2	0,1	2	11	1	4	1		1	5						2	2	27	
				0,075	3	0,2	1	12	7	2	5	4		7					1		3	1	37
				0,15	4	0,3																	

Рис. 2. Разрез голоценовых и верхнеплейстоценовых отложений пещеры Шульган-Таш и спорово-пыльцевая диаграмма (шурф у восточного панно). Условные обозначения к рис. 2, 3: 1 — древесные, 2 — травянистые, 3 — споровые растения, 4 — кальцитовая корка, 5 — суглинок с известковым щебнем, 6 — суглинок, 7 — глыбы, 8 — костные остатки крупных и мелких млекопитающих, 9 — ожелезнение.

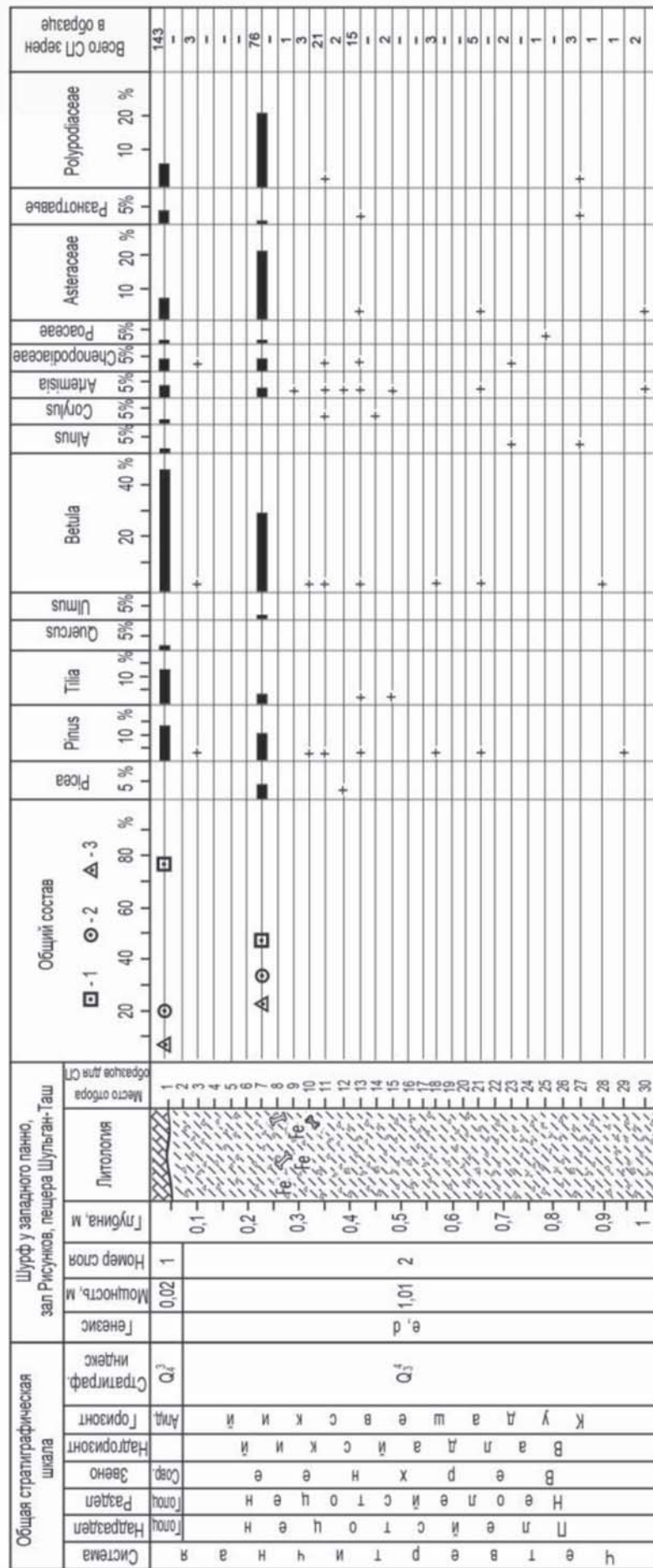


Рис. 3. Разрез голоценовых и верхнелейстоценовых отложений пещеры Шульган-Таш и спорово-пыльцевая диаграмма (шурфу у западного панно)

Литература

1. Бадер О. Н. Каповая пещера. Палеолитическая живопись. М.: Наука, 1965. С. 48.
2. Бадер О. Н. Памятники палеолита на Южном Урале и их стратиграфическое значение // Антропоген Южного Урала. М.: Наука, 1965. С. 239–245.
3. Гричук В. П., Заклинская Е. Д. Анализ ископаемых пыльцы и спор и его применение в палеогеографии. М.: Географгиз, 1948. С. 127–129.
4. Щелинский В. Е. Палеогеографическая среда и археологический комплекс верхнепалеолитического святилища пещеры Шульган-Таш (Каповой) // Пещерный палеолит Урала: Материалы Международной конференции. Уфа: УНЦ РАН, 1997. С. 29–38.
5. Щелинский В. Е. Некоторые итоги новых исследований пещеры Шульган-Таш (Каповой) на Южном Урале // Вопросы древней и средневековой истории Южного Урала. Уфа, 1987. С. 5–16.
6. Biostratigraphy of the Late Upper Pleistocene (Upper Neopleistocene) to Holocene deposits of the Belaya River valley (Southern Urals, Russia) // Quaternary International, 2011. Vol. 231. P. 28–43.
7. Excursion guide of the INQUA SEQS – 2002 conference, 30 June–7 July, 2002, Ufa, Russia / G. A. Danukalova, A. G. Yakovlev, V. N. Puchkov, K. N. Danukalov. Ufa: Dauriya, 2002. P. 130, 135.

МАТЕРИАЛЫ К РЕГИОНАЛЬНОЙ СТРАТИГРАФИЧЕСКОЙ СХЕМЕ ПАЛЕОГЕНОВЫХ И НЕОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЯКУТИИ

Л. П. Жарикова, Т. И. Комзина, Л. И. Сметанникова
Якутскгеология, Якутск

Авторы предлагают внести изменения в Региональную стратиграфическую схему палеогеновых и неогеновых отложений Северо-Восточной Якутии. Авторы предлагают восстановить солурский горизонт (поздний эоцен– ранний олигоцен), признать невалидными нижнеколымский и омолойский горизонты, расширить возрастной интервал онкучакского горизонта и переименовать ильдикиляхский горизонт в омолойский.

Стратиграфия, изучая последовательность напластования осадочных пород, особенности залегания, состав, время основных геологических событий, биостратиграфическое содержимое, определяющее среду и климат времени накопления толщ, является одним из базовых разделов геологии для проведения геологической съемки, составления геологических карт и в результате — для поисков полезных ископаемых.

Результат геологических работ, использующих в полевых условиях уже готовые стратиграфические основы, напрямую связан с качеством и достоверностью этих основ и результатом своим имеет достоверные (или не достоверные) геологические карты и выбор верных (или неверных) направлений в поисках полезных ископаемых на исследуемых территориях.

Ошибки, допущенные в стратиграфических схемах, оборачиваются на долгие годы ошибками в определении направлений поисков полезных ископаемых.

Достоверность стратиграфических построений зависит не только от правильного выбора опорных разрезов и детального изучения их геологического и палеонтологического содержимого, но и от правильной интерпретации этих данных. Важно также привлечение максимального числа событийных, палеоклиматических, палеогеографических и других абиотических факторов принимавших участие в формировании земной коры исследуемого региона.

В условиях Северо-Востока Якутии палеогеновые и неогеновые отложения представлены почти исключительно континентальными образованиями. В них, имеют место большей частью палеоботанические (карполо-

гические, листовые отпечатки, споры и пыльца, древесины и т. д.) остатки, в меньшей степени — фораминиферы и диатомовые водоросли пресных водоемов, а также макроостатки наземной фауны.

Микро- и макрофаунистические остатки морских животных, являющихся основой «зональных» шкал, выступающих на уровне хроностратиграфической мировой шкалы, в отложениях Северо-Восточного региона отсутствуют, кроме приустьевого правобережья р. Лена (басс. рр. Кенгдей, Кунга, побережья Быковской протоки) Поэтому формирование наиболее достоверной стратиграфической схемы палеогеновых и неогеновых отложений региона в определенной степени затруднено. В последней по времени составленной «Региональной стратиграфической схеме палеогеновых и неогеновых отложений Северо-Восточной Якутии» (составители О. В. Гриненко, А. И. Сергеенко и др.), выполненной в 1998 году [3], содержится ряд серьезных ошибок, требующих непрямого исправления.

История становления стратиграфических схем палеогена и неогена Якутии исчисляется несколькими десятилетиями. Объясняется столь затянувшийся процесс вполне обоснованными трудностями. Первая, уже обозначенная, причина это — почти повсеместное распространение континентальных отложений, что ограничивает разнообразие органических остатков в отложениях и значительно снижает фактологическую базу при определении возраста осадков.

Второй причиной, замедляющей этот процесс, долгое время был недостаток фактического материала и специалистов-стратиграфов, владеющих современными

результативными методиками. Массовое разбуривание кайнозойских структур началось в конце 50-х годов и почти безальтернативным палеоботаническим методом, получившим свое широкое применение в изучении кайнозойских отложений, стал спорово-пыльцевой анализ, переживающий в то время свое становление.

Долгое время сравнительной и определительской базой для якутских палинологов-кайнозойщиков были западносибирские кайнозойские разрезы, к 60-м годам наиболее полно изученные. Но привлечение материалов сопредельных и более отдаленных районов без учета региональных особенностей развития палеофлор и палеоклиматов, не всегда давало оптимальные варианты решения стратиграфических проблем Северо-Восточного региона.

В настоящее время в результате накопленного более, чем за 40 лет опыта в Якутской палинологической службе по палиностратиграфии палеогена и неогена Северо-Восточной Якутии, были получены достаточно серьезные результаты для утверждения палиностратиграфического количественно-статистического метода в качестве, практически, самостоятельного при стратиграфии кайнозойских отложений. Якутскими палинологами выделены типовые палинокомплексы, возраст большей части которых опосредованно, в меньшей степени — напрямую (через динофлагеллаты) [6, 12] увязан с единой стратиграфической шкалой, поэтому они могут рассматриваться как близкие к хроностратиграфическим подразделениям при установлении возраста континентальных толщ Северо-Востока Якутии.

К началу формирования новых схем (концу 80-х годов) стало очевидно, что достоверное сопоставление Якутских палинокомплексов с хорошо изученными кайнозойскими Западносибирскими разрезами (и их палеоботаническим содержанием) возможно только на уровне отделов палеоцена и эоцена в силу сходных на то время палеогеографических и палеоклиматических параметров этих двух регионов (Западной и Восточной Сибири). До конца эоцена Евразийский материк к востоку от Уральского хребта был разделен так называемым Тургайским «проливом», который занимал значительную часть Западно-Сибирской низменности. Он представлял собой довольно крупную теплую акваторию, которая снабжала своими воздушными потоками, направленными на Восточно-Сибирскую (в т. ч. якутскую) часть материка, обильной влагой и обеспечивала мягкий субтропический (и даже тропический) климат и соответствующую растительность.

Односторонние для Западной и Восточной Сибири климатические и флористические изменения на протяжении, по крайней мере, эоцена подтверждены исследованиями авторов настоящих материалов в результате повторного детального изучения стратотипического эоценового разреза на озере Тастах [9]. В процессе работ был определен трехчленный сукцессионный ряд эоценовых палинокомплексов — каштанопсисовый-каштановый-кверкоидный, названных по доминирующим компонентам, выделенный ранее в эоценовых разрезах Западной и Средней Сибири: в 1979 году А. Н. Александровой для Томского Приобья [6, 12], в 1988 году И. А. Кульковой для Обь-Иртышского междуречья [12]. В связи с этим в последующих работах бу-

дут рассмотрены изменения в стратиграфических построениях нижнего и среднего эоцена.

Почему же, начиная с олигоцена (и выше по разрезу) стала невозможной идентификация палеофлористической и палеоклиматической обстановки Северо-Востока Евразийского материка с Западной и Средней Сибирью? Ответ на этот вопрос можно получить в результате анализа геологических, палеонтологических, абиотических событий, влияющих на формирование той палеоклиматической, палеоботанической, палеогеографической обстановки, которую мы наблюдаем в целой серии кайнозойских разрезов региона, представляющих исследователям фактологическую базу, по которой восстанавливаются все региональные особенности событий в истории геологического, палеогеографического развития региона.

В результате отличного от западносибирского пути формирования и трансформации тургайских флор в Северо-Восточном регионе и необходимостью сбора информативного и доказательного фактического материала, отражающего своеобразие палеоботанического развития Северо-Востока (формирование холодноумеренного климата и как результат этого — крайнее обеднение тургайской флоры), сложилось так, что самым трудноразрешимым отрезком геологической истории кайнозоя на территории Северо-Востока стало олигоценовое и миоценовое время.

Первой проблемой, требующей на сегодняшний день разрешения, является вопрос о возрасте и месте в стратиграфическом разрезе одного из первых стратотипов, выделенного в Куларском стратотипическом районе, — омолойской свиты, возраст которой на протяжении последних более сорока лет разными авторами трактовался в интервале от раннего олигоцена до позднего миоцена включительно.

Широко распространенное (на примере Западной Сибири) представление о том, что «олигоцен» и «богатые тургайские флоры» — понятия неотделимые привело к тому, что большинство палеоботаников, палинологов и стратиграфов долгое время все толщи, содержащие палинокомплексы, отражающие богатую тургайскую флору, датировали олигоценом, отложения же, содержащие обедненную тургайскую флору — миоценом. Эта тенденциозность и повлекла за собой повторяющиеся ошибки в «Стратиграфических схемах...» 1975 и 1998 годов [14].

Продолжалось это до тех пор, пока не был открыт факт существования богатейших тургайских флор миоценового возраста (отложения миоценового климатического оптимума). В 1974 году Г. Г. Карташовой [10] глинисто-лигнитовые отложения, содержащие СПК богатой тургайской флоры были определены в бассейне реки Ильдикиях (нижнее течение р. Яны) и помещены в «Рабочей стратиграфической схеме палеогеновых и неогеновых отложений Северо-Востока СССР» 1975 года в возрастном уровне раннего—начала среднего миоцена под названием ильдикияхского горизонта. Размещение в этом возрастном уровне горизонта с таким названием явилось самой серьезной ошибкой в схеме 1975 года, т. к. на то время уже существовал стратотип отложений именно этого возраста — омолойская свита. Но при формировании «Схемы...» 1975 года омолойская свита, содер-

жащая СПК богатой тургайской флоры, в результате ошибочного представления о синонимии понятий «олигоцен» и «богатая тургайская флора» при недостаточной детальности определительских работ (отсутствии видовых определений хотя бы отдельных родов) была датирована Г. Г. Карташовой поздним олигоценом.

Оставив в составе омолойской свиты только глинисто-суглинисто-лигнитовую часть разреза (в отличие от ее первоначального объема, включающего еще и нижнюю — песчано-галечную толщу, в дальнейшем определенную как онкучахская свита), составители «Схемы...» 1975 г. датировали глинистую часть поздним олигоценом, еще не имея серьезных доказательств, что две свиты — ильдикиляхская и омолойская — являются одновозрастными образованиями (геологическими и палеопалинологическими аналогами), обе они содержат одинаковые (миоценовые) по таксономическому составу палинокомплексы богатой тургайской флоры. Этот факт стал очевидным только после пересмотра палинологических проб из стратотипа ильдикиляхской свиты в разрезе скв. 6 в бассейне р. Ильдикилях в результате проведения специалистами Якутской тематической экспедиции (А. Г. Савченко, А. С. Казанцевым и Л. П. Жариковой) [5] ревизионных работ в Куларском стратотипическом районе в 1982–1983 годах, а также повторного опробования и проведения детальных определительских работ родов *Quercus*, *Tilia*, *Iuglans*, *Corylus*, *Betula* в стратотипе омолойской свиты на ручье Сергей (левого притока р. Куччугуй-Кюэгюлюр в бассейне р. Омолой) [7, 8]. Кроме таксономического сходства СПК, обе эти свиты согласно залегают на песчано-галечной толще, содержащей палинокомплекс крайне обедненной тургайской флоры — на онкучахской свите.

Синонимия этих двух свит очевидна, т. е. единому геологическому телу присвоено два названия, поэтому на основании приоритета предпочтение должно быть отдано названию, опубликованному первым — омолойской свите, омолойскому региональному стратиграфическому горизонту в возрастном интервале ранний-начало среднего миоцена. Для справки: название «омолойская» свита было опубликовано в 1968 году Ю. П. Барановой и С. Ф. Биске [1]; название «ильдикиляхская» появилось в печати в 1975 году в материалах к стратиграфической схеме Г. Г. Карташовой и Ю. П. Барановой [10, 11].

В работе 1979 года «Континентальные третичные толщи» Ю. П. Баранова [2], признав существование позднеолигоценного климатического пессимума (похолодания), которое несовместимо с богатыми тургайскими флорами в верхней половине олигодена, как это было в «Схеме...» 1975 года, предположила среднеолигоценный возраст омолойской свиты.

В 1998 году составители «Стратиграфической схемы палеогеновых и неогеновых отложений Северо-Восточной Якутии», вместо того, чтобы, учитывая доказанный миоценовый возраст омолойской свиты и приоритетность данного названия, вернуть название «омолойская» в возрастной уровень раннего-начала среднего миоцена, поместили ее в ранний олигоцен (нижняя половина регионаруса рюппель), выделив омолойский стратиграфический горизонт и продолжив, таким образом, ошибочную версию с олигоценовой датировкой омолойской «богатой тургайской флоры» (по Г. Г. Кар-

ташовой), игнорируя результаты пересмотра стратотипа омолойской свиты в разрезе ручья Сергей.

Второй серьезнейшей проблемой в стратиграфической схеме палеогеновых и неогеновых отложений Северо-Востока Евразии является геология олигоценных толщ, их количество, объем, их палеофлористическая и палеоклиматическая характеристика, и место в стратиграфическом разрезе.

Решению этих проблем в значительной степени способствовали продолжившиеся в 1981 году исследования наиболее полного на территории Якутии кайнозойского разреза в Нижнеколымской впадине по материалам 4-х параметрических скважин. В результате было получено не только подтверждение существования богатых тургайских флор в миоцене (стадухинская свита), но стал очевидным крайне обедненный характер тургайской флоры в мощных песчано-галечных олигоценных толщах (усть-омолонская свита), без размыва подстилающих миоценовую глинисто-лигнитовую стадухинскую свиту [4]. На начальном этапе этих исследований усть-омолонская свита вслед за Ю. П. Барановой датировалась второй половиной олигодена, идентифицировалась с олигоценным климатическим пессимумом. Но проследив положение этой толщи в кайнозойских разрезах всего Северо-Востока, ее мощность, геологический состав, палинологическую и палеоклиматическую характеристики и сам факт существования только двух олигоценных толщ: 1) маломощных глинистых раннеолигоценных или позднеэоцен-раннеолигоценных с СПК богатой тургайской флоры и 2) мощных песчано-галечных отложений с СПК беднейшей тургайской флоры, авторы настоящих материалов пришли к выводу, что возраст песчано-галечных толщ не ограничивается второй половиной олигодена. Скорее всего, эти песчано-галечные толщи формировались на протяжении всего олигодена, исключая только самые низы его (нижнюю часть регионаруса рюппель). Это подтверждается целым комплексом геологических, палеонтологических, палеоклиматических, палеогеографических и абиотических факторов. Мощность этих песчано-галечных толщ, содержащих СПК обедненной тургайской флоры, возрастает на территории Северо-Востока с запада на восток: от 50–100 м в горном Куларе, в Тенкиченской и Ильдикиляхской депрессиях до 200–250 м — в Нижнеколымской, Селеннях-Уяндинской впадинах и Притахском прогибе, до 800 м в Индигиро-Зырянском прогибе, до 1200 м в Кавинско-Тайской впадине Охотоморского района.

Содержащиеся в этих мощных песчаных толщах палеопалинологические остатки беднейших тургайских флор свидетельствуют о произрастании этой растительности в условиях холодноумеренного климата, что объясняется крайне северо-восточным палеогеографическим положением на континенте, вследствие чего регион получает минимум облачности, осадков и, как следствие этого — континентализацию климата.

Усть-Омолонскую олигоценовую свиту в нижнеколымском разрезе подстилает позднеэоцен-раннеолигоценная — верхне-лакеевская (паршинская) свита, содержащая палинокомплекс переходного типа от эоцена к олигоцену. В этом палинокомплексе уже стабилизируется пыльца «умеренных» семейств Pinaceae и

Betulaceae; из термофилов доминирующее положение (20%) занимает крупная треугольная пыльца лещины (*Corylus*), производимая, обычно, ближневосточными видами этого рода, она характерна для олигоценых отложений, присутствует в спектрах также достаточно богатый набор пыльцы широколиственных листопадных пород; часть палинокомплекса представлена эоценовыми пыльцевыми зернами (*Engelhardtia* sp., *Loranthus* sp. и др.). Описываемый СПК представляет собой один из первоначальных и достаточно богатых вариантов тургайской флоры, сформированной на Северо-Востоке Евразийского материка.

Таким образом, в нижнеколымском разрезе мы наблюдаем две олигоценые толщи: нижнюю — верхне-лакеевскую (паршинскую) — маломощную (около 40 м) с богатой тургайской флорой и верхнюю — усть-омолонскую — достаточно мощную (250 м) песчано-галечную с СПК беднейшей тургайской флоры, что является классическим примером соотношения олигоценых толщ в кайнозойских разрезах Северо-Востока Евразии. Подобное сочетание олигоценых стратонах наблюдается также в Омолойской впадине (скв. 103), в Тенкиченской депрессии (скв. 15) и в других положительных кайнозойских структурах. Реже отложения «холодного» олигодена (онкучахский горизонт) залегают на докайнозойских отложениях, начиная разрез серии предгорных и межгорных Верхоянских впадин, это — Кюзюльюрские впадины в бассейне рр. Омолой, Уяндинская и Селенняхские впадины в бассейне р. Индигирка и многие другие. Все они вверх по разрезу без размыва перекрываются миоценовыми глинисто-лигнитовыми толщами, содержащими в себе такие хорошо узнаваемые реперные слои, как миоценовый климатический оптимум.

Отложения нижнего олигоденового (позднеэоцен-раннеолигоденового) стратона, содержащего СПК богатой тургайской флоры наблюдается в положительных кайнозойских морфоструктурах чаще под мощными песчано-галечными толщами «холодного» олигодена, залегающих на средне- или верхнеэоценовых отложениях (Нижнеколымская, Омолойская, Тенкиченская и др. впадины, мощностью от 30 до 40 м), иногда в виде маломощных «останцов» на «бортах» кайнозойских впадин, залегающих на докайнозойских отложениях (сетанджинская свита мощностью 13 м в Селенняхской впадине), а также солурская свита, мощностью 12,5 м в верховьях р. Омолой.

Перечисленные стратонах доказывают повторяющуюся встречаемость подобных маломощных толщ, содержащих в себе позднеэоцен-раннеолигоденовые СПК, в которых наблюдается уже сложившаяся в общих чертах достаточно богатая листопадная широколиственная тургайская флора с господством пыльцы арктотретичных семейств Pinaceae и Betulaceae, в сумме с присутствующими здесь эоценовыми элементами флоры. Превалирующая компонента умеренной листопадной флоры над немногочисленной эоценовой субтропической примесью в этих СПК, на наш взгляд, определяет, скорее, раннеолигоденовую датировку толщ, где эоценовый материал находится в переотложенном состоянии.

Таковую же возрастную привязку имела солурская свита (солурский региональный стратиграфический горизонт), которая имела место в «Схеме...» 1975 года, но была исключена из «Схемы...» 1998 года. Повторя-

ющаяся встречаемость этих геологических тел и достаточно убедительно доказанный раннеолигоденовый возраст богатых тургайских флор, содержащихся в них, доказывает неправоту удаления из этого возрастного уровня в «Схеме...» 1998 года «солурского регионального стратиграфического горизонта».

Поэтому напрашивается необходимость возвращения солурского регионального стратиграфического горизонта в возрастную уровень самых верхов эоцен-раннего олигодена.

Маломощные толщи с богатой тургайской флорой и перекрывающие их мощнейшие песчано-галечные образования с обедненным «тургаем» говорят о том, что тургайская листопадная флора, начав свое формирование в конце эоцена-начале олигодена, (в самом начале рюпеля) на северо-восточной оконечности Евразийского континента под действием холодно-умеренного климата очень быстро деградировала в крайне обедненную тургайскую флору сосново-кустарникового состава с небольшой примесью самых устойчивых к холоду термофилов в виде лещины (*Corylus*), восковницы (*Myrica*), ореха (*Juglans*), падуба (*Ilex*) и некоторых других родов и существовала на протяжении большей части региона рюпель (нижний олигоден) и всего региона хатт (верхний олигоден).

Эти выводы подтверждает анализ абиотических событий на протяжении кайнозоя, приведенных в работе Л. А. Невесской в 1993 году [13], в результате чего представляется, что для Северо-Восточных регионов, начиная с олигодена (в отличие от Западной и Средней Сибири) существовал самостоятельный путь палеоботанического развития, определенный геоботаническими и палеогеографическими законами природы. Согласно основному геоботаническому закону «о континентах», регион, занимающий крайне северо-восточное положение на самом протяженном с запада на восток континенте Евразия, имеет самый сухой и холодный климат на материке, что мы наблюдаем и в настоящее время (полюс холода в северном полушарии находится в п. Оймякон).

Поэтому, помещенные составителями стратиграфической схемы 1998 года в нижний подотдел олигодена (рюпель) нижнеколымский и омолойский горизонты [3], должны были свидетельствовать о продолжительном существовании в этом возрастном уровне (около 7 млн лет) «богатых» тургайских флор. На самом же деле выделение этих двух горизонтов в подотделе рюпель необходимо признать необоснованным. Принимая во внимание существование в регионе двух олигоденовых стратонах: маломощных глинистых солурских с богатой тургайской флорой, занимающих самые низы региона рюпель и мощные песчано-галечные онкучахские (усть-омолонские) слои с беднейшей тургайской флорой, формировавшиеся на протяжении, практически всего рюпеля и всего хатта.

Учитывая историю выделения нижнеколымского горизонта, можно сказать следующее. Он получил название от нижнеколымской свиты, выделенной в разрезе Нижнеколымской скв. 1 (интервал 484–372 м) авторами «Схемы...» 1998 года [3], которая является, по существу, нижней частью усть-омолонской свиты «холодного» олигодена, отмечаемой в интервале 484–

227 м (по Л. П. Жариковой), включающей в себя и интервал 484–327 м, выделенный авторами «Схемы...» 1998 года в нижнеколымскую свиту. Отложения представленного нижнеколымской свитой интервала содержат единый с вышележащей усть-омолонской свитой (по О. В. Гриненко) СПК крайне обедненной тургайской флоры, в составе которой доминирует пыльца арктотретичных семейств — *Ripaseae* и *Betulaceae* и где заметную роль играют березовые кустарники и верескоцветные. Единственным «удревняющим» фактором палинокомплекса так называемой нижнеколымской свиты является присутствие в этой части разреза единичных пыльцевых зерен типа *Loranthus*, *Ulmoideipites* и др., которые являются ключевыми таксонами эоценовых палинокомплексов, характеризующих серию тропических и субтропических палинофлор. Эоценовые таксоны, скорее всего переотложены из отложений лакеевской (паршинской) свиты, подстилающей усть-омолонскую свиту.

Таким образом, необходимо отметить, что отложения в интервале 484–372 м Нижнеколымской скв. 1, сложенные, в основном, песчано-галечно-гравийными осадками, в основании которых находится 10-ти метровый слой валунно-галечных отложений, неправомерно выделять в отдельную нижнеколымскую свиту, она является нижней частью усть-омолонской свиты.

Омолойский же горизонт, занимающий в схеме 1998 года [3] вторую половину регионаруса рюпель, не выдерживает никакой критики, т.к. в него включены стратонаы разного возраста. Получив свое название от омолойской свиты со стратотипом на ручье Сергей (по последним данным — раннего-начала среднемиоценового возраста) [6], авторы предлагают гипостратотип омолойской свиты, выделенный в Омолойской впадине Куларского района по керну скв. 103 в интервале глубин 272–313 м (отложения в этом интервале действительно позднеэоцен-раннеолигоценового возраста, но тогда это уже был бы гипостратотип солурского, но не омолойского горизонта) [3]. Сюда же включены толщи, входившие в состав солурского уровня позднеэоцен-раннеолигоценового возраста, вскрытого скв. 12 в долине р. Солур в верховьях р. Улахан-Кюэгюлюр (бассейн р. Омолой) [12]. Признание авторами «Схемы...» 1998 года серии позднеэоцен-раннеолигоценовых толщ также говорит о реальности существования отложений этого возраста и о необходимости возврата в этот возрастной уровень солурского регионального стратиграфического горизонта. К сожалению, и в «Схеме...» 1975 г. и в «Схеме...» 1998 года за глинистой частью омолойской свиты закрепились олигоценовая датировка, несмотря на то, что повторное опробование в 1998 г. обнажения на руч. Сергей и проведенные детальные оп-

ределения пыльцы и спор позволили однозначно отнести эту суглинисто-глинисто-лигнитовую толщу к раннему—началу среднего миоцена [6].

Произошедшее на границе эоцена и олигоцена закрытие (осушение) Тургайского пролива, вызванное понижением уровня мирового океана, как минимум, на 200–250 м и обретение Евразийским континентом максимальной протяженности с запада на восток, и очертаний, близких к современным, создало условия для развития своеобразных климатов и флор на этих двух территориях — Западной и Восточной Сибири (в т.ч. и Якутии).

Континент Евразия, как и другие континенты в северном полушарии в целом снабжающиеся влагой из западных воздушных потоков (в силу вращения Земли), на северо-восточной оконечности своей (как самый протяженный с запада на восток материк) стал получать минимум облачности и влаги, в результате чего с начала олигоцена на Северо-Востоке стал формироваться холодно-умеренный климат с соответствующей растительностью (обедненной тургайской флорой). В то же самое время на территории Западной Сибири в условиях достаточного увлажнения с Атлантики климат был теплоумеренный, при котором произрастала богатейшая тургайская листопадная с элементами субтропической флора.

В результате сложившихся различий в составе олигоценовых палеофлор Западной и Восточной Сибири, явившихся следствием изменения палеогеографических позиций этих двух регионов, мы получили ситуацию, в которой самым трудноразрешимым отрезком геологической истории кайнозоя на территории Северо-Востока оставалось долгое время олигоценовое и миоценовое время, решению некоторых из этих проблем и посвящена настоящая работа.

Учитывая все вышеприведенные наработки, мы предлагаем внести следующие изменения в «Региональную стратиграфическую схему палеогеновых и неогеновых отложений Восточной Якутии» 1998 года [3] в возрастных рамках от позднего эоцена до позднего миоцена включительно, т. е. в период формирования и трансформаций под действием изменений климата «тургайской» флоры Северо-Востока Азии:

1. Восстановить в возрастном уровне позднего эоцена—раннего олигоцена солурский горизонт, выделенный в «Рабочей стратиграфической схеме палеогеновых и неогеновых отложений Восточной Якутии» (авторы Ю. П. Баранова, Г. Г. Карташова и др.) [2] и получивший подтверждение своего существования в нескольких разрезах Восточной Якутии (в Омолойской впадине, в основании скв. 103, инт. гл. 272–313 м, в Тенкиченской переходной структуре, скв.15, инт. гл.310.8–338.5 м, в борту Селенняхской впадины — сетанджинская свита, м. 12.5 м и т. д.).

2. Признать необоснованным размещение составителями «Схемы...» 1998 года в возрастном интервале региояруса рюппель двух горизонтов — нижнеклымского и омолойского — на основании изложенных выше доказательств их несостоятельности

3. Расширить возрастные рамки онкучахского горизонта практически на весь олигоцен (региоярусы рюппель и хатт), исключив только самые низы рюппеля, которые входят в состав солурского горизонта. Палинологическая характеристика отложений онкучахского

горизонта носит характер крайне обедненной тургайской флоры.

4. Переименовать ильдикиляхский горизонт (нижний—начало среднего миоцена) в омолойский региональный стратиграфический горизонт в связи с приоритетностью названия «омолойский».

Литература

1. Баранова Ю. П. и др. Кайнозойские отложения в бассейне нижнего течения р. Омолой // Кайнозой Северо-Востока СССР. М.: Наука, 1968. С. 64–73.
2. Баранова Ю. П., Карташова Г. Г., Конищев В. Н. Континентальный палеоген и неоген севера средней Якутии // Континентальные третичные толщи Северо-Востока Азии. Новосибирск: Наука, 1979. С. 7–21.
3. Гриненко О. В. и др. Палеоген и неоген Северо-Востока СССР. Якутск: ЯНЦ СО АН СССР, 1989. 184 с.
4. Гриненко О. В., Сергеенко А. И., Белолобский И. Н. Палеоген и неоген Северо-Востока СССР. Якутск: Изд-во ЯНЦ СО АН СССР, 1998. 182 с.
5. Жарикова Л. П., Казанцев А. С., Савченко А. Г. Новые сведения по стратиграфии восточной части Приморской низменности // Геология кайнозоя Якутии. Якутск, 1982. С. 28–34.
6. Жарикова Л. П., Комзина Т. И. Унификация стратиграфических схем и тургайские палинофлоры олигоценового и миоценового времени на Северо-Востоке Евразийского материка // Актуальные проблемы палинологии на рубеже третьего тысячелетия. М.: ИГиРГИ, 1999. С. 113–119.
7. Жарикова Л. П., Савченко А. Г., Комзина Т. И. Стратиграфия олигоцен-миоценовых отложений Яно-Омолойского междуречья // Вопросы геологии и энергетики Якутии. Якутск: Изд-во ЯГУ, 2000. С. 54–57.
8. Жарикова Л. П., Комзина Т. И. Климат и палинофлора олигоцена на Северо-Востоке Якутии. // Эволюция жизни на Земле: Материалы II Международного симпозиума. Томск: Изд-во НТЛ, 2001. С. 334–337.
9. Жарикова Л. П., Комзина Т. И. Новое в палиностратиграфии стратотипического разреза палеогеновых отложений у озера Тастах (Яно-Индибирское междуречье) // Там же. С. 337–338.
10. Иванов О. А., Дементьев М. Ф. Кайнозойские отложения южной окраины Приморской (Яно-Индибирской) низменности и ее горного обрамления // Материалы по геол. и полезн. ископ. Якутской АССР. Вып. 16. Якутск, 1970. С. 48–59.
11. Карташова Г. Г. «Буковый» горизонт в миоцене Северной Якутии (бассейн низовий р. Яны) // Доклады Академии наук СССР, 1974. Т. 219, № 5. С. 1206–1208.
12. Карташова Г. Г., Баранова Ю. П. Континентальные отложения палеогена и неогена Приморской низменности // Кайнозой Северо-Востока СССР: Тезисы докладов межведомственного стратиграфического совещания. Магадан, 1975. С. 34–42.
13. Кулькова И. А. Палинологические исследования эоценовых отложений Яно-Индибирской низменности. Новосибирск: Наука, 1973. 115 с.
14. Кулькова И. А., Александрова А. Н., Братцева Г. М. Эоценовые и олигоценовые палинофлоры и климат Средней Сибири // Микрофоссилии и стратиграфия мезозоя и кайнозоя Сибири. Новосибирск: Наука, 1988. С. 127–136.

ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПИЩАЛЬСКОГО БОЛОТА

И. А. Жуйкова

Вятский государственный гуманитарный университет, Киров; Zhuikova@yandex.ru

Рассмотрены условия формирования и динамика растительного покрова Пищальского болота (Кировская область). Выполнен спорово-пыльцевой анализ отложений.

Пищальское болото, которое интенсивно осушалось и разрабатывалось с 1943 г., располагается в центральной части Кировской области (Оричевский район). Торфяной массив располагается в пределах Кирово-Котельничской низменности, по которой протекает р. Вятка, характеризующаяся наличием хорошо развитых террас. Торфомассив относится к центральной группе районов, для которых степень заторфованности в среднем составляет 3 % [7].

Объектом исследования послужили органогенные отложения выработанного участка торфяника и подстилающие торфяник супесчаные отложения, общей мощностью 155 см. В результате исследований была изучена самая нижняя часть торфяника, т. е. самые ранние этапы его формирования.

Образцы торфа были обработаны общепринятым сепарационным методом В. П. Гричука [1]. Спорово-пыльцевой анализ и определение пыльцы и спор вмещающих отложений выполнялся в лаборатории «Эволюции природной среды» ВятГГУ. Для идентификации пыльцы и спор использовались атласы-определители [2, 4, 6].

Было проведено детальное палинологическое изучение 14 образцов. В результате спорово-пыльцевого анализа были установлены спорово-пыльцевые спектры, характеризующие условия формирования нижней части торфяника. Для основных групп растений было рассчитано процентное соотношение.

Характеристика спорово-пыльцевых спектров (СПС)

Анализ спорово-пыльцевых спектров разреза позволил выявить, что при палинологическом исследовании в спектрах торфяника обнаружено 12 видов древесной и кустарниковой растительности, 20 семейств травянистых и четыре семейства споровых растений.

На спорово-пыльцевой диаграмме выделяется три палинозоны (см. рисунок).

Палинозона 1 (135—155 см). Подстилающие торфяник песчаные отложения характеризуются следующим составом: доля пыльцы древесных пород составляет 50—60 %, травянистых изменяется от 14 до 47 %, споровых — 0—23 %. Среди пыльцы древесных преобладает пыльца хвойных пород — сосны и ели (17 и 10 % соответственно) и берёзы (30 %), отмечена пыльца широколиственных пород (липа, вяз, лещина), общая доля которых составляет менее 3 %. В группе травянистых растений преобладает пыльца семейств *Chenopodiaceae*, *Artemisia*, *Asteraceae*, *Сурегасеае*, *Polygonaceae*, *Rosaceae*, *Роасеае*. Среди пыльцы травянистых растений доминируют сем. *Сурегасеае* — 23.8 %, *Rosaceae* и *Ericaceae* по 11 % соответственно, *Турфа latifolia* — 24 %. Из споровых растений определены споры сфагновых мхов и папоротников.

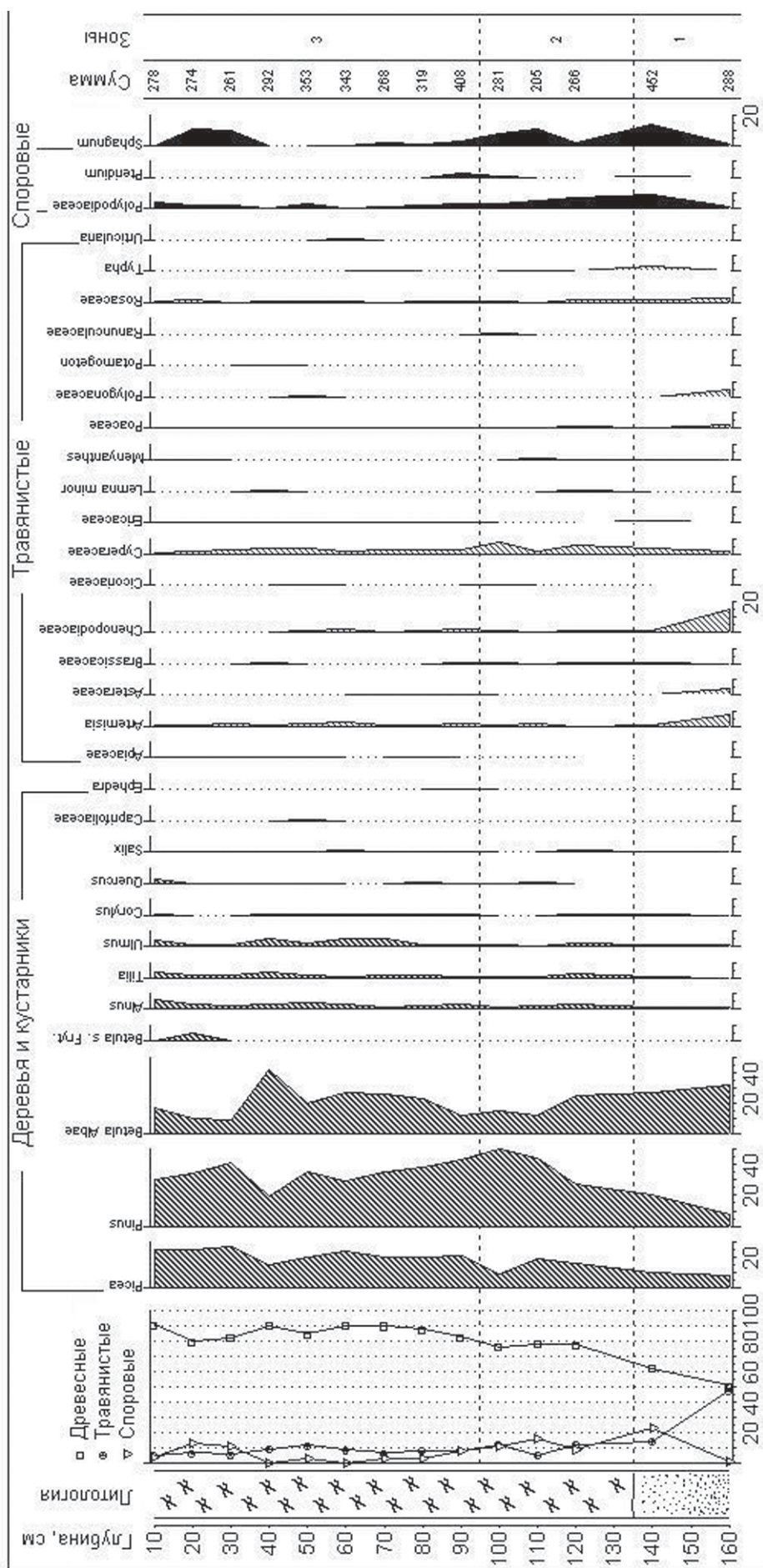
Палинозона 2. (95—135 см). Отложения нижней части торфяной толщи характеризуется постепенным увеличением доли пыльцы древесных растений до 80 %, доля травянистых растений около 12 %, споровых — от 10 до 15 %. Среди древесных преобладает пыльца *Pinus* (до 50 %), *Picea* (до 13—15 %), а доля пыльцы берёзы несколько сокращается с 30 до 12 %. Встречается пыльца широколиственных пород — *Ulmus*, *Tilia*, *Corulus*, единично — *Quercus*. В группе травянистых растений встречается пыльца семейств *Сурегасеае*, *Artemisia*, *Brassicaceae*, *Chenopodiaceae*, *Роасеае*, *Rosaceae*, а также определена пыльца водных растений и прибрежно-водной растительности — *Lemna minor*, *Menyanthes trifoliata*, *Турфа*.

Палинозона 3. (10—95 см). Верхняя часть изученных отложений торфяника характеризуется ровным ходом кривых древесных, травянистых и споровых растений. Доля пыльцы древесных составляет 80—90 %, травянистых — 8—11 %, споровых — до 10—12 %. В соотношении пыльцы древесных видов происходят некоторые изменения: сокращается доля пыльцы хвойных пород — сосны и ели (до 33 и 28 % соответственно), уменьшается доля пыльцы берёзы (17 %), и существенно увеличивается содержание пыльцы широколиственных пород — до 13 %, также постоянно встречается *Alnus*. Травянистые растения представлены следующими семействами: *Ariaceae*, *Роасеае*, *Artemisia*, *Rosaceae*, *Ericaceae*, *Rubiaceae*, *Сурегасеае*. В группе споровых растений господствуют споры папоротников. В обр. 8 (60 см) определена пыльца *Urticularia intermedia*. Для глубины 90 см определена пыльца кустарничка *Ephedra distachya*, которая в настоящее время в пределах Кировской области не встречается.

Ранее в центральных районах Кировской области были изучены разрезы торфяников Чистое, Каринский, Прокопьевский, для которых были получены спорово-пыльцевые спектры и радиоуглеродные данные [3, 5]. Результаты сравнительного анализа нижней части разрезов торфяников, обеспеченных результатами радиоуглеродного датирования (ИГАН) позволяет провести аналогии (см. таблицу). Корреляция представленных торфяников, расположенных на одной широте, в сходных геоморфологических условиях позволяет предположить, что начало формирования этих болот приходится на один и тот же хроноинтервал.

Динамика растительного покрова

На основе анализа полученных спорово-пыльцевых спектров можно отметить следующее. Процесс заболачивания первой надпойменной террасы р. Вятки, сложной песчаными флювиогляциальными отложениями начался в бореальном периоде голоцена. С момента формирования болота здесь господствова-



Спорово-пыльцевая диаграмма отложений Пичальского болота (Кировская область)

Результаты C¹⁴ датирования основания торфяников бассейна р. Вятки

Название торфяника	Болото Чистое	Болото Пищальское	Болото Каринское
Координаты разреза	58° 07' с.ш.	58, 26 °с.ш.	58° 35' с.ш.
	47° 30' в.д.	48,53 °в.д.	50° 20' в.д.
Возраст основания разреза	Во-Ат	Во-Ат?	Во-Ат
Результаты датирования	8052±186 л.н.	-	8697±186 л.н.

ли лесные формации (палинозона 2). На поверхности болота господствовала древесная растительность, представленная берёзой, сосной и елью. Начальные этапы формирования торфяной толщи характеризуются активными процессами заболачивания, чему способствовал характер подстилающих пород и особенности рельефа. В условиях переувлажнённых грунтов развивался моховой покров, представленный сфагновыми мхами, травянистыми растениями семейств *Syringaceae*, *Rosaceae*, *Typha*. Широко были распространены неглубокие линзы воды, которые постепенно зарастали сплавниной из вахты (*Menyanthes trifoliata*) с примесью гипновых мхов (*Sphagnum*), ряской (*Lemna minor*). В этот период в окрестностях болота были развиты сосново-сфагновые и берёзово-еловые леса.

Верхняя часть изученной тощи (палинозона 3), для которой характерно увеличение доли древесных пород до 80—90 % и сокращение доли водных и споровых растений, позволяет предполагать о некотором иссушении болота (или понижении уровня грунтовых вод). На возвышенных участках широко распространяются сосновые леса, в травянистом покрове которых появляются травянистые растения представители семейств *Asteraceae*, *Ariaceae*, *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, определена пыльца кустарничка *Ephedra*. На пойменных уровнях, вдоль реки Вятки начинают господствовать смешанные леса сложного состава с примесью широколиственных пород *Ulmus*, *Tilia*, *Corulus*, *Quercus*. В понижениях рельефа ещё сохранялись неглубокие озёрки, окружённые зарослями осок (*Syringaceae*).

Общая характеристика СПС изученного торфяника и аналогии с уже существующими для Вятского края датированными торфяниками позволяет сделать следующие выводы:

- формирование торфяной толщи, как и других торфяников Вятского края, началось в конце бореального периода, когда в регионе уже широко были развиты лесные формации;

- в целом отложения атлантического периода характеризуются высоким содержанием пыльцы *Pinus sylvestris* (до 50 % от общей суммы), что говорит о широком развитии сосновых лесов на террасах крупных рек региона;

- для отложений атлантического времени характерна достаточно высокая для Вятско-Камского региона сумма широколиственных пород — 13 % (от общей суммы подсчитанных микрофоссилий);

- отложения суббореального и субатлантического возраста в изученной толще отсутствуют (выработаны на топливо);

- в отложениях определена пыльца кустарничка *Ephedra distachya*, что типично для всех изученных голоценовых разрезов Вятского края.

Анализ спорово-пыльцевых спектров изученных отложений показывает, что в период формирования нижней части торфяной толщи происходило изменение климата от бореального прохладного к более тёплому гумидному. Возраст изученной части торфяника определяется как бореально-атлантический. Аналитические исследования показали закономерную смену формирования растительного покрова, как Пищальского болота, так и ландшафтов региона в целом.

Литература

1. Гричук В. П., Заклинская Е. Д. Анализ ископаемой пыльцы и спор и его применение в палеогеографии. М.: ОГИЗ, 1948. 224 с.
2. Дзюба О. Ф. Атлас пыльцевых зёрен (неацетолитизированных и ацетолитизированных), наиболее часто встречающихся в воздушном бассейне восточной Европы. М., 2005. 68 с.
3. Жуйкова И. А. Этапы эволюции природной среды Вятского края в позднеледниковье и голоцене: Автореф. дис. ... к. г. н. М., 1999. 18 с.
4. Курьянова Л. А., Алёшина Л. А. Пыльца и споры растений флоры Европейской части СССР. Руководства в 3-х томах. Наука, 1971.
5. Прокашев А. М., Жуйкова И. А., Пахомов М. М. История почвенно-растительного покрова Вятско-Камского края в послеледниковье. Киров: Изд-во «Старая Вятка», 2003. 143 с.
6. Сладков А. Н. Определение видов *Lycopodium* L. и *Selaginella* Spring. по спорам и микроспорам. // Материалы по геоморфологии и палеогеографии СССР. Вып. 50. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1951. С.167—199.
7. Торфяной фонд РСФСР. Кировская область. М., 1970. 500 с.

КОМПЛЕКСЫ ОРГАНИКОСТЕННОГО ФИТОПЛАНКТОНА, СПОР И ПЫЛЬЦЫ СРЕДНЕГО И ПОЗДНЕГО ЭОЦЕНА ОМСКОГО ПРОГИБА (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

Н. И. Запорожец

Геологический институт РАН, Москва; *dinoflag@mail.ru*

Приведена палинологическая характеристика двух этапов геологического развития Омского прогиба Западной Сибири в среднем и позднем эоцене. Лютетский этап соответствует времени перестройки открытых морских коммуникационных связей Арктического бассейна с Тетисом через Западно-Сибирский внутренний бассейн, второй — времени существования связей этого бассейна только с окраинными морями Северного Перитетиса. Накопление азолловых слоев на рубеже среднего и позднего эоцена происходило в период низкого стояния уровня Мирового океана. Морское осадконакопление завершилось формированием трансгрессивных терминальных слоев верхнетавдинской подсвиты.

Местоположение и краткая характеристика изученных разрезов

Морской палеоген Омского прогиба Западно-Сибирской плиты более полувека является важнейшим объектом региональных биостратиграфических исследований. Это касается как разработок зональных региональных шкал по разным группам органических остатков и, прежде всего, микропланктона, так и изучения основных рубежей биостратиграфических, палеогеографических, седиментационных и гидрологических перестроек внутреннего эпиконтинентального морского бассейна. Этому способствовал большой объем буровых работ, вскрывших разрезы морского палеогена в осевой части прогиба и на его крыльях. В пределах этой структуры в 50-х годах прошлого столетия по широтному профилю, параллельному оси прогиба, проводилось бурение первых параметрических скважин: Омской, Барабинской, а также Татарских и Тибесских разведочных и других скважин, давших обилие представления о строении морского палеогена в южной части плиты. В пределах Омского прогиба в конце прошлого и в первом десятилетии текущего столетия выполнены и последние по времени комплексные исследования, позволившие наиболее четко очертить три основных этапа геологического развития Западно-Сибирского морского бассейна в палеоэоцене и эоцене. Каждый из этих этапов отличался особенностями связей с океаническими акваториями. В палеоэоцене и в раннем эоцене существовали открытые морские меридиональные коммуникации между Арктикой и Тетисом через Западно-Сибирское внутреннее море со встречным направлением морских течений. На западе они были направлены из Арктики на юг вдоль Урала. Морские воды были насыщены кремнеземом, которым образованы осадки серовской и ирбитской свит. Вдоль восточного борта плиты поток морских вод из Тургайского прогиба, ориентированный сначала по оси Омского прогиба, затем постепенно разворачивался к северу. Он был богат тонко терригенным материалом и, в меньшей степени, кремнеземом. В сфере действия этого течения происходило формирование глинисто-кремнистой люлинворской свиты. В заключительный бартон — приабонский этап связь внутреннего бассейна с открытым океаном сохранялась только через Тургайский пролив и окраинные моря Северо-Восточного Перитетиса. Соответственно другим был и рисунок поверхностных течений во внутреннем бассейне. Сквозное меридиональное течение первого этапа в начале второй половины эоцена преобразилось в полу-

замкнутую систему эстуарного типа. Второй, промежуточный между этими двумя этапами — лютетский, характеризовался попеременным усилением или ослаблением влияний высоко- и низкоширотных океанических связей. Это отражалось на составе биоты, седиментации и гидрологии внутреннего бассейна, завершившись частичной изоляцией от Мирового океана.

Переход от одного этапа к другому сопровождался перерывами, нередко скрытыми, имеющими неадекватные объемы в разных частях впадины из-за частичного размыва подстилающих осадков, а также выведения тех или иных участков из-под уровня моря во время седиментации.

Автором палинологически детально исследовались разрезы среднего и верхнего эоцена двух скважин, характеризующих второй и третий этап геологического развития Западно-Сибирского бассейна. Полученные результаты частично опубликованы [1 — 3]. Сква. 8 пробурена на юге Омской области в Русско-Полянском районе. Она заложена на южном крыле Омского прогиба и вскрыла средний и верхний эоцен в интервале 208.9—105.9 м. Лютетские отложения в объеме русско-полянских слоев имеют мощность 23.9 м (208.9—85.0 м). Существенно больше мощность тавдинской свиты, отражающей заключительный этап развития морского бассейна — 79.1 м (185.0—105.9). Сква. 9 в районе пос. Чистоозерное Новосибирской области пройдена в ее осевой части.

Возрастные аналоги русско-полянских слоев, которые ранее [1] были включены в объем верхнелюлинворской подсвиты мощностью 16 м, вскрыты в интервале 451—435 м и (зона *Wetzelia articulata* + слои с *Raucilobimorpha-Micrhystridium*). Тавдинская свита в разрезе сква. 9 имеет мощность 162 м (435—273 м). Из разрезов скважин было отобрано 40 проб (сква. 8) и 65 проб (сква. 9). Из них результативных мацератов, пригодных для статистической обработки, оказалось, 34 и 45 соответственно.

Разрез описан и опробован Г. Н. Александровой и В. Н. Беньямовским (ГИН РАН).

Результаты палинологического изучения разрезов

Русско-полянские слои в разрезе сква. 8 образованы тремя пачками, состоящими из светлых зеленовато-серых глин, тонкослоистых, с рассеянными марказитовыми конкрециями в верхней пачке. Слои отделены перерывами от подстилающих и перекрывающих отложений. Контакт с люлинворской свитой проводится по

исчезновению в перекрывающих зеленых глинах кремневого планктона, а кроме того, цист *Wetzelia* cf. *meckelfedensis*, *Dracodinium politum*, *Charlesdownia columba*, свидетельствующих об ипрском возрасте подстилающих слоев. С подошвы русско-полянских слоев появляется в массе рыбный и растительный детрит, а также рассеянный марказит — показатель развивающейся восстановительной обстановки в придонных частях бассейна. Как уже отмечено, объем перерыва в седиментации не адекватен в разных частях бассейна. На южном крыле Омского поднятия он охватывает конец ипра и частично ранний лютет.

В комплексе органикостенного фитопланктона русско-полянских слоев доминируют каватные цисты (Deflandraceae (*Deflandrea oebisfeldensis*, *D. heterophlycta*, *D. arcuata*, *Cerodinium markovae*, *C. speciosum*, *C. sibirica*), *Wetzelia* (*Charlesdownia tenuivirgula*, *Ch. coleothrypta*, *Ch. coleothrypta* subsp. *rotundata*, *Ch. reticulata*, *Ch. crassiramosa*, *Wetzelia articulata*, *W. echinulata*, *W. ovalis*). В некоторых пробах заметную роль играют цисты *Phthanoperidinium* (*Ph. geminatum*, *Ph. stockmansii*, *Ph. multispinosum*). Представители этих групп в сумме составляют от 55 до 70 % состава комплекса, основу которого составляют *Ch. coleothrypta*, *Ch. tenuivirgula*, *D. phosphoritica*, *W. articulata*. В группе прازیнофитов и акритарх постоянно присутствует *Paucilobomorpha triradiata*. В одной из проб встречается *Costocysta bucina* — таксон, характерный для среднего лютета Западной Европы. В количестве менее 10 экземпляров в русско-полянских слоях определено еще не менее 60 таксонов диноцист, половина из которых дана открытой номенклатурой. К наиболее характерным видам относятся: *Areosphaeridium diktyoplokum*, *A. michoudii*, *Cordosphaeridium minima*, *Diphyes brevispinosum*, *Hystrichokolpoma pustulata*, *H. rigaudiae*, *H. salacia*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Palaeocystodinium golzowense*, *Rottneisia borussica*, *Samlandia chlamidophora*, *Selenopemphix nephroides*, *Spinidium* cf. *uncinatum*, *Spiniferites cornutus*, *Systematophora placacantha*, *Thalassiphora fenestrata*, *Th. pelagica*, *Turbiosphaera galatea*, *T. magnifica* и другие.

По наличию многих общих таксонов и присутствию характерных видов — *Wetzelia articulata* и *Systematophora placacantha* нижняя часть пачки зеленых глин в разрезе скв. 9 сопоставляется с зелеными глинами верхней части разреза русско-полянских слоев в скв. 8. Верхние слои в разрезе скв. 9 с остатками прازیнофитов и акритарх (слои *Paucilobomorpha* — *Micrhystridium*), в разрезе скв. 8, расположенной на окраине плиты, не накапливались или позже были размыты.

Органикостенный фитопланктон в русско-полянских слоях преобладает над спорово-пыльцевой составляющей и коэффициент мористости колеблется от 42 до 70 %. Максимальных значений он достигает в средней части верхней из пачек. Здесь диноцисты имеют и максимальное видовое разнообразие (до 60–70 таксонов).

Спорово-пыльцевой комплекс по обилию представителей буковых и присутствию характерных индексирующих видов, а также формальных таксонов: *Rhoipites* sp., *Plicapollis* sp., *Trudopollis* sp., *Tricolporopollenites cingulum*, *Triariopollenites myricoides* и др. принадлежит региональной палинозоне *Castanea crenanataeformis* —

Castanopsis pseudocingulum. Палиноспектры отличаются разнообразием пыльцы теплолюбивых растений, в том числе и субтропических (пальмы, сапотовые, лорантовые, магнолиевые и др.). Некоторое преобладание в спектрах пыльцы голосеменных при равном содержании сосновых и таксодиевых указывает на большую площадь, занятую в лютете морским бассейном и удаленность в лютете места заложения скважины от положения береговой линии. Климат во время накопления русско-полянских слоев был субтропическим, возможно летнесезонным, близким муссонному, судя по присутствию во всех проанализированных пробах пыльцы *Castanopsis* и доминированию мегафоссилий этого растения во флорах лютета Павлодарского Прииртышья [4].

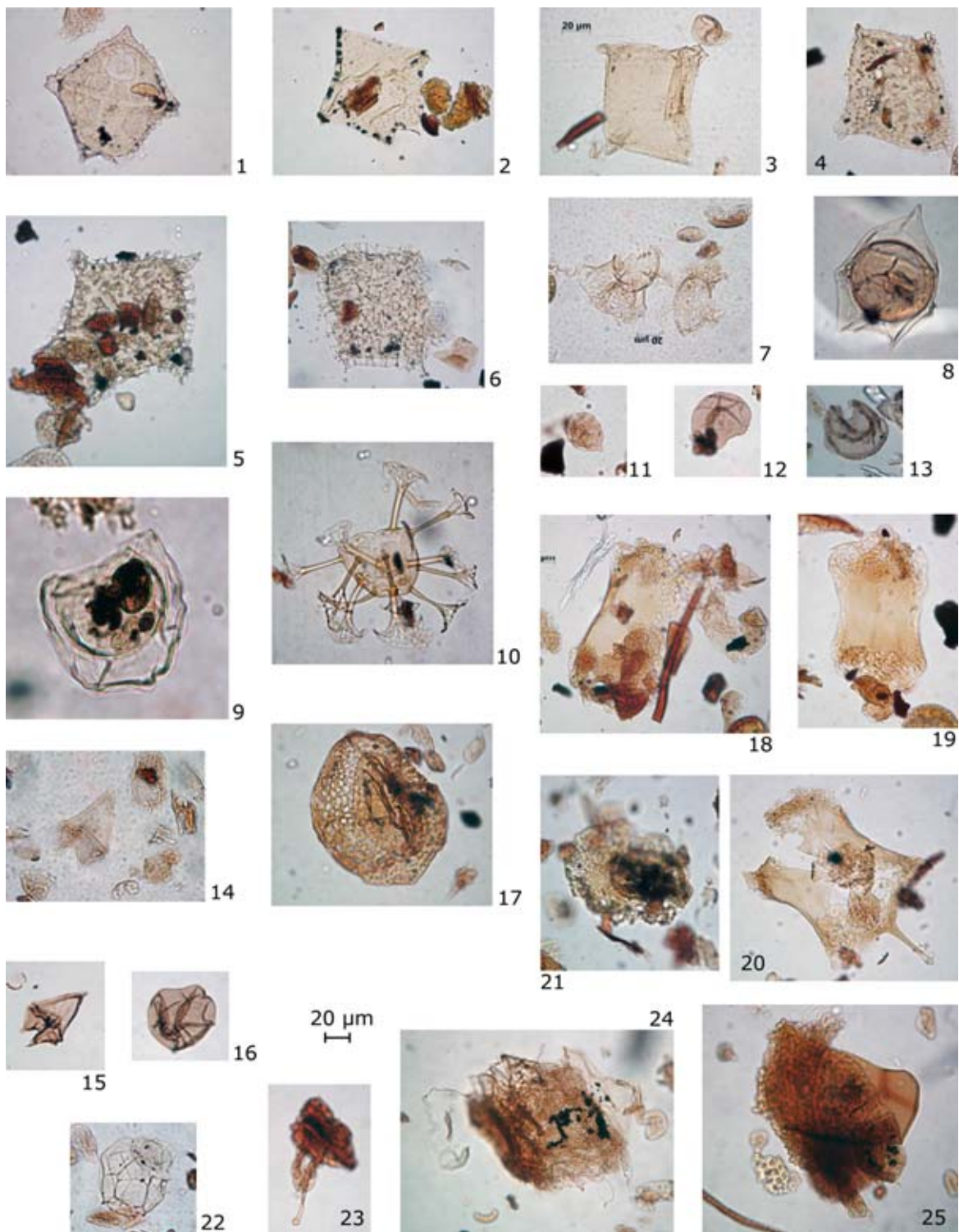
В строении разреза *тавдинской свиты* Омского прогиба отражены две фазы регрессивного и две — трансгрессивного развития морского бассейна, причем последняя трансгрессивная фаза осталась незавершенной. Она быстро сменилась глобальной регрессией гляциологической природы на рубеже эоцена и олигоцена [1].

Объем перерыва в основании тавдинской свиты приходится на пограничный интервал лютета и бартона, при этом в разрезе скв. 8, в отличие от 9, он более значителен, причем хиатус в основном приходится на ранний бартон. На этом уровне наблюдается переход от пачки зеленоватно-серых тонкоотмученных слоистых глин с рассеянным марказитом и его мелкими стяжениями к массивным глинам с крупными марказитовыми и сидеритовыми конкрециями.

Отличительной особенностью палинокомплексов нижнетавдинской подсвиты от русско-полянских слоев является превалирование пыльцы покрытосеменных, особенно буковых, над пыльцой голосеменных, среди которых пыльца таксодиевых несколько преобладает над пыльцой сосновых. Разнообразна пыльца эфедры. В нижнетавдинскую подсвиту не переходит ряд представителей сем. *Wetzelia*, в том числе виды, доминирующие в русско-полянских слоях (*Charlesdownia coleothrypta*, *Ch. coleothrypta rotundata*, *Ch. crassiramosa*, *Wetzelia ovalis*). Сократилось участие *W. tenuivirgula* и *W. echinulata*. Их место заняли появившиеся эндемики *Kisselovia ornata*, *Wetzelia irtyschensis*, *Thalassiphora elongate* (таблица). Другой характерной особенностью состава фитопланктонных спектров является редукция родов *Albertodinium*, *Spinidium*, *Palaeotradinium* и других. Во всех пробах нижней пачки присутствует типовой вид первой половины бартона — *Rhombodinium draco*. Заметную роль в спектрах приобретают виды *Pentadinium*, *Phthanoperidinium*, *Glaphyrocysta*. В спектрах акритарх и прازیнофитов обычно заметно преобладает *Paucilobomorpha triradiata*.

Нижняя треть разреза нижнетавдинской подсвиты характеризуется низким коэффициентом мористости (10–14 %), кроме пробы с гл. 182 м. В этой пробе доминируют ветцелиелловые и дефландровые, а также виды *Phthanoperidinium* и эндемики, отмеченные выше. Установлены цисты *Turbiosphaera galatea*, *T. magnifica*, *Palaeocystodinium golzowense*, *Glaphyrocysta exuberans*, *G. semitecta*, *Impagidium* sp., *Cordosphaeridium* sp.

В спорово-пыльцевых спектрах преобладает пыльца покрытосеменных, причем буковые составляют до 80 %. Разнообразна пыльца термофильных широколи-



Фототаблица (в числителе номер скважин, в знаменителе — глубина отбора проб в метрах)

1. *Kisselovia ornata* Vozzh.; проба 8/182.
- 2–3. *Wetzeliella irtyschensis* Alb.; проба 8/176.
4. *Charlesdowniea clathrata angulosa* (Chateaufeuff et Gr.-Cav.); проба 8/109.
5. *Wetzeliella articulata* Eis.; проба 8/182.
6. *Charlesdowniea crassiramosa* (Williams and Downie) Lentini et Vozzh.; проба 8/185.
7. *Araneosphaera araneosa* Eaton; проба 8/155.5.
8. *Deflandrea phosphoritica* Eis.; проба 8/131.3.
9. *Membranophoridium aspinatum* Gerlach; проба 8/131.3.
10. *Areosphaeridium diktyoplokum* (Klumpff) Eaton; проба 8/109.
11. *Phthanopteridium* sp.; проба 8/136.
12. *Selenopemphix nephroides* Benedek; проба 8/155.5.
13. *Selenopemphix selenoides* Benedek; проба 8/155.5.
14. *Lejeunecysta* sp.; проба 8/155.5.
- 15–16. *Lejeunecysta* spp.; проба 8/131.3.
17. *Thalassiphora microperforata* Helm.-Claus. et Simaey; проба 8/109.
- 18–19. *Thalassiphora elongata* Vassil.; проба 8/176.
20. *Thalassiphora turgaica* sp.n.; проба 8/168.5.
21. *Thalassiphora* sp.; проба 8/131.3.
22. *Hapsocysta* sp.; проба 8/155.5.
23. *Azolla* sp., фрагмент массылы с глохидиями; проба 8/143.7.
24. *Azolla* sp., фрагмент массылы с глохидиями; проба 8/131.3.
25. Фрагмент микроспоры; проба 8/143.7.

ственных, включая вечнозеленые: *Buxus*, *Ilex*, *Hamamelis*, *Corylopsis*, *Fothergilla*, *Rhus*, *Nyssa*, *Magnolia* и др. До 5 % трехбороздной и трехбороздно-поровой пыльцы формальных таксонов. Присутствует пыльца *Rhoipites granulatus*. Климат начала раннетавдинского времени был субтропическим, сезонным с засушливым летом, к середине его он стал менее жарким и более влажным. Палинокомплекс принадлежит региональной зоне *Quercus gracilis* — *Castanea pseudicingulum*. Средняя часть разреза нижнетавдинской подсвиты формировалась на фоне развития трансгрессии. Возросло видовое разнообразие и количество диноцист, а коэффициент мористости увеличился до 25–30 %. По-прежнему доминируют эндемичные виды, появившиеся в начале раннетавдинского времени. Несколькими видами представлены *Phthanoperidinium*, *Glaphyrocysta*, *Homotryblium*, а также группа *Areosphaeridium* — *Enneadocysta*. В верхней из проб интервала найдены цисты *Araneosphaera araneosa*. Этот таксон встречался и в пробах из верхних слоев подсвиты (слои с *Araneosphaera araneosa*), индексирова их. Состав спорово-пыльцевого комплекса не изменился.

Нижняя граница верхнетавдинской подсвиты проводится по подошве пачки, в которой начинают в массе встречаться мега- и микроспоры азолл, а также появляются конъюгаты — свидетели начавшегося опреснения поверхностных вод бассейна. Микроспоры принадлежат двум морфотипам, из которых один — с «парусом» описан Л. И. Кондинской как *Hydropteris indutus*. Встречаются также массы азолл с глосидиями. Мегаспоры тоже принадлежат двум таксонам, один из которых относится к секции *Rhizosperma* по характерному строению «плавательного аппарата» с тремя поплавками в апикальной части мегаспоры, хорошо заметными и на побегах *Azolla* *vega* с сохранившимися сорусами. С подошвы пачки, где впервые были встречены азоллы, начинается вторая регрессивная стадия развития Тавдинского бассейна. Она продолжалась весь период накопления азолловых слоев в интервале 153.0–129 м. Пришедшая на смену трансгрессия достигла максимального развития при формировании верхних слоев тавдинской свиты в интервале 116.3–106 м. В азолловых слоях в некоторых пробах до 56 % состава фитопланктона составляли прازیнофиты и акритархи при доминировании *Crassosphaera*. По мере «приближения» к азолловым слоям в разрезе падает разнообразие диноцист до 8–10 видов, уменьшается коэффициент мористости (до 2–5 %). Что касается количества видов диноцист в самих азолловых слоях, то оно сохраняется на том же уровне (8–10 видов). В палинокомплексе нижней части азолловых слоев доминирует мелкая пыльца дубов, характерная для пали-

нозоны *Quercus gracilis* — *Quercus graciliformis*. Пыльца *Castanea* и *Castanopsis* редуцирует, уступая место пыльце *Quercus*, и этот уровень смены условно принят за границу бартона и приабона. В верхней части азолловых слоев преобладание в спектрах *Azolla* перестает быть доминирующим, снижаясь до 45 %. Теряют значение каватные цисты и исчезают эндемики, становится меньше прازیнофитов и акритарх. Типовой вид приабона — *Charlesdowniea clathrata angulosa* появляется только в надалловых слоях на гл. 115 м по мере развития трансгрессии. Значительно большее значение приобретают цисты родов *Lejeunecysta*, *Selenopemphix* и *Glaphyrocysta*. В спорово-пыльцевом спектре пыльца голосеменных лишь незначительно уступает покрытосеменным. Сокращается количество и разнообразие пыльцы термофильных широколиственных. Климат при формировании надалловых слоев становится умеренно-теплым и более влажным.

Терминальный интервал морского разреза отличается ростом коэффициента мористости (до 30 %) и количества пыльцы термофильных широколиственных, отражая потепление и увлажнение климата. Пыльца дубов в сумме уступает пыльце других сережкоцветных и гаммелевым. Больше стало пыльцы таксодиевых.

Формирование азолловых и надалловых слоев тавдинской свиты происходило по-прежнему при сохранении связей внутреннего бассейна с Туранским морем. Этот механизм формирования слоев с азолла на Западно-Сибирской плите, в условиях осложнения связей с открытым океаном, сходно с формированием азолловых слоев на рубеже раннего и среднего эоцена на хребте Ломоносова в период нарушения связей Арктического бассейна с Западно-Сибирским.

Работа поддержана грантом РФФИ 11-05-00431 и госконтрактом № 16.740.11.0050.

Литература

1. Ахметьев М. А., Александрова Г. Н., Беньямовский В. Н., Витухин Д. И. и др. Новые данные по морскому палеогену юга Западно-Сибирской плиты. Статья 1 // Стратиграфия. Геол. корреляция, 2004. Т. 12. № 1. С. 67–93.
2. Ахметьев М. А., Запорожец Н. И. Формирование слоев с *Azolla* на рубеже среднего и позднего эоцена в результате опреснения поверхностных вод в Тавдинском морском бассейне Западной Сибири // Палеострат—2010. М.: ПИН РАН, 2011. С. 12–13.
3. Ахметьев М. А., Запорожец Н. И., Яковлева А. И., Александрова Г. Н. и др. Сравнительный анализ разрезов и биоты морского палеогена Западной Сибири и Арктики // Стратиграфия. Геол. корреляция, 2010. Т. 18. № 6. С. 78–103.
4. Макулбеков Н. М. Эоценовая флора северного Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1972. 177 с.

ДИНАМИКА ПРИРОДНЫХ ОБСТАНОВОК В ПОЗДНЕЛЕДНИКОВЬЕ И ГОЛОЦЕНЕ БЕЛАРУСИ ПО ДАННЫМ ИЗУЧЕНИЯ ОСАДКОВ ОЗЕРА СЕРГЕЕВСКОГО

В. П. Зерницкая¹, Н. А. Махнач²

¹Институт природопользования НАН Беларуси, Минск; vzern@nature.basnet.by

²Белорусский научно-исследовательский геологоразведочный институт, Минск; nmahnach@igig.org.by

Реконструкция природных обстановок позднеледниковья-голоцена основана на литологических, изотопно-геохимических, палинологических и хронометрических исследованиях пятиметровой толщи карбонатных отложений озера Сергеевского (53°30'40" с. ш., 27°45'40" в. д.). Осадки нижнего дриаса диагностируются по изобилию трав и *Betula*, присутствию кустарниковых разновидностей сосны, ольхи и березы (зона NAP—*Betula*). В интервале между беллингом и аллередом отмечен значительный отрицательный пик $\delta^{18}\text{O}$. В пыльцевых спектрах ему соответствует увеличение роли березы. Вероятно, эти данные отражают холодные и влажные условия среднего дриаса (зона *Betula—Pinus*), или эпизод деградации вечной мерзлоты. Аллеред распознается как теплый и сухой этап (зона *Pinus—Betula*, позитивные пики $\delta^{18}\text{O}$ и $\delta^{13}\text{C}$). Климат DR-3 (зона NAP—*Picea*) был холодный без заметных признаков аридности (негативные пики $\delta^{18}\text{O}$ и $\delta^{13}\text{C}$). Пыльцевые и изотопные данные фиксируют эпизод деградации вечной мерзлоты на границе позднеледниковья и голоцена. Пребореал (зона *Betula*) интерпретируется как относительно сухая климатическая фаза. В бореале (зона *Pinus—Betula—Q.m*) выявлен тренд потепления, который прерывается кратковременным похолоданием около 8200 кал. л. н. В середине атлантического периода (зона *Ulmus—Quercus—Tilia—Corylus—Alnus*) на основании изотопных данных выделен относительно холодный и/или влажный этап. Переход к суббореалу (зона *Picea—Quercus—Carpinus*) отмечен изменениями растительности и отрицательными пиками $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{13}\text{C}$ (изменения климатических и/или гидрологических условий). В субатлантических осадках (зона *Pinus—Betula—Picea—NAP*) палинологические свидетельства антропогенного влияния на растительность синхронны литологическим и изотопным индикаторам антропогенного эвтрофирования озера, которые выраженные в трендах понижения $\delta^{18}\text{O}$ и $\delta^{13}\text{C}$.

Введение. Озеро Сергеевское (53°30'40" с. ш., 27°45'40" в. д., 166.2 м н. у. м.), реликт некогда более крупного водоема, находится в 40 км к юго-юго-востоку от г. Минска в пределах Центрально-Березинской водно-ледниковой равнины. Площадь Сергеевского 2.75 км², глубина 7.5 м. Озеро слабопроточное и почти по всему периметру окружено обширными торфяными болотами. В соответствии с геоботаническим районированием Беларуси, объект исследования расположен на границе двух подзон — дубово-темнохвойных южнотаежных и грабово-дубово-темнохвойных подтаежных лесов.

Методы исследования. Образцы для палинологических, изотопно-геохимических ($\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{18}\text{O}$ кальция) и радиоуглеродных исследований были отобраны сплошной колонкой через 2–5 см. Процентное содержание органического вещества (ОВ) определено по потере веса после прокалывания в течение 2 часов при 350 °С. Радиоуглеродные датировки по органическому веществу выполнены в Киевской радиоуглеродной лаборатории. Калибрование дат осуществлялось при помощи компьютерной программы INTCAL-98. При интерпретации датировок принималось во внимание то, что возрастные оценки, полученные по органическому веществу карбонатных осадков, могут быть удревлены вследствие эффекта жесткой воды.

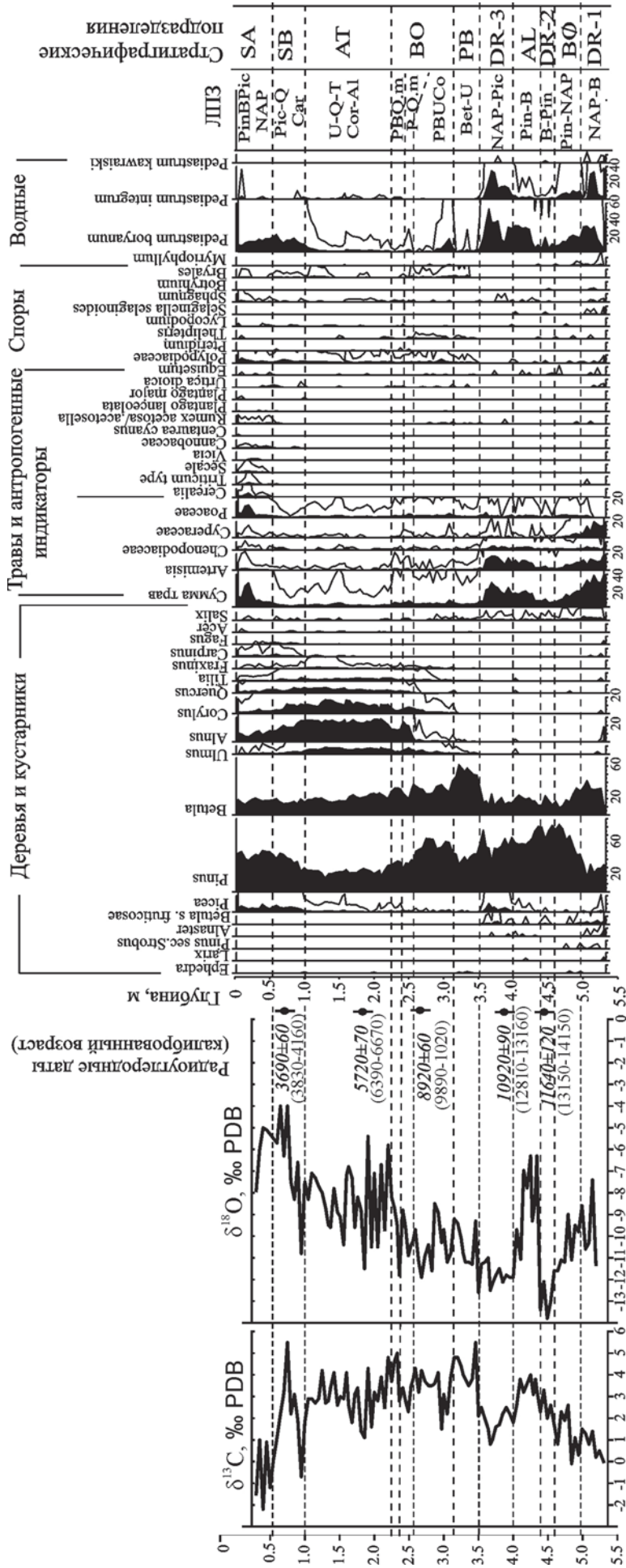
Интерпретация результатов и характеристика палеоклиматических этапов. Изученная толща представлена: черным органическим бескарбонатным сапропелем (0–0.25 м); темно-коричневым карбонатным сапропелем (0.25–0.95 м); светло-серым, местами почти белым, озерным мелом и мергелем (0.95–5.25 м); светло-серым мелко- и среднезернистым слабокарбонатным песком (5.25–5.30 м). Содержание ОВ варьирует от 0 % (в песках) до 78 % вблизи поверхности залежи [1]. В интервале глубин 25–350 см содержание кальция в

зольном остатке составляет более 90–97 %. Ниже доля обломочной примеси увеличивается за счет глины. Совместное рассмотрение палинологических, изотопно-геохимических и радиоуглеродных данных (см. рисунок) позволило сопоставить изменения растительности, климата и предложить картину динамики природных обстановок.

Этап раннего дриаса (DR-1, 15000–14700 кал. л. н.), локальная зона NAP—*Betula*. В группе пыльцы древесных растений доминирует *Betula*; в составе трав (NAP — 40 %) преобладает *Artemisia*, Суретасеае; относительно обильны: *Salix*, *Pinus sec.*, *Strobilus*, *Alnaster*, *Betula nana*, *Selaginella selaginoides*, *Pediastrum*. В составе карбонатов значительная роль принадлежит обломочным зернам, поэтому величины $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{18}\text{O}$ мало информативны в палеоклиматическом отношении. Исходя из особенности пыльцевых спектров можно сказать, что в раннем дриасе на окружающей территории господствовали перигляциальные тундрово-степные ландшафты с островными участками кустарниковых и древовидных сообществ из березы и сосны.

Беллинский этап (ВШ, 14700–14100 кал. л. н.), локальная зона *Pinus—NAP*. Доминирующая роль среди пыльцы древесных растений переходит к *Pinus*, прослеживается уменьшение концентрации пыльцы трав, *Salix* и водорослей *Pediastrum*; наблюдаются тренды понижения $\delta^{18}\text{O}$ и повышения $\delta^{13}\text{C}$. Такие колебания могут объясняться увеличением глубины и проточности (тренд $\delta^{18}\text{O}$), а также ростом трофического статуса озера (тренд $\delta^{13}\text{C}$). В течение беллингского потепления господствовали лесотундровые ландшафты.

Этап среднего дриаса (DR-2, 14100–13800 кал. л. н.), локальная зона *Betula—Pinus*. В отложениях отмечен значительный отрицательный пик $\delta^{18}\text{O}$, который отражает кратковременное похолодание между беллин-



Словов-пыльцевые спектры и соотношение стабильных изотопов углерода и кислорода в карбонатных отложениях озера Сергеевского

Стратиграфические подразделения

ЛПЗ
PinPic, NAP, Pic-Q, Cal, U-Q-T, Cor-AI, PBO in, P-Q in, PBOCo, Bet-U, NAP-Pic, Pin-B, B-Pin, Pin-NAP, NAP-B

Водные

Спores

Травы и антропогенные индикаторы

Деревья и кустарники

Радиоуглеродные даты (калиброванный возраст)

гом и аллередом. В пыльцевых спектрах этому пику соответствует увеличение доли пыльцы березы на фоне доминирования пыльцы сосны. Нижняя хронологическая граница 13150–14150 кал. л. н. (11640 ± 120 условных ^{14}C л. н.) в принципе соответствует датировке среднего дриаса в разрезах Гренландских ледников, где соответствующий пик $\delta^{18}\text{O}$ локализован на уровне ~ 14000 кал. л. н. [3]. Климат этого времени был влажным, точнее разница между количествами атмосферных осадков и испаряющейся воды была значительной. Прибрежные пространства были затоплены, что объясняет дефицит пыльцы трав. Малая доля *Pediastrum* и рост значений ОВ до 30 % (глубоководная фация) могут индизировать большую глубину бассейна. В лесотундровых ландшафтах среднего дриаса возросла роль березы.

Аллередский этап (AL, 13900–12800 кал. л. н.), локальная зона *Pinus–Betula*. Изотопно-геохимические и палинологические характеристики осадка заметно меняются. Регистрируются сильно выраженные положительные пики $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{18}\text{O}$. В пыльцевых спектрах господствует *Pinus*. Этот теплый этап позднеледниковья характеризовался малой разницей между количествами атмосферных осадков и испаряющейся воды. В конце этапа фиксируется похолодание (отрицательный пик $\delta^{18}\text{O}$), которое отразилось в увеличении ролей трав и березы, появлении пыльцы *Picea*. Отложения с представленными спектрами залегают ниже даты 10920 ± 120 ^{14}C л. н., (12810–13160 кал. л. н.), что вероятно, может соответствовать эпизоду похолодания около 13000 кал. л. н. (т. н. осцилляция Герцензее) в разрезах Гренландских ледников. В целом климат аллереда был теплый и сухой, а растительный покров был представлен открытыми сосновыми с березой лесами.

Этап позднего дриаса (DR-3, 11500–12800 кал. л. н.), локальная зона NAP–*Picea*. В пыльцевой диаграмме отмечаются единичные зерна *Alnaster*, постоянное присутствие *Betula nana*, явная «вспышка» *Picea* (до 10.6 %), существенное преобладание *Pinus* над *Betula*, высокое содержание пыльцы трав (30 %). На характерном участке разреза локализованы широкие четко ограниченные отрицательные пики в кривых $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{18}\text{O}$, что указывает на низкие температуры воздуха и отсутствие свидетельств аридности климата стадиала. Отрицательный тренд $\delta^{13}\text{C}$ может быть обусловлен аградацией вечной мерзлоты с сопутствующим ослаблением инфильтрации на водосборной площади и усиленным притоком поверхностных вод. Высокое содержание пыльцы трав обязано не сухости климата, а низким температурам, о чем свидетельствует пик пыльцы ели в этом же горизонте. Растительный покров окружающей территории был представлен мозаичным сочетанием лесных (елово-березово-сосновые леса) и лесотундровых ландшафтов. Дата 12810–13160 кал. л. н. (10920 ± 90 условных ^{14}C л. н.), по-видимому, несколько удревнена в связи с эффектом жесткой воды, хотя верхняя граница диапазона калиброванной даты может соответствовать началу аллереда. Переход к голоцену отмечается резким сдвигом обеих изотопных кривых в сторону более высоких значений $\delta^{18}\text{O}$ и ^{13}C . На границе позднеледниковья и голоцена (глубина 3.50 м) фиксируется эпизод деградация вечной мерзлоты (узкие положительные изотопные пики).

Пребореальный этап (PB, ~ 10200 –11500 кал. л. н.), локальная зона *Betula–Ulmus*. В составе пыльцы древесной растительности доминирует береза, фиксируется постоянное присутствие вяза. Нижняя граница этапа подчеркивается резким падением долей трав, *Picea*, *Salix*, водорослей *Pediastrum*. Между $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{18}\text{O}$ наблюдается ковариация. Последняя особенность, по-видимому, указывает на обусловленность изотопного состава гидрологическими причинами: положительные пики $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{18}\text{O}$ отражают наиболее сухие климатические эпизоды в пределах относительно сухого пребореала. Потепление климат, исчезновение вечной мерзлоты и падение уровня грунтовых вод способствовали деградации ели и увеличению роли березы — основного конкурента за почвенную влагу. На окружающей территории распространились березовые и сосново-березовые леса.

Бореальный этап (BO, ~ 8800 –10200 кал. л. н.), локальная зона *Pinus–Betula–Q.m.* (*Ulmus–Corylus–Alnus–Quercus–Fraxinus*). Палиноспектры характеризуются поэтапным появлением пыльцы широколиственных пород, а нижняя граница проводится по началу рациональной кривой *Corylus*. В бореале складываются благоприятные условия для распространения теплолюбивых деревьев, а также ольхи и орешника. Совпадало ли повышение роли широколиственных пород с повышением температур можно проследить по синхронности-асинхронности палинологических и изотопных свидетельств климатических изменений. Как видно из рисунка, тенденции роста *Q. mixtum* и *Alnus* параллельны тренду повышения $\delta^{18}\text{O}$ на глубине 3.10–2.70 м. Однако с глубины 2.60 м отмечен тренд падения $\delta^{18}\text{O}$, который заканчивается узким отрицательным пиком $\delta^{18}\text{O}$ в интервале глубин 2.40–2.30 м. Синхронно с последним пиком в пыльцевой диаграмме наблюдается узкий участок пониженных значений *Ulmus*, *Corylus*, *Alnus* с малой «вспышкой» *Betula*, *Picea*, трав (холодный эпизод). После отрицательного изотопно-кислородного пика отмечается резкий, но довольно длительный сдвиг $\delta^{18}\text{O}$ в сторону более высоких значений (выше 2.25 м). Подобный тренд, начинающийся сильным отрицательным пиком и завершающийся выраженным положительным пиком, наблюдается в изотопно-кислородных кривых ряда белорусских разрезов [2], а также в изотопно-кислородных летописях скважин GRIP и GISP 2 гренландских ледников. На наш взгляд, этот отрицательный сдвиг $\delta^{18}\text{O}$ в конце бореального этапа, может соответствовать только широко известному холодному событию 8200 кал. л. н, а следующий за ним положительный пик, началу термического максимума голоцена [4]. Дата 9890–10220 кал. л. н. (8920 ± 60 условных ^{14}C л. н.) соответствующая началу бореального периода оказывается удревненной минимум на 900–1000 лет. На особенно влажные эпизоды бореала указывают отрицательные пики $\delta^{13}\text{C}$ в его начале и конце. На водосборной территории господствовали лиственно-сосновые лесов, по берегам озера широко распространилась ольха.

Атлантический этап (AT, ~ 5800 –8800 кал. л. н.), локальная зона *Ulmus–Quercus–Tilia–Corylus–Alnus*. Осадки с максимальной концентрацией пыльцы широколиственных пород (вплоть до спада содержания *Ulmus*) залегают на глубине 2.20–1.00 м. На основании палинологических критериев именно этот интервал может быть

соотнесен с термическим максимумом голоцена. В начале атлантического этапа повышение значений $\delta^{18}\text{O}$ (до -5‰) обусловлено главным образом повышением температуры воздуха. В то же время, судя по конфигурации $\delta^{13}\text{C}$ кривой, уровень и проточность озера в самом начале атлантики понизились по сравнению с предшествующей частью бореала. На атлантическом отрезке (2.20–1.0 м) наблюдается ковариация обеих изотопных величин (косвенный признак роли гидрологического фактора изменения $\delta^{18}\text{O}$), поэтому особенности изотопных кривых интерпретируются неоднозначно. Они показывают лишь то, что климатические условия ранней и поздней частей атлантики были теплее и/или суше, чем ее средней части. Несмотря на возможное удревление возраста, дата 6390–6670 кал. л. н. (5720 ± 70 условных ^{14}C л. н.) в принципе соответствует середине атлантического этапа. В целом, в атлантике были распространены широколиственные и сосново-широколиственные (вяз, дуб, липа) леса, а прилегающая к озеру территория была покрыта ольховым лесом с примесью березы и ясеня.

Суббореальный этап (SB, ~ 2800–5800 кал. л. н.), локальная зона *Picea–Quercus–Carpinus*. В пыльцевых спектрах отмечены отчетливые тренды сокращения пыльцы широколиственных пород (вяза, ясеня, липа), *Alnus* и *Corylus*, доминирование *Pinus*, возрастание содержания *Picea*, появление *Carpinus*, находки *Fagus*. Согласно традиционному пыльцевому зонированию в суббореале Беларуси выделяется три подэтапа, при этом SB-1 и SB-3 характеризуются более холодным и влажным климатом. В пыльцевых спектрах описываемого разреза подразделения суббореала не прослеживаются. В то же время, на переходе (0.95–1.00 м) к суббореальным отложениям фиксируются значительные отрицательные пики $\delta^{18}\text{O}$ и $\delta^{13}\text{C}$, которые синхронны существенным изменениям в пыльцевом составе и подчеркивают «сбой» в климатических и/или гидрологических условиях, что, возможно, отражает похолодание климата. В интервале 0.70–0.80 м выявлены положительные пики $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{18}\text{O}$, возрастает концентрация ОВ (до 68 %) и содержание водорослей *Pediastrum boryanum*. Резкий сдвиг $\delta^{18}\text{O}$ кривой в сторону весьма высоких значений (до -4‰) не может объясняться только температурными причинами и, очевидно, связан с уменьшением глубины озера в результате заполнения котловины осадками и с сопутствующей активизацией испарения воды. Этот этап кажущегося «потепления» датируется возрастом 3830–4160 кал. л. н. (3690 ± 60 условных ^{14}C л. н.), который, возможно, удревлен на ~ 500 лет. В конце периода выявлен новый тренд понижения $\delta^{18}\text{O}$ и $\delta^{13}\text{C}$. В суббореальное время началось формирование современной подзоны грабово-дубово-темнохвойных лесов. На прибрежных к озеру территориях росла ольха.

Субатлантический этап (SA, современность–2800 кал. л. н.), локальная зона *Pinus–Betula–Picea–NAP*. Граница между суббореальной и субатлантической частями разреза проведена на уровне повышения роли пыльцы трав, подъема значений сосны и березы, дальнейшего сокращения доли широколиственных пород. В субатлантических отложениях начинают регистрироваться палинологические признаки антропогенного воздействия на растительность: *Rumex acetosae/acetosella*, *Sanabaceae*, *Poaceae*, *Cerealia*, *Secale*, *Triticum* и др. При-

мечательно, что пыльцевые индикаторы антропогенного влияния появляются синхронно со скачкообразным повышением доли ОВ (от 68 до 78 %) в осадке (антропогенное эвтрофирование) и с наиболее резким смещением значений $\delta^{18}\text{O}$ и $\delta^{13}\text{C}$ в отрицательную сторону. На глубине 25 см величина $\delta^{18}\text{O}$ уменьшается до -8‰ , а величина $\delta^{13}\text{C}$ до $\sim -2\text{‰}$ (минимум для всего разреза). Сходные изотопные тенденции, выявленные в осадках германских озер Арендзее и Балдеггерзее [5], объясняются значительным расширением сезона «цветения» воды в связи с ускоренным антропогенным эвтрофированием. На завершающем этапе голоцена в растительном покрове доминируют смешанные березово-хвойные с участием широколиственных пород леса.

Закключение. Комплексное исследование озерных отложений позволило реконструировать картину временной динамики природных обстановок позднеледниковья–голоцена.

Осадки ранних этапов позднеледниковья диагностируются по обилию трав, присутствию кустарниковых видов сосны, ольхи и березы. Влажные и холодные условия среднего дриаса отмечены значительным отрицательным пиком $\delta^{18}\text{O}$, а в пыльцевых спектрах лишь незначительным увеличением роли березы. Теплая и сухая фаза аллерда характеризуется господством сосны и положительными пиками $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{13}\text{C}$. Холодный поздний дриас без признаков аридности обозначен распространением ели и трав, а в изотопно-геохимических характеристиках — отрицательными пиками $\delta^{18}\text{O}$ и $\delta^{13}\text{C}$. Пребореальный период с максимумом березы в составе растительности интерпретируется как относительно сухая климатическая фаза. В ВО на фоне активной экспансии теплолюбивых деревьев (вяза, дуба, ольхи, орешника) выявлен тренд потепления, который прерывается кратковременным похолоданием близ границы с атлантическим периодом (событие 8200 кал. л. н.). В атлантическом периоде, середина климатического оптимума была холоднее и/или влажнее ее раннего и позднего этапов. Переход к суббореалу регистрируется спадом роли вяза, экспансией ели и граба, а также по отрицательным пикам $\delta^{18}\text{O}$ и $\delta^{13}\text{C}$ («сбой» в климатических и/или гидрологических условиях). В субатлантическом периоде на фоне присутствия пыльцы, индицирующей освоение водосбора человеком, прослеживаются эффекты антропогенного эвтрофирования озера, выраженные в трендах понижения $\delta^{18}\text{O}$ и $\delta^{13}\text{C}$ и повышении содержания ОВ.

Работа выполнена благодаря финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (грант Х10МС-001).

Литература

1. Махнач Н. А., Зерницкая В. П., Колосов И. Л. Стабильные изотопы углерода и кислорода и спорово-пыльцевые спектры в позднеледниково-голоценовых карбонатных осадках озера Сергеевского (Беларусь) // Литасфера. 2009. № 1 (30). С. 103–114.
2. Махнач Н. А., Зерницкая В. П. Климатические изменения в позднеледниковье–голоцене Беларуси (по данным изотопно-геохимического исследования аутигенного озерного кальцита) // Веснік Брэсцкага ўніверсітэта. Сер. 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб Зямлі. 2010. № 2. С. 81–94.

3. *Stuiver M., Grootes P. M., Braziunas T. F.* The GISP 2 $\delta^{18}\text{O}$ climate record of the past 16.500 years and the role of the sun, ocean and volcanoes // *Quaternary Research*. 1995. V. 44. P. 341–354.

4. The Greenland summit ice cores CD-rom. Available from the National Snow and Ice Data Center, University of Colorado

at Boulder, and the World Data Center – A for Paleoclimatology, National Geophysical Data Center, Boulder, Colorado, 1997.

5. *Teranes J. L., Mckenzie A., Lotter A. F., Sturm M.* Stable isotope response to lake eutrophication: Calibration of a high-resolution lacustrine sequence from Baldeggersee, Switzerland // *Limnol. Oceanogr.* 1999. V. 44. P. 320–333.

ПАЛИНОСТРАТИГРАФИЯ ПОЗДНЕЛЕДНИКОВЫХ И ГОЛОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БЕЛАРУСИ

В. П. Зерницкая

Институт природопользования, НАН Беларуси, Минск; vzern@nature.basnet.by

В статье представлена палиностратиграфия позднеледниковых и голоценовых осадков Беларуси. Впервые выделены региональные подразделения с собственными названиями: позднеледниковые отложения включены в нарочанский подгоризонт (pz-n) поозерского горизонта (IIIprz), а аккумуляции современного межледниковья (Н1) выделены как судобльский горизонт (sd). Региональные пыльцевые зоны (РПЗ) характеризующие изученные отложения имеют геохронологическую привязку на основе радиоуглеродного датирования и коррелируются с общепринятыми подразделениями позднеледниковья и голоцена Европы. Так, осадки нарочанского подгоризонта pz-n1 (РПЗ NAP–*Betula–Pinus*), pz-n3 (РПЗ *Pinus–Betula–NAP*), pz-n5 (РПЗ *Picea–NAP*) сопоставляются с холодными стадиями дриаса (DR-1, DR-2, DR-3); а pz-n2 (РПЗ *Betula=Pinus–NAP*) и pz-n4 (РПЗ *Pinus*) — с интерстадиями — беллинга (BØ) и аллереда (AL). Отложениям судобльского горизонта соответствуют: sd I — пребореальному (PB, РПЗ — *Betula*), sd II — бореальному (BO, РПЗ *Pinus–Betula–Corylus*), sd III — атлантическому (AT, РПЗ *Ulmus–Quercus–Tilia–Fraxinus–Corylus–Alnus*), sd IV — суббореальному (SB, РПЗ *Picea–Pinus–Quercus–Carpinus*) и sd V — субатлантическому (SA, РПЗ *Pinus–Picea–Betula–NAP*) периодам, которые в свою очередь подразделяются на более мелкие этапы. В схеме представлена также корреляция местных палиностратиграфических подразделений для северного и южного районов Беларуси.

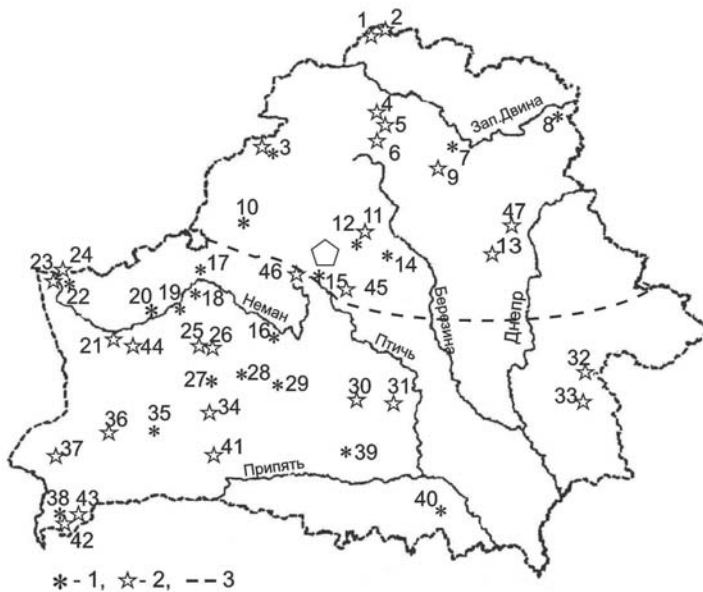
Введение. Новые данные, полученные при изучении позднеледниковых и голоценовых отложений Беларуси геологическими, палеоботаническими и физико-химическими методами в течение последних десятилетий, позволили разработать новую стратиграфическую схему расчленения этой толщи. Полный вариант схемы (хронологическая шкала — радиоуглеродная и калиброванная, палеофлористические и палеофаунистические характеристики стратиграфических подразделений, этапы накопления различных генетических типов осадков, изотопы $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{18}\text{O}$ для почти полного разреза позднеледниковья–голоцена) был опубликован в 2010 г. [1]. В данном сообщении представлены палиностратиграфические характеристики основных этапов послеледникового осадконакопления.

Фактический материал, общая стратиграфическая шкала и региональные пыльцевые зоны. Региональные пыльцевые зоны выделены на основе анализа более чем 200 пыльцевых диаграмм, при этом руководящими были 47 разрезов, обеспеченных как пыльцевыми, так и радиоуглеродными данными (см. рисунок). Кроме этого, в разрезах Оконо, Теклица, Мощное, Птичь, Адров, Нарочь, Сергеевское, были проведены изотопно-геохимические исследования [2].

В соответствии с общей стратиграфической шкалой отложения, накопившиеся в течение последних 10.0 тыс. л. н. (условных радиоуглеродных л. н.), относятся к началу нижнего подотдела голоценового отдела четвертичной системы. Подстилаются эти аккумуляции позднеледниковыми осадками верхнего подотдела плей-

стоцена, сформировавшимися ~ 14.0–10.0 тыс. л. н. (см. таблицу). В предложенной региональной стратиграфической схеме верхняя часть поозерского (валдайского) горизонта (IIIprz) выделяется как нарочанский подгоризонт (pz-n), а отложения нижнего подотдела голоцена (Н1) — как межледниковый судобльский горизонт (sd).

На основе хронологии (условный ^{14}C возраст) нарочанских и судобльских осадков можно провести корреляцию между подразделениями региональной схемы Беларуси и общепринятыми подразделениями позднеледниковья и голоцена сопредельных территорий (см. таблицу). Так, осадки нарочанского подгоризонта сопоставляются: pz-n1, pz-n3, pz-n5 — с холодными стадиями дриаса (OL D — 14.0–12.8 тыс. л. н.; OD — 12.1–11.8 тыс. л. н.; YD — 10.9–10.2 тыс. л. н.); а pz-n2 и pz-n4 с интерстадиями — беллинга (BØ — 12.8–12.1 тыс. л. н.) и аллереда (AL — 11.8–10.9 тыс. л. н.). Отложения судобльского горизонта соответствуют: sd I — пребореальному (PB — 10.2–9.0 тыс. л. н.), sd II — бореальному (BO — 9.0–7.8 тыс. л. н.), sd III — атлантическому (AT — 7.8–5.0 тыс. л. н.), sd IV — суббореальному (SB — 5.0–2.7 тыс. л. н.) и sd V — субатлантическому (SA — 2.7–0 тыс. л. н.) периодам, которые в свою очередь подразделяются на более мелкие этапы (см. таблицу). Выделенные периоды имеют четкую палинологическую характеристику и могут диагностироваться в других разрезах страны при отсутствии датировок. Кроме этого, в пределах Беларуси выделяется два палинологических района (северный и южный), кото-



Карта-схема размещения разрезов, обеспеченных радиоуглеродными и пыльцевыми данными.

1 — разрезы, изученные в 1970–1990-х годах; 2 — разрезы, изученные в 1990–2009-х годах; 3 — граница между северным и южным палинологическими районами. Названия разрезов: 1 — Освея, 2 — Церковное (Ракович, Зерницкая, 2004); 3 — Нарочь (Махнач, 1971; Зерницкая и др., 2010); 4 — Лозовики, 5 — Долгое (Зерницкая и др., 2001); 6 — Межужол (Зерницкая, Колковский, 2003); 7 — Кривое (Еловичева, 1993); 8 — Волосово (Санько, 1987); 9 — Теклиц (Симакова, 2002); 10 — Кобузи (Богдель, 1984); 11, 12 — Защень (Зерницкая и др., 2001); 13 — Неропля (Махнач и др., 2009а); 14 — Судoble (Богдель и др., 1983); 15 — Птичь (Makhnach et al., 2000); 16 — Н. Сержень, 17 — Морино, 18 — Кремушовка, 19 — Огородники, 20 — Латыши (Вознячук, Вальчик, 1987); 21 — Подбораны (Каліцкі, Зярніцкая, 2000); 22 — Гожа (Вознячук, Вальчик, 1987); 23 — Ройстэ (Kalicki et al., 2002); 24 — Луковица (Каліцкі, Зярніцкая, 2000); 25 — Калдычевское (Богдель и др., 1983); 26 — Старые Войковичи (Яловичава і ішн., 2000); 27 — Новоселки (Zernickaја, 1996); 28 — Чернихово (Matveev et al., 1993); 29 — Ганцевичи (Zernickaја, 1996); 30 — Вечера-1, 31 — Вечера-2 (Kryval'cevic, Simakova, 2004); 32 — Присна, 33 — Новоселки на р. Сож (Санько і ішн., 2000); 34 — Бобровицкое (Zernitskaја, Mikhailov, 2009); 35 — Здитово (Зерницкая, Симакова и др., 2001); 36 — Ясельда (данные Г. И. Симаковой); 37 — Глинница (данные В. П. Зерницкой); 38 — Олтушское (Tagasov et al., 1996); 39 — Червоное (Еловичева, 1993); 40 — Верхи (Зерницкая, 1986); 41 — Иванисовка (Зерницкая, Матвеев, 2010); 42 — Ореховское (Simakova et al., 2007); 43 — Дворищанское (Zernitskaја, Mikhailov, 2009); 44 — Пески (Kalicki et al., 2004); 45 — Сергеевское (Махнач и др., 2009); 46 — Мощеное (Махнач, 1997); 47 — Адров (Makhnach et al., 2007), 48 — Песчаное (Зерницкая, 2000)

рые различаются пыльцевой характеристикой послеледниковых аккумуляций (см. рисунок).

Раннедриасовый стадиал (DR-1, слой pz-n1, региональная зона NAP—*Betula*—*Salix*—*Pinus*) датирован в отложениях озер Долгое, Лозовики, Нарочь, Сергеевское, Неропля и др. Осадки нижнего дриаса характеризуются малой концентрацией пыльцевого материала, в составе которого доминируют: травы (30–60 %); береза, сосна и их кустарниковые разновидности; ива. Следует отметить, что на этом этапе значительной разницы в индикации отложений между северным и южным районами не выявлено.

Беллинский интерстадиал (BØ, слой pz-n2, региональная зона *Betula*=*Pinus*). В осадках увеличивается содержание пыльцы при этом, возрастает доля сосны и древовидных форм березы, сокращается роль трав. Изменения в структуре пыльцевых спектров прослеживаются в отложениях интерстадиала по всей территории страны.

Среднедриасовый стадиал (DR-2, слой pz-n3, региональная зона *Pinus*—*Betula*—NAP). Кратковременное похолодание среднего дриаса редко распознается в литологических и палинологических архивах, однако диагностируется в изотопные кривых $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{18}\text{O}$ [2]. В большинстве случаев, при расчленении отложений позднеледниковья, пыльцевые зоны беллинга и аллереда совмещены. Тем не менее, в ряде разрезов (Сергеевское, Долгое, Селяхи, Луковица, Новято и др.) осадки

среднего дриаса обозначены небольшим ростом значительной пыльцы березы и/или трав.

Аллередский интерстадиал (AL, слой pz-n4, региональная зона *Pinus*). Аккумуляции, сформированные в течение аллередского времени индицируются по максимальному содержанию пыльцы сосны. В отложениях завершающего этапа (pz-n4 c) увеличивается количество пыльцы ели (северный палинологический район, разрезы: Долгое, Межужол, Церковное, Судoble, Сергеевское и др.) и березы (южный палинологический район, разрезы: Селяхи, Иванисовка, Колдычевское, Дворищанское и др.).

Позднедриасовый стадиал (DR-3, слой pz-n5, региональная зона *Picea*—NAP). Осадки верхнего дриаса имеют отчетливую палинологическую, литологическую и изотопно-геохимическую специфику, которая характеризует значительное похолодание климата [2].

В разрезах, расположенных в пределах северного и в большей части южного (центральные регионы страны) районов, позднедриасовый слой выделяется по «нижнему» максимуму пыльцы ели (до 60 % в разрезе Долгое) и трав (до 30 %, доминирует *Artemisia*). В южных регионах (бассейн р. Припять) они маркируются ростом значений пыльцы березы, ивы (*Salix*) и трав.

Пребореальный период (PB, слой sd-I, региональная зона *Betula*). Отложения этого времени выделены по господству пыльцы березы (до 60 %). На рубеже позднего дриаса и пребореала (этап sd I-1) в осадках фиксируется

Система	Отдел	Подотдел	Индекс	Горизонт, под-горизонт	Возраст, тыс.л.н. (С BP)	Слой	Климатостратиграфические этапы	Региональные пыльцевые зоны	Корреляция местных палиностратиграфических зон		Корреляция подразделений позднеледниковья и голоцена													
									для севера Беларуси	для юга Беларуси	Беларусь (Зерницкая и др., 2005)	Скандинавия (Mangved et al., 1974)	Польша (Starkel, 1977)	Центр Русской равнины (Хотинский, 1982)										
ЧЕТВЕРТИЧНАЯ	Пleistocen	Верхний	III pz	Нарочанский подгоризонт	11,0	pz-n5	Поздний дриас (DR-3)	Picea-NAP (Artemisia)	Pinus-Betula-NAP	Pinus-Betula-NAP	Pinus-Betula-NAP	sd V-3	SA-3	0,8	Центр Русской равнины (Хотинский, 1982)									
																pz-n4	Аллеред (AL)	Pinus	Pinus-Betula-NAP	Pinus-Betula-NAP	Pinus-Betula-NAP	sd V-2	SA-2	1,6
	pz-n2	Беллинг (Bφ)	Bet. = Pin.	Betula = Pinus	Betula = Pinus	Pinus-Betula-NAP	sd IV-3	SB-3	2,8	SA-3	0,8													
												pz-n1	Ранний дриас (DR-1)	NAP-Bet.-Salix-Pin.	NAP* - Betula - Salix - Pinus	Betula = Pinus	Pinus-Betula-NAP	sd IV-2	SB-2	4,2	SA-2	1,6		
	sd II	Бореальный (BO)	Pinus-Betula-Corylus (Ul.-Quer.-Til.)	Pinus-Betula-Corylus - Picea	Pinus-Betula-Corylus - Picea	Pinus-Betula-NAP	sd III-3	AT-3	6,0	AT-3	5,1												AT-4	AT-3
												sd I	Пребореальный (PB)	Betula	Betula - Pin.	Betula - Pin.	Pinus-Betula-NAP	sd III-2	AT-2	7,0	AT-2	7,7		
	sd III	Атлантический (AT)	Ulmus-Tilia-Corylus	Ulmus-Tilia-Quercus-Alnus-Corylus	Ulmus-Tilia-Quercus-Alnus-Corylus	Pinus-Betula-NAP	sd II-1	AT-1	8,0	BO-2	8,4												BO-2	BO-3
												sd IV	Суббореальный (SB)	Picea-Quercus	Picea-Quercus	Picea-Quercus	Pinus-Betula-NAP	sd I-2	PB-2	9,5	PB-2	9,3		
	sd V	Субатлантический (SA)	Pinus - Picea	Pinus - Picea	Pinus - Picea	Pinus-Betula-NAP	sd I-1	PB-1	10,0	PB-1	10,25												PB-1	PB-1
												sd III	Атлантический (AT)	Ulmus-Tilia-Quercus	Ulmus-Tilia-Quercus	Ulmus-Tilia-Quercus	Pinus-Betula-NAP	sd I-1	PB-1	10,0	PB-1	10,25		
	sd IV	Суббореальный (SB)	Picea-Quercus	Picea-Quercus	Picea-Quercus	Pinus-Betula-NAP	sd I-1	PB-1	10,0	PB-1	10,25												PB-1	PB-1
												sd V	Субатлантический (SA)	Pinus - Picea	Pinus - Picea	Pinus - Picea	Pinus-Betula-NAP	sd I-1	PB-1	10,0	PB-1	10,25		

Примечание: сплошной линией проведены точно установленные возрастные границы; при характеристике пыльцевых подзон слева (курсивом) указываются доминирующие виды, справа - сопутствующие. * NAP - травянистая растительность; ** <-> - начало распространения древесных пород.

Стратиграфическая схема позднеледниковья и голоценовых отложений Беларуси

кратковременный «всплеск» пыльцы сосны (Лозовики, Межухол, Нарочь, Церковное и др.) на фоне резкого падения значений трав, *Picea*, *Salix*. Представленная индикация осадков пребореального периода характерна для всех разрезов страны, однако в пределах южного палинологического района в них отмечается появление пыльцы вяза и ольхи.

Бореальный период (BO, слой sd-II региональная зона *Pinus—Betula—Corylus*). Отложения бореала диагностируются ростом значений пыльцы *Pinus*, *Corylus* и *Ulmus*. В осадках появляется пыльца дуба, липы и ясеня. Холодный интервал (8200 кал. л. н.), который регистрируется в изотопных кривых Беларуси [2] при переходе к атлантике, нередко обозначен литологическими изменениями, а в палиносpectрах — падением роли широколиственных пород, повышением трав, ели и/либо березы (этап sd II-2).

Атлантический период (AT, слой, sd-III, региональная зона *Ulmus—Quercus—Tilia—Fraxinus—Corylus—Alnus*). Атлантическому периоду соответствуют осадки с максимальной концентрацией пыльцы широколиственных пород (особенно *Ulmus* до 20 %), орешника (*Corylus*, 20–30 %) и ольхи (*Alnus* до 40 %). Пыльца ольхи имеет стратиграфическое значение лишь в сочетании с максимумами вяза и орешника. В иных случаях пыльца этой породы отражает локальные (гидрологические) условия окружающей территории бассейна осадконакопления. С середины атлантики (этап sd III-2) в осадках северного палинологического района (Нарочь, Лозовики, Сергеевское и др.) отмечается подъем содержания пыльцы ели и постепенное падение значений термофильных пород. В осадках южного палинологического района на завершающем этапе атлантики (sd III-3) фиксируется постоянное присутствие пыльцы граба.

Суббореальный периода (SB, слой sd-IV, региональная зона *Picea—Pinus—Quercus—Carpinus*) совпадает с началом тренда похолодания, достигшего кульминации около 3000 л. н. [2]. Отложения характеризуются подъемом значений пыльцы *Picea* (до 50 % в осадках sd IV-1 и sd IV-3, северный палинологический район) и *Pinus* (до 60 %, южный палинологический район), высокой долей *Quercus* (до 15 %, южный район), увеличением роли *Carpinus* (до 5 % в северном и до 10 % в южном районах), появлением *Fagus* (до 2 % в южном районе). Заметно сокращается количество пыльцы вяза и орешника (до 5 %).

Субатлантический период (SA, слой sd-V, региональная зона *Pinus—Picea—Betula—NAP*). Отложения этого времени выделены по доминированию пыльцы сосны, березы и росту значений трав (до 40 %, включая индикаторы антропогенного влияния). Наблюдаются тренды падения количества пыльцы ели до 10 % (с кратковременным подъемом до 40 % на этапе sd V-2, около 1000 л. н.) и дуба до 1 %, исчезновение вяза и граба в аккумуляциях северного района. В разрезах лежащих в пределах южного палинологического района в слое sd-V выявлено слабое уменьшение роли пыльцы дуба и граба по сравнению с осадками суббореала.

Заключение. В результате выполненных работ обоснована новая стратиграфическая схема позднеледниковых и голоценовых отложений Беларуси. Некоторые из выделенных региональных пыльцевых зон Беларуси имеют надрегиональное значение при стратификации послеледниковых осадков. Например, на сопредельных территориях России, Польши, Литвы и Латвии отложения пребореала, бореала и атлантики диагностируются сходными палинологическими комплексами. Проведенные исследования позволяют также наметить основные задачи дальнейшего изучения послеледниковых осадков, которые состоят в выявлении палеонтологических характеристик отложений среднего дриаса (OD, pz-n3), уточнении временных диапазонов их формирования, так как в ряде случаев осадки беллинского (BØ, pz-n2) и аллерёдского (AL, pz-n4) интерстадиалов при пыльцевом зонировании объединяются в единый палинокомплекс.

Работа выполнена благодаря финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (грант № X10ГКНТ-003).

Литература

1. Зерницкая В. П., Матвеев А. В., Махнач Н. А., Михайлов Н. Д. Стратиграфическая схема позднеледниковых и голоценовых отложений // Стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских отложений: объяснительная записка. Минск: ГП «БелНИГРИ», 2010. С. 22–23, 197–205.
2. Махнач Н. А., Зерницкая В. П. Климатические изменения в позднеледниковье—голоцене Беларуси (по данным изотопно-геохимического исследования аутигенного озерного кальцита) // Веснік Брэсцкага ўніверсітэта. Сер. 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб Зямлі. 2010. № 2. С. 81–94.

НОВЫЕ ДАННЫЕ О СРЕДНЕПЛЕЙСТОЦЕНОВОЙ ФЛОРЕ РАЗРЕЗА БУЛАТОВО (БАССЕЙН ВЕРХНЕЙ ВОЛГИ)

И. С. Зюганова

Институт географии РАН, Москва; *inna0110@gmail.com*

В статье представлены результаты изучения карпологической коллекции из среднеплейстоценового разреза Булатово (бассейн Верхней Волги), хранящейся в лаборатории палеоботаники БИН им. В. Л. Комарова РАН (г. Санкт-Петербург). Особое внимание уделено карпологическому комплексу интерстадиальных отложений. Даны описания растительных макроостатков, для которых были выполнены новые определения.

Реконструкция флоры и растительности первой половины среднего плейстоцена на основе палеоботанических данных приобретает особую актуальность в связи с поиском возможных аналогов реакции природной среды на ожидаемые климатические изменения. Особенный интерес вызывает переходный этап от лихвинского межледниковья к последующему печорскому оледенению. По палинологическим данным, этот интервал характеризовался сложной динамикой ландшафтно-климатических условий; на фоне прогрессирующего похолодания и увеличения континентальности климата в нём выделяется до трёх потеплений интерстадиального ранга. Мнения о количестве и последовательности послелихвинских интерстадиалов высказывались на основе анализа условий залегания соответствующих отложений и различий в их спорово-пыльцевых спектрах [11].

В связи с этим приобретают актуальность палеокарпологические данные по среднеплейстоценовым интерстадиалам. Но соответствующие карпологические комплексы известны пока что из небольшого числа разрезов. В отличие от достаточно полно охарактеризованных комплексов лихвинского межледниковья, особенности интерстадиальных карпологических комплексов среднего плейстоцена пока что выявлены недостаточно.

Одним из наиболее известных местонахождений отложений лихвинского межледниковья и переходного этапа к печорскому оледенению является разрез у д. Булатово в Селижаровском районе Тверской области (бассейн Верхней Волги), впервые изученный К. К. Марковым [9]. Позднее этот же разрез был изучен Т. Д. Колесниковой (карпологический анализ) и В. И. Хомутовой (спорово-пыльцевой анализ) [7]. В 1967 г. бурением здесь были вскрыты озёрно-болотные отложения, отвечающие второй половине лихвинского межледниковья и началу печорского оледенения, перекрытые мореной днепровского оледенения [7]. В 2009 г. автором данной статьи были изучены коллекционные материалы Т. Д. Колесниковой, хранящиеся в лаборатории палеоботаники Ботанического института РАН им. В. Л. Комарова, что позволило выявить некоторые особенности карпологических комплексов разреза Булатово, которые в дальнейшем позволят более точно сопоставить эту уникальную флору с другими флорами среднего плейстоцена.

По данным Т. Д. Колесниковой [7], в лихвинских отложениях разреза Булатово установлены макроостатки разнообразных водных и прибрежных растений (см. рисунок). Большая часть их принадлежит эвритермным (*Potamogeton obtusifolius* Mert. et W.D.J. Koch, *P. pusillus* L., *Myriophyllum verticillatum* L. и др.) и умеренно-термофильным видам (*Ceratophyllum demersum* L., *Nuphar*

lutea (L.) Smith.). Сравнительно часто встречаются мегаспоры *Salvinia natans* (L.) All. и семена, отнесенные Т. Д. Колесниковой к виду *Najas flexilis* (Willd.) Rostk. et Schmidt. Кроме того, ею были найдены семена, отнесенные к виду *A. johnstrupii* (Hartz) P. Nikit. и плод *Armeria maritima* (Mill.) Willd. (растение, распространённое ныне на побережьях Северного и Балтийского морей).

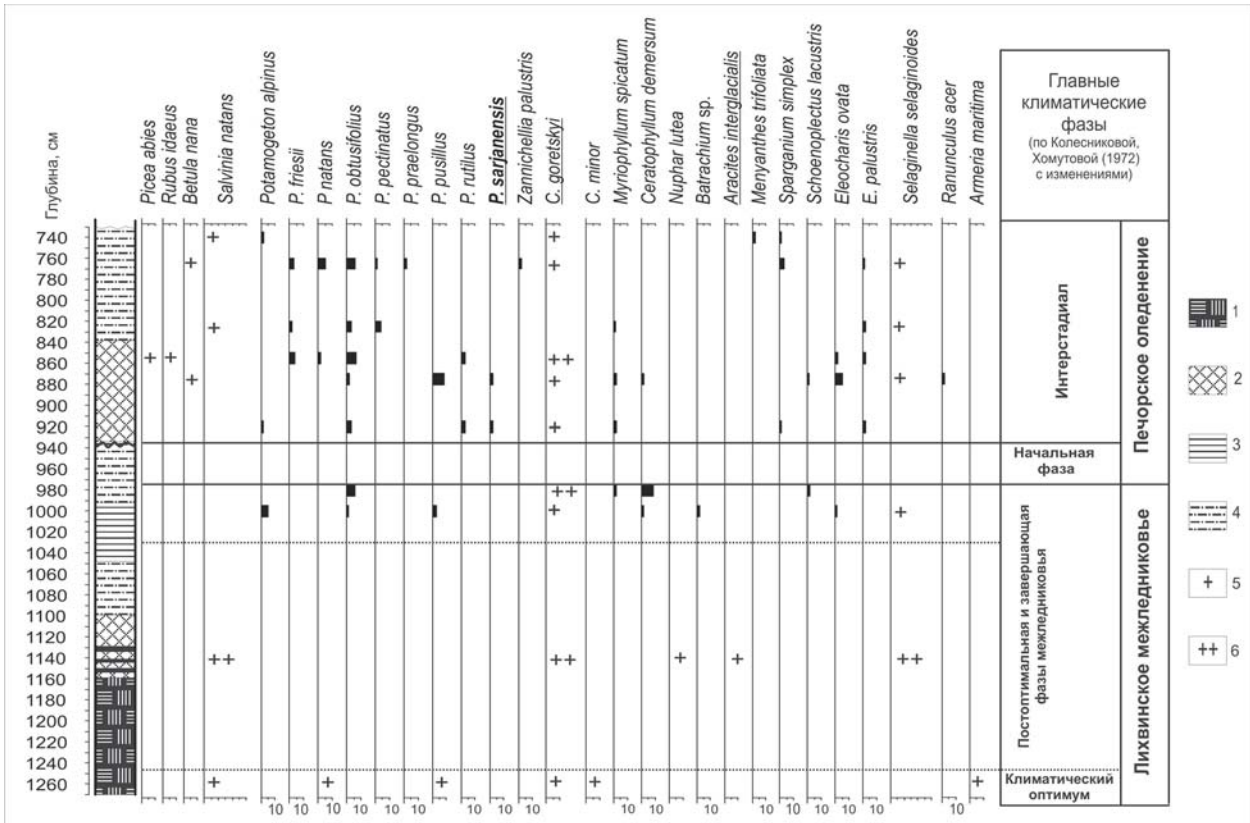
Следует отметить, что в отложениях постоптимальной части лихвинского межледниковья (фаза елово-сосновых и сосново-еловых лесов) Т. Д. Колесниковой были определены мегаспоры холодостойкого вида *Selaginella selaginoides* (L.) P. Beauv. ex. Shrank et Mart., который не считается свойственным межледниковым флорам. Интересно, что мегаспоры этого вида отмечаются и в некоторых разрезах микулинского межледниковья, также в постоптимальной фазе еловых лесов [14].

Отложения послелихвинского похолодания, характеризующиеся по данным В. И. Хомутовой [7] преобладанием пыльцы берёз, в т.ч. и кустарниковых форм, не содержат карпоидов. Кроме того, в них установлен разрыв и, вероятно, перерыв в осадконакоплении.

Вышележащие отложения, отвечающие фазам развития хвойных лесов с различным участием сосны, ели, лиственницы и берёзы в древостое, были отнесены к первому послелихвинскому (кошинскому) интерстадиалу [7]. В последние годы появились и другие мнения о возрасте интерстадиальных отложений разреза Булатово. В. В. Писарева [11], отмечая высокое содержание в них пыльцы сибирской сосны, приходит к выводу о более холодном и континентальном климате рассматриваемого интерстадиала по сравнению с интерстадиалом, выявленным в стратотипическом разрезе Большая Коша [8, 4]. На этом основании В. В. Писарева считает булатовский интерстадиал вторым среднеплейстоценовым интерстадиалом. По её мнению, отложения предшествующего кошинского интерстадиала в разрезе Булатово отсутствуют из-за перерыва в осадконакоплении.

В интерстадиальных отложениях рассматриваемого разреза из макроостатков древесных пород Т. Д. Колесниковой отмечены только семена ели. Присутствуют остатки карликовой берёзки *Betula nana* L. Преобладают карпоиды эвритермных видов водных и прибрежных растений. Определены семена *Najas flexilis*, отмеченные и в лихвинских отложениях. Особенное внимание Т. Д. Колесникова уделяла находке эндокарпов вида, определенного ею как *Potamogeton oxyphyllus* Miq., который ныне произрастает ныне на юге Дальнего Востока России, в Корее и Японии.

Необходимо заметить, что Ф. Ю. Величквич [3] предполагал, что во флоре разреза Булатово могут при-

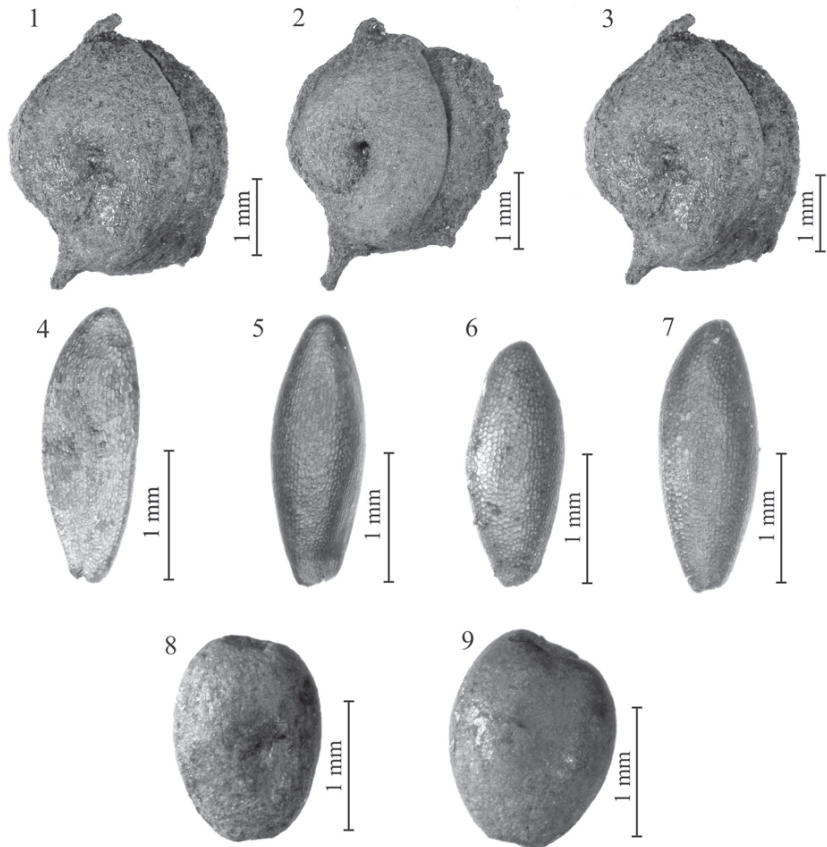


Карпологическая диаграмма озёрно-болотных отложений разреза Булатово. (Составлено по данным Т. Д. Колесниковой с дополнениями автора).

1 – торф; 2 – гиттия; 3 – глина; 4 – суглинок; 5 – единичные остатки; 6 – много (более 20) остатков

существовать вымершие плейстоценовые виды, определенные Т. Д. Колесниковой как современные. В ходе изучения коллекционных материалов Т. Д. Колесниковой автором данной статьи для некоторых макроостатков были выполнены новые определения с учётом данных по систематическому составу плейстоценовой флоры, полученных в 1980–1990-х гг. разными исследователями, в первую очередь Ф. Ю. Величкевичем и П. И. Дорофеевым. При определениях автором были использованы материалы гербария БИН РАН и коллекционные материалы Ф. Ю. Величкевича, хранящиеся в БелНИГРИ (Минск, Беларусь). Ниже приводятся краткие описания ископаемых остатков из разреза Булатово, выполненные автором настоящей работы и данные о стратиграфическом распространении видов, к которым они были отнесены. Приведены ссылки на первые описания ископаемых видов и названия, под которыми изученные автором карпоиды указаны в статье Т. Д. Колесниковой и В. И. Хомутовой [7].

Potamogeton sarjanensis Wielicz. (см. фототаблицу, рис. 1–3).



1–3 — *Potamogeton sarjanensis* Wielicz., эндокарпы; 4–7 — *Caulinia goretskyi* (Dorof.) Dorof., семена; 8, 9 — *Aracites interglacialis* Wielicz., семена

Potamogeton sarjanensis Wielicz. (Величкевич, 1979, Советская палеокарпология, с. 114, табл. I, 1–3).

Potamogeton oxuphyllus Miq. (Колесникова, Хомутова, 1972, Бот. Журн., т. 57, №11, табл. 1, 2–4).

Эндокарпы 2.8–3.2 × 2.8–3.0 мм, угловато-округлые, слегка сужены к основанию и наиболее расширены в верхней или средней части. Брюшко неравно S-образно изогнутое, сильно выпуклое в верхней части. В основании трёх эндокарпов сохранилась узкоконическая ножка длиной ок. 0.5 мм. Створка широкая, с хорошо выраженным килем. Максимальная ширина створки в верхней части эндокарпа составляет 0.6–0.8 мм. Свободный конец створки не доходит до столбика, оставляя т. н. плечо шириной 0.5–0.7 мм. Столбик сохранился частично и занимает центральное положение в верхней части эндокарпов или немного смещён к брюшной стороне. Бока уплощенные, слегка раздутые, с небольшим центральным углублением в форме запятой. Поверхность эндокарпов мелкоячеистая (ячейки могут быть нечётко выражены), цвет темно-коричневый. Всего изучено три эндокарпа хорошей сохранности.

Все экземпляры происходят из разреза Булатово, Тверская область, средний плейстоцен; коллекционные материалы Т.Д. Колесниковой, лаборатория палеоботаники БИН РАН, К4. фото И.С. Зюгановой.

Изученные эндокарпы очень сходны с эндокарпами *P. sarjanensis* из типового местонахождения Обухово (бассейн Западной Двины), хотя и выглядят немного более массивными и угловатыми. Эндокарпы *P. sarjanensis*, определённые Ф. Ю. Величкевичем [3] в лихвинских отложениях разреза Большая Коша по своим морфологическим признакам практически идентичны описываемым. Эндокарпы современного вида *P. oxuphyllus* заметно отличаются от изученных: их очертания более округлые, они максимально расширены в нижней части, не имеют плеча и центрального углубления [5]. Ф. Ю. Величкевич [1] сближает *P. sarjanensis* с другим современным видом *P. maackianus* A. Benn., произрастающим на Дальнем Востоке России, в Корее и Японии, и указывает, что эндокарпы вымершего вида морфологически заметно отличаются от эндокарпов *P. maackianus*.

Большинство местонахождений *P. sarjanensis* на Восточно-Европейской равнине приурочено к отложениям мучапского межледниковья (нижний плейстоцен) и его стратиграфических аналогов. Известны его находки в среднеплейстоценовых отложениях в Европейской России (Большая Коша, Каблуково), а также на территории Беларуси (Кречет) и Польши (Конечки, Залесяки) [13]. Разрез Булатово является первым местонахождением, где остатки *P. sarjanensis* были определены в интерстадиальных отложениях. Эти данные несколько меняют представления об экологии этого вымершего вида, который ранее считался характерным для межледниковых флор.

Caulinia goretzkyi (Dorof.) Dorof. (см. фототаблицу, рис. 4–7)

Najas goretzkyi Dorof. (Дорофеев, 1973, Бот. журнал, т. 58, № 3, с. 392, табл. 1, 7–11, рис. 1, 10).

Najas flexilis (Willd.) Rostk. et Schmidt. (Колесникова, Хомутова, 1972, Бот. журн., т. 57, № 11, табл. 1, 15–18).

Семена 1.9–2.1 × 0.7–0.8 мм, продолговатые, наиболее расширенные в средней или верхней части. Верхушка коротко заострена, может быть немного скошена в сторону шва. Поверхность семян мелкоячеистая. Ячейки округлые или 4–6 угольные, от изодиаметричных до вытянутых вдоль продольной оси семени, расположены в продольных, иногда сбивающихся рядах. Цвет семян — от светло-бежевого до коричневого. Изучено 10 семян хорошей сохранности из лихвинских и интерстадиальных отложений.

Описанные семена отличаются от семян современного вида *C. flexilis* меньшей длиной и менее оттянутой верхушкой. Для более уверенного различения видов *C. goretzkyi* и *C. flexilis* также используется анатомическое изучение семян. Тем не менее изученные семена по морфологии намного более близки к семенам *C. goretzkyi* из типового местонахождения у с. Принеманская (бассейн Немана, Беларусь), чем к современным или позднелейстоценовым семенам вида *C. flexilis*.

Семена *C. goretzkyi* широко распространены в отложениях лихвинского межледниковья и его стратиграфических аналогов [13]. Разрез Булатово является пока единственным местонахождением, где семена этого вида встречаются как в межледниковых, так и в интерстадиальных отложениях.

Aracites interglacialis Wielicz. (см. фототаблицу, рис. 8, 9).

Aracites interglacialis Wielicz. (Величкевич, 1977, ДАН СССР, т. 223, №6, с.1158–1161, рис. 1, 20–16).

Aracites johnstrupii (Hartz) P. Nikit. (Колесникова, Хомутова, 1972, Бот. журн., т. 57, № 11, табл. 1, 11–14).

Семена 1.5–1.6 × 1.1–1.3 мм, обратнойцевидные; основание семени тупо заостренное или округлое. Верхушка слегка суженная и неровно срезанная, более или менее скошенная, асимметричная. Отверстие округлое. Поверхность семени матовая, на участках с сохранившимся эпидермисом блестящая. Всего изучено три семени хорошей сохранности.

Таксономия и видовой состав формального рода *Aracites* P. Nikit., описанного по семенам из неогеновых отложений Воронежской области П. А. Никитиным [10], до недавнего времени оставалась запутанной. Ф. Ю. Величкевичем была проведена таксономическая ревизия этого рода, и был выделен вид *A. interglacialis*, к которому были отнесены все плейстоценовые представители этого рода [2, 12]. Название *A. johnstrupii* осталось за плиоценовым видом этого рода. По ряду морфологических признаков изученные семена можно достаточно уверенно отнести к *A. interglacialis*. Семена этого вида являются наиболее характерными для флоры среднего плейстоцена, где встречаются преимущественно в лихвинских, а также в интерстадиальных отложениях [3, 12]. В разрезе Булатово семена *A. interglacialis* отмечены в отложениях постоптимальной фазы лихвинского межледниковья.

Полученные данные уточняют имеющиеся представления о систематическом и экологическом составе среднеплейстоценовых интерстадиальных флор. Проведенные исследования показали, что вымершие виды водных растений, отмечавшиеся ранее только в лихвинских флорах, могли сохраняться в составе растительных сообществ интерстадиалов. Присутствие *Potamogeton sarjanensis* и

Caulinia goretskyi в интерстадиальной флоре разреза Булатово не противоречит выводам о сравнительно суровых климатических условиях, полученным по палинологическим данным. Сходные особенности были установлены ранее для флоры позднего плейстоцена Ф. Ю. Величкевичем [3]. Так, вымерший вид *Potamogeton sukazcevi* Wieliczk. и обладающий ныне точечным ареалом вид *Caulinia flexilis* Willd., характерные для межледниковой микулинской флоры, встречались также во флорах первого и второго интерстадиалов раннего валдая. Это позволяет сделать предположение о сходных тенденциях в изменениях сообществ водных растений при переходе от межледниковья к оледенению в среднем и позднем плейстоцене соответственно.

Автор выражает благодарность О. Н. Арбузовой (БИН РАН) и Т. В. Якубовской (БелНИГРИ) за помощь и консультации при работе с коллекционными материалами.

Литература

1. Величкевич Ф. Ю. История плейстоценовой флоры средней полосы Восточно-Европейской равнины // Советская палеокарпология. М.: Наука, 1979. С. 76–121.
2. Величкевич Ф. Ю. О лихвинской флоре посёлка Руба на Западной Двине // ДАН СССР. Т. 223, № 6. С. 1158–1161.
3. Величкевич Ф. Ю. Плейстоценовые флоры ледниковых областей Восточно-Европейской равнины. Минск: Наука и техника, 1982. 208 с.
4. Гричук В. П. История флоры и растительности Русской равнины в плейстоцене. М.: Наука, 1989. 183 с.
5. Дорофеев П. И. Ископаемые *Potamogeton*. Л.: Наука, 1986. 134 с.
6. Дорофеев П. И. К систематике ископаемых наяд подрода *Caulinia* (Willd.) Ashers. // Ботан. журн. 1973. Т. 58, № 3. С. 385–394.
7. Колесникова Т. Д., Хомутова В. И. Ископаемая среднеплейстоценовая флора у деревни Булатово Калининской области. // Ботан. журн. 1972. Т. 57, № 11. С. 1422–1428.
8. Краснов И. И., Колесникова Т. Д. Новые данные о межледниковых отложениях в бассейне Верхней Волги // Бюллетень комиссии по изучению четвертичного периода. 1967. №33. С. 140–146.
9. Марков К. К. Материалы к стратиграфии четвертичных отложений бассейна Верхней Волги // Тр. Верхневолжской экспедиции. Вып. 1. Л.: Изд-во ЛГУ, 1939. 38 с.
10. Никитин П. А. Плиоценовые и четвертичные флоры Воронежской области. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1957. 206 с.
11. Писарева В. В. Изменение ландшафтов в первой половине среднеплейстоценового климатического ритма в центральной России // Палинология: стратиграфия и геоэкология: Материалы палинологической конференции. Т. 2. СПб.: ВНИГРИ, 2008. С. 195–197.
12. Mamakova K., Velichkevich F. Yu. Aracites interglacialis Wieliczk. – extinct plant found in the floras of the Mazovian (Alexandrian, Lichvinian) Interglacial in Poland, Belarus, Russia and the Ukraine // Acta Palaeobotanica. 1993. Vol. 33, № 2. P. 321–341.
13. Velichkevich F. Yu., Zastavniak E. Atlas of the vascular plant macrofossils of Central and Eastern Europe. Part 1. Krakow: W. Szafer inst. of bot., 2006. 224 p.
14. Zyuganova I. S. Upper Pleistocene Carpalogical Assemblages from the South of the Valdai Upland // Paleontological Journal. 2009. Vol. 43. № 10. P. 1351–1362.

ПАЛИНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГОЛОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ КОСЫ ТУЗЛА ТАМАНСКОГО ПОЛУОСТРОВА

М. Д. Кайтамба

Абхазский государственный университет, Сухум; lanadk@yandex.ru

Проведена палинологическая реконструкция разновозрастных голоценовых отложений косы Тузла Таманского полуострова. Выявлена динамика развития растительности за последние 4000 лет, проявлявшаяся в смене лесостепных и степных палеофитоценозов.

Палеогеографические исследования косы Тузла Таманского полуострова позволили выявить изменения природной среды в результате комплексного (радиоуглеродного, минералогического, гранулометрического анализа глинистых минералов, палинологического, микрофаунистического, диатомового, макрофаунистического) изучения голоценовых отложений. На основании полученных данных реконструированы фациальные особенности отложений, вскрытых скважиной МГУ-02 в коренной части косы Тузла (45°12'39,6" с. ш., 36°36'25" в. д.), проведено деталь-

ное стратиграфическое расчленение и динамика формирования позднеголоценовых осадков Таманского п-ова [1].

В пробуренной в 2009 г. скважине МГУ-02, глубиной более 12 м, были вскрыты следующие отложения (глубина в метрах):

Песок желто-коричневый в верхней части слабо-ожелезненый, разнозернистый с большим количеством мелкого детрита раковин 0.0–1.5

Песок серый и темно-серый разнозернистый с детритом, редкими раковинами моллюсков 1.5–1.8

Ил песчанистый и алевроитовый темно-серый и сизо-серый, вязкий (пластичный) с детритом, редкими раковинами моллюсков 2.0—4.7

Ил темно-серый до черного с прослоями песчанистый с множеством раковин моллюсков, часто образующих прослой с илистым заполнителем 4.7—7.6

Алеврит, серый и темно-серый местами сизо-серый в верхней части илистый с прослоями алевроита песчанистого с раковинами моллюсков 4.9—11.4

Песок алевроитовый темно-серый до ракушняка с песчанистым заполнителем 11.4—11.8

Из исследованной толщи на палинологический анализ было отобрано и проанализировано 8 образцов. Спорово-пыльцевой материал характеризовался хорошей концентрацией и сохранностью пыльцевых зерен и спор. Исключение составляет полевой обр. 10 с гл. 7.2 м из илистых отложений, характеризующийся крайне низкой концентрацией пыльцевых зерен и спор, что не позволяет использовать данный материал для палинологического анализа. Большинство образцов содержало высокое количество переотложенных палиноморф.

Радиоуглеродное датирование раковинного материала из вмещающей толщи голоценовых отложений определило абсолютный возраст на глубине 7.3 м — 2730 ± 100 лет (календарный возраст: 2870 ± 100 лет) и на глубине 9.6 м — 3030 ± 80 лет (календарный возраст: 3220 ± 110 лет).

На основании результатов палинологического анализа и радиоуглеродного датирования, вскрытых скважиной МГУ—02 на мысе Тузла было выделено пять палинозон, характеризующих пять фаз развития растительности и климата полуострова на протяжении суббореального и субатлантического периодов голоцена.

Палинозона 1 характеризует песчано-алевроитовые отложения, исследованные на глубине 11.4 м. В реконструируемую первую климато-фитоценологическую фазу господствовали лесостепные ландшафты. В составе лесных ландшафтов преобладали широколиственные и хвойно-широколиственные формации. В составе древесной и кустарниковой растительности наибольшее присутствие имеет пыльца сосны обыкновенной (44.1 %), что, вероятно, частично является результатом заноса. Из хвойных растений также произрастали ель и пихта. Более благоприятные местообитания полуострова занимали широколиственные буково-грабово-дубовые и вязовые леса. Основными эдификаторами являлись дуб черешчатый (*Quercus robur*), дуб пушистый (*Q. petraea*), граб обыкновенный (*Carpinus betulus*), граб кавказский (*C. caucasica*), бук восточный (*Fagus orientalis*), в качестве примеси выступали клен и липа. В подлеске произрастали орешник, бересклет, орех грецкий, жасмин, облепиха, жимолость. В составе лесных формаций участие принимала береза. Наиболее влажные низменные участки были заняты ольховниками и ивняками.

Открытые участки лесостепных ландшафтов занимали разнотравно-злаковые и марево-попынные группировки. Среди разнотравной растительности присутствовали представители семейств астровых, гречишных, бобовых, свинчатковых, мокричных, лютиковых, молочайных и др. Прибрежная и прибрежно-водная растительность представлена рдестом, ежеголовником и ро-

гозом. Споровые растения характеризовались господством мхов (*Bryales*), папоротников семейства Polygonaceae и плаунов (*Lycopodium* sp.)

Палинозона 2 (гл. 9.6—11.0 м). Вторая фаза развития растительности и климата на Таманском полуострове отражает смену лесных ландшафтов степными. В составе степной растительности преобладали полынно-маревые и злаковые и злаково — разнотравные группировки. Лесные ландшафты значительно сократили свои площади. В наиболее влажных местах произрастала лесная растительность из грабово-буково-дубовых формаций с примесью вяза, липы, клена, каштана, ореха медвежьего, лещины, а также ольшаники и ивняки. В составе лесов также входила береза. Споровые в данных ландшафтах характеризовались преобладанием папоротников семейства Polygonaceae, мхов (*Bryales*), плаунов (*Lycopodium* sp.) и уховниковых.

Палинозона 3 (гл. 9.6—8.7 м). Реконструируемая фаза характеризует смену степных ландшафтов лесостепными на исследуемой территории. В процентном соотношении пыльца деревьев и кустарниковых от общего состава составляет 46.7 %, пыльца травянистых и кустарничковых растений — 40.5 %, а на долю споровых приходится — 12.7 %.

Лесные ландшафты характеризовались доминированием широколиственных и хвойно-широколиственных формаций. Спорово-пыльцевая диаграмма отражает увеличение процентного содержания (до 46 %) в составе древесных и кустарников сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*). В широколиственных лесах распространение имели дуб (*Quercus robur*, *Q. petraea*, *Q. pubescens*), бук восточный (*Fagus orientalis*), граб (*Carpinus caucasica*), вяз (*Ulmus* sp.), а также каштан посевной (*Castanea sativa*), липа (*Tilia* sp.), ясень (*Fraxinus* sp.), подлеске произрастали грабинник (*Carpinus orientalis*), лещина (*Corylus avellana*) и др. Незначительно в палиноспектре присутствует пыльца жасмина, крушины, лоха, представителей семейства вересковых и ивы.

Травяной покров, занимавший открытые пространства был представлен злаковыми, полынно-маревыми и разнотравно-злаковыми (с участием представителей семейств Ranunculaceae, Asteraceae, Polygonaceae, Fabaceae, Apiaceae, Brassicaceae, Caryophyllaceae, Plumbaginaceae, Cichoriaceae, Dipsacaceae, и др.) группировками. В составе прибрежно-водной и водной растительности преобладали ежеголовник, рдест и сальвиния плавающая.

В составе споровых преобладали папоротники и зеленые мхи, также произрастали плауны и уховниковые.

Палинозона 4 характеризует илистые отложения, исследованные на глубине 3.4—2.0 м. В четвертую фазу изменения палеоландшафтов на Таманском полуострове в субатлантическом периоде голоцена в условиях нарастающей гумидизации климата значительно увеличилась роль лесной растительности. Преобладающими в лесах являлись грабово-буково-дубовые (из *Quercus robur*, *Q. petraea*, *Fagus orientalis*, *Carpinus caucasica*, *C. orientalis*) с примесью ясеня, липы, клена и хвойно-широколиственные формации. В кустарниковом ярусе широколиственных лесов произрастали лещина (*Corylus avellana*), лох (*Eleagnus* sp.), бересклет (*Euonymus* sp.),

жимолость (*Lonicera* sp.) облепиха (*Hippophae* sp.) и др. В участках низких гипсометрических уровней доминировали ольховые и ивовые рощи. Открытые пространства занимали разнотравно-злаковые и марево-пыльняные степи. В спорово-пыльцевом спектре водная и прибрежно-водная растительность представлена пылью ежеголовника (*Sparganium* sp.), рогоза (*Typha* sp.), рдеста (*Potamogeton* sp.), а также присутствием спор водного папоротника сальвинии плавающей (*Salvinia natans*).

Палинозона 5 (гл. 2.0—1.0м). Во время завершающей пятой фазы ландшафтно-климатических реконструкций на исследуемой территории аридизация климата привела к резкому сокращению лесной растительности и господству открытых степных ландшафтов. В травяно-кустарничковом покрове степных участков преобладали злаковые (Poaceae), пыльно-маревые и злаково-осоковые группировки. Среди разнотравья произрастали представители семейств астровых (Asteraceae), цикориевых (Cichoriaceae), капустных (Brassicaceae), бобовых (Fabaceae), гречишных (Polygonaceae).

Интразональные широколиственные лесные формации произрастали в наиболее влажных экотопах полу-

острова. В спорово-пыльцевом спектре в группе древесных и кустарниковых наибольшее количество пыльцы принадлежит сосне обыкновенной — 70 %. Такое высокое участие сосны можно считать результатом заноса воздушным и водным путем.

Среди споровых растений преобладали однолучевые папоротники семейства Polygonaceae и мхи (*Bryales*).

Таким образом, полученные результаты проведенного палинологического анализа разнофациальных голоценовых отложений косы Тузла позволили охарактеризовать динамику изменения растительности за последние четыре тысячи лет.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 09-05-90411.

Литература

1. Свиточ А. А., Дикарев В. А., Янина Т. А. и др. Материалы комплексной обработки скважины МГУ-02 (коса Тузла) // Черноморский регион в условиях глобальных изменений климата: закономерности развития природной среды за последние 20 тыс. лет и прогноз на текущее столетие. М.:Изд-во географ. ф-та МГУ, 2010. С. 123—153.

ВОЗРАСТНЫЕ ФИТОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТЁПЛЫХ ЭПОХ ПЛЕЙСТОЦЕНА НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ РОССИИ (ПО ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ)

И. А. Каревская

Московский государственный университет, Москва; Karevskaya@mtu-net.ru

По результатам спорово-пыльцевого анализа плейстоценового аллювия выполнены стратиграфические и палеогеографические межрегиональные корреляции для территории Российского Дальнего Востока от Индигиро-Колымского среднегорья до левобережья нижнего Амура. Реконструированы возрастные особенности палеорастительности, палеофлоры и палеоклимата тёплых эпох неоплейстоцена и установлены закономерности их изменения во времени и в пространстве.

Палеогеографические реконструкции являются результатом обобщения палинологических данных по четырём страторегионам Российского Дальнего Востока: 1. Бассейн верхнего течения рек Колымы и Индигирки, хр. Анначаг. 2. Охото-Кухтуйская депрессия. 3. Хребет Джугджур, верховья реки Май, Лантаро-Немуйская депрессия. 4. Нижнее Приамурье — побережье Сахалинского залива, Ул-Лонгарийская, Сивукская депрессии, бассейн р. Амгунь.

Для исследуемой территории характерна глубокая дифференциация и разнообразие современных эколого-фитоценологических и флористических комплексов. В пределах таёжной зоны с севера на юг выделяются следующие подзоны [3]: 1 — редкостойные лиственничные леса и редколесья Колымо-Индигирского региона; 2 — северо-таежные лиственничные леса Охото-Кухтуйской депрессии; 3 — среднетаежные елово-лиственничные леса южных отрогов хребта Джугджур, Лантаро-Немуйской депрессии; 4 — южно-таежные и средне-таежные пихтово-еловые — лиственничные леса с примесью широколиственных пород Нижнего Приамурья. Территория относится к четырём флористическим

районам [6]: Чукотскому, Колымскому, Охотскому и Удскому.

Палеогеографические построения проводились с актуалистических позиций и опирались на сходство древних ископаемых спектров с современными для аргументированного воссоздания палеофитоценологических и палеоклиматических условий неоплейстоцена. Для каждой палинозоны на спорово-пыльцевой диаграмме подбирались сходные рецентные спорово-пыльцевые спектры из разных регионов Дальнего Востока. Для палеогеографических реконструкций использовались хорошо осреднённые ископаемые спорово-пыльцевые спектры аллювиальных отложений, адекватные зональному типу растительности [1, 2]. Возраст осадков, определенный по палинологическим данным, контролировался геоморфологическим положением рыхлых толщ и термолуминесцентными, радиоуглеродными и калий-аргоновыми датировками.

Для всех четырёх страторегионов исследуемой территории установлено шесть хорошо выраженных тёплых эпох, имевших место на протяжении последних 680 000 лет. Для каждого потепления в каждом регионе

пофазно реконструированы палеорастительность, палеофлора и палеоклимат. Межрегиональные стратиграфические и палеогеографические корреляции позволили выявить особенности растительного покрова, флоры и климата тёплых эпох неоплейстоцена во времени и в пространстве.

В начале древнего неоплейстоцена на Дальнем Востоке России произошло заметное потепление и гумидизация климата. Южная тайга перешла на положение единой ландшафтной формации по всему исследуемому региону. От верховьев Колымы и Индигирки (спорово-пыльцевые спектры краснобурых галечников Усть-делянкирского горизонта с абс. датировкой 647000 ± 78000 ТЛ МГУ) до нижнего Приамурья (Каревская, 1972; Решения ..., 1987; Стратиграфия, 1984) распространились темнохвойные и смешанные елово-лиственнично-берёзовые леса, близкие к олигодоминантному типу. В древостое принимали участие *Tsuga*, *Abies*, *Picea* sect. *Omoricae*, *P. Eupiceae*, *P. ajnensis*, различные виды *Pinus* s.g. *Diploxylon* et *Haploxylon*, *Larix sibirica* et *L. dahurica*, *Betula* sect. *Albae* et sect. *Costatae*, а также широколиственные породы: *Juglans*, *Carpinus*, *Quercus*, *Corylus Tilia*, *Ulmus*, *Lonicera*, *Elaeagnus*, *Diervilla*, *Myrica*. Провинциальные особенности растительности проявлялись лишь в небольшом увеличении с севера на юг разнообразия широколиственных таксонов и их роли в фитоценозах. В южных районах Приамурья, кроме перечисленных выше представителей неморальной флоры, в древостое встречались *Pinus koraiensis*, *Fraxinus*, *Ilex*, *Acer*; южнотаёжные формации местами сочетались с хвойно-широколиственными. Ближайшими современными районами-аналогами реконструированных фитоценозов являются южнотаёжные и хвойно-широколиственные леса южного Сихотэ-Алиня и предгорий Малого Хингана.

Вторая тёплая эпоха древнего неоплейстоцена резко отличается от предыдущей. От Индигиро-Колымского междуречья до левобережья нижнего Амура потепление климата во второй половине раннего неоплейстоцена сопровождалось выраженной континентализацией. Повсеместно господствовали сложного состава берёзовые и лиственничные леса в отличие от темнохвойных формаций в начале раннего неоплейстоцена. Помимо берёзы плосколистной, эрмана, манчжурской, даурской, овальнолистной, гмелина и других, в лесах принимали участие широколиственные породы — дуб, липа, вяз, лещина, клён и др. Еловые леса с участием пихты, кедра корейского (в Приамурье) играли подчинённую роль в ландшафтах. Заметна роль травянисто-кустарничковых растений сухих экотопов: эфедры, полыней, маревых. Субширотная дифференциация растительности была выражена слабо. Ареалограмма палеофлоры ложится на запад уссурийского флористического района [4, 5].

Ситуация, аналогичная первому потеплению неоплейстоцена, складывалась и в начале среднего плейстоцена. Получены следующие абс. датировки по осадкам, спорово-пыльцевые спектры которых относятся к оптимуму первой тёплой эпохи среднего плейстоцена: Кюрбеляхский горизонт в Индигиро-Колымском страторегии 410000 ± 100000 ТЛ МГУ; 478000 ± 57000 ТЛ МГУ; Уракские слои в северо-западном Приохотье 350000 ± 87000 ТЛ МГУ; Уклекитские слои в юго-западном Приохотье 355000 ± 88000 Т.Л. МГУ [4,5]. Так

же, как и в начале неоплейстоцена, вся исследуемая территория входила в единую южно-таёжную подзону. Повсеместно росли хвойные и смешанные елово-лиственнично-берёзовые леса с участием пихты и широколиственных таксонов. Однако, по сравнению с олигодоминантными лесами раннего неоплейстоцена, дендрофлора средненеоплейстоценовой тайги была беднее. Из древостоя (за исключением самых южных районов) исчезли наиболее термофильные представители неморальной флоры — *Tsuga*, *Juglans*, *Carpinus*, *Fraxinus*, *Ilex*. Ближайшие районы-аналоги реконструированной палеорастительности расположены в нижнем и среднем Приамурье.

Потепление второй половины среднего неоплейстоцена сопровождалось резкой континентализацией климата по всему региону. Лесные ценозы повсеместно были представлены преимущественно берёзовыми, берёзово-лиственничными, реже — берёзово-лиственнично-еловыми лесами сложного состава. В древостое принимали участие представители бореальной широколиственной флоры: дуб, лещина, липа, ильм, орешник, жимолость. Обильнее был представлен полынно-маревый комплекс сухих экотопов на склонах южной экспозиции. Районом-аналогом реконструированных палеоландшафтов является Юго-Восточное Забайкалье, где в условиях резко-континентального климата растут мелколиственные леса сложного состава — «холодные березняки». Ископаемая флора сходна с современной в бассейне верхнего течения реки Уды [5].

В отложениях двух позднеплейстоценовых тёплых эпох палиносpectрами зафиксированы оптимумы и термогигротические фазы климатических ритмов. В середине первого позднеплейстоценового межледникового в Колымо-Индигирском регионе чётко определяется подзона северо-таёжных лесов. Преобладали лиственничные леса из лиственницы даурской с примесью берёзы широколистной, реже — ели. В долинах рек были развиты ольшаники; кустарниковые формы ольхи и берёзы составляли подлесок в лиственничных лесах. В период максимального потепления в лесах росли жимолость, дёрен, спирея, шиповник. В термогигротическую стадию расширился пояс зарослей кедрового стланика, что указывает на увеличение снежности зим. Климат был мягче современного.

В Охото-Кухтуйской депрессии в оптимум Зырянского (Микулинского) потепления северотаёжные лесные сообщества сочетались со средней тайгой: еловые, елово-берёзовые и лиственничные леса. В древостое большую роль играли ели из секций *Eupiceae* et *Omoricae*, встречалась пихта. Светлохвойные и мелколиственные породы были представлены лиственницей даурской, сосной обыкновенной, берёзами из секций *Albae* et *Costatae*. В подлеске принимали участие относительно холодостойкие *Corylus*, *Myrica*. На склонах был хорошо выражен пояс зарослей ольховника и кедрового стланика.

В юго-западном Приохотье в середине первого позднеплейстоценового потепления господствовали южнотаёжные и смешанные формации, представленные темнохвойными и хвойно-мелколиственными лесами с участием разнообразных широколиственных пород. В древостое преобладали ели секций *Eupiceae* et *Omoricae*, кедр, в том числе — *Pinus koraiensis*; пихта и листвен-

ница встречались реже. В смешанных лесах значительную роль играли разнообразные виды берёз из секций *Albae* et *Costatae*, в том числе *Betula dahurica* et *Betula manschurica*. Небольшую примесь в хвойных и смешанных лесах составляли широколиственные таксоны — *Carpinus*, *Quercus*, *Quercus mongolica*, *Acer*, *Ulmus*, *Tilia*, *Corylus*, *Myrica*, *Lonicera*. В горах существовал неширокий пояс зарослей ольховника и кедрового стланика, а в редких районах с островной вечной мерзлотой — маревый комплекс. Ближайшим районом-аналогом для реконструированных ландшафтов можно считать северный Сихотэ-Алинь. Только к концу потепления в нижнем Приамурье темнохвойные формации постепенно уступали место светлохвойным и мелколистным лесным ценозам.

Весь исследуемый дальневосточный регион в начале позднего плейстоцена относился к умеренному климатическому поясу, а граница с субарктикой проходила значительно севернее её современного положения.

Два климатических ритма позднего плейстоцена на Дальнем Востоке России отличаются от ранне- и среднеплейстоценовых ритмов значительно большими амплитудами изменений климата преимущественно за счёт очень суровых зим. Именно глубокие похолодания, сопровождавшиеся оледенением в горах, существенно повлияли на характер растительности северных гористых территорий во второй половине позднего плейстоцена.

В последнее плейстоценовое потепление субширотная эколого-фитоценотическая дифференциация растительности на исследуемой территории приблизилась к современной.

В Индигиро-Колымском среднегорье в оптимум потепления преобладали северные лиственные леса и редколесья с примесью берёз из секций *Costatae* et *Albae*. В подлеске встречались жимолость, можжевельник. По долинам рек росла ольха; на склонах гор — широкий пояс зарослей кедрового стланика и ольховника, а на выровненных участках с близким слоем вечной мерзлоты — мари, ерники. Климат характеризовался умеренно суровой снежной зимой и холодным избыточно влажным летом.

В северном Приохотье — в пределах Охото-Кухтуйской депрессии и её обрамления в середине последнего плейстоценового потепления существовала северная тайга — лиственные и лиственнично-берёзовые леса, в древостое которых принимали участие несколько видов берёз из секций *Costatae* et *Albae*, ели секции *Eurpiceae*. В подлеске изредка встречались представители бореальной широколиственной флоры — *Corylus*, *Lonicera*. Характерны были мари, ерники, по долинам рек — ольшаники. Специфической особенностью оптимума и термоигротической фазы последнего потепления (как и в Индигиро-Колымском регионе) было заметное расширение пояса зарослей ольховника и кедрового стланика, тяготеющего к океаническому климату с мягкими и снежными зимами.

В Лантаро-Немуйской депрессии, на хр. Джугджур, на побережье Сахалинского залива в середине последней позднплейстоценовой эпохи потепления преобладали среднетаёжные и южнотаёжные формации. Они представлены еловыми, лиственничными, лиственнич-

но-берёзовыми лесами с богатым древостоем, в которых, кроме основных лесообразующих пород, входили пихта и представители бореальной широколиственной флоры: *Corylus*, *Acer*, *Myrica*. По речным долинам росли ольшаники; на склонах гор был развит пояс зарослей ольховника и кедрового стланика, а на участках с островной мерзлотой — ерники и мари.

В нижнем Приамурье преобладали южнотаёжные и среднетаёжные темнохвойные и смешанные леса с участием умеренно-теплолюбивых широколиственных таксонов: *Quercus*, *Acer*, *Corylus*, *Myrica*, *Ulmus*, *Lonicera*.

Последнее потепление слабо выражено по теплообеспеченности, но повсеместно характеризуется меньшей континентальностью, по сравнению с современными условиями. На севере это приводило к расширению пояса зарослей кедрового стланика в горах; в юго-западном Приохотье и Приамурье — к заметному усилению в растительном покрове роли темнохвойных формаций.

Выводы

1. Растительный покров тёплых эпох в начале раннего и среднего плейстоцена отличался слабой эколого-фитоценотической субширотной дифференциацией. На всей территории исследования росли южнотаёжные темнохвойные и смешанные леса, близкие к олигодоминантному типу. Региональные особенности растительности проявлялись в небольшом увеличении с севера на юг разнообразия и роли широколиственных таксонов.

2. Для тёплых эпох второй половины раннего и среднего плейстоцена отмечена резкая континентализация климата. Южно- и среднетаёжные формации повсеместно были представлены берёзово-лиственничными, реже — берёзово-лиственнично-еловыми лесами сложного состава. В древостое принимали участие представители бореальной широколиственной флоры. На склонах южной экспозиции обитали растения сухих экотопов.

3. В последнее потепление плейстоцена структура ландшафтов и региональные фитоценотические особенности исследуемой территории приблизились к современным.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 11-05-00147-а.

Литература

1. Гричук М. П., Каревская И. А., Карташова Г. Г. и др. Состав пыльцы и спор в различных современных осадках Восточной Сибири и Дальнего Востока // Методические вопросы палинологии. М.: Наука, 1973. С. 77—82.
2. Каревская И. А. История развития растительности плейстоцена верховий р. Колымы в связи с проблемами палеогеоморфологии. Автореф. канд дис. М.: Изд-во МГУ, 1972. 34 с.
3. Пармузин Ю. П. Природные границы советского Дальнего Востока // Вопросы природного районирования Советского Дальнего Востока в связи с районной планировкой. М.: изд-во МГУ, 1962. С. 12—19.
4. Решения Межведомственного стратиграфического совещания по четвертичной системе Востока СССР // Труды Межведомственного стратиграфического комитета СССР. Магадан: Наука, 1987. С. 150—184.
5. Стратиграфия четвертичных отложений Индигиро-Колымского среднегорья. М.: Изд-во МГУ, 1984. 63 с.
6. Флора СССР. М.-Л.: Наука, 1934. Т. 1. 860 с.

МИКУЛИНСКИЕ ОТЛОЖЕНИЯ В БАССЕЙНЕ СРЕДНЕЙ ПРОТВЫ (ПО ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ)

И. А. Каревская, Е. А. Ерёмченко

Московский государственный университет, Москва; *Karevskaya@mtu-net.ru*

Приведены результаты послойного спорово-пыльцевого анализа толщи овражно-балочного заполнения в бассейне реки Протвы Калужской области. Установлено, что в днищах малых эрозионных форм краевой зоны московского оледенения сохранились микулинские отложения древних погребённых врезов.

В центральных районах Русской равнины при деградации московского ледникового покрова процессы ледникового и водно-ледникового морфолитогенеза сменялись флювиальными и склоновыми. При изучении эволюции верхних звеньев флювиальной сети (МЭФ) установлено, что в днищах малых эрозионных форм сохранились отложения древних погребённых врезов, перекрытые толщами делювиально-солифлюкционных отложений. В истории МЭФ имели место этапы ослабления деятельности эрозионных и склоновых процессов и создавались условия, благоприятные для торфонакопления [3]. Всестороннее аналитическое исследование погребённых толщ овражно-балочного заполнения позволяет существенно дополнить имеющиеся представления о характере природной среды на разных этапах плейстоцена и выявить особенности эволюции локальных палеоландшафтов.

В среднем течении р. Протвы (Калужская область) проведено исследование толщи заполнения позднемосковской ложбины стока талых ледниковых вод мощностью около 10 м. Для толщи ложбинного заполнения выполнен спорово-пыльцевой анализ, а также — гранулометрический, валовый химический и текстурный анализы, позволяющие интерпретировать палинологические данные с учётом генетических особенностей осадков.

Верхняя часть рыхлой толщи (гл. 7.4 м—0.0) представлена тяжёлым или средним суглинком, серым с бурыми и палевыми пятнами с прослоями супеси и песка, с гл. 2 м — с включениями дресвы. На глубине 7.4—8.9 м обнаружен погребённый торф с примесью обломочного материала. Цвет торфа от тёмно-серого до бурого; встречаются многочисленные обломки древесины. Наибольшее количество органического вещества (до 80—85 %) характерно для средней части слоя (7.9—8.3 м). В верхней и нижней его частях доля органического вещества составляет лишь 20—30 %. Среди обломочной составляющей преобладает алеврит (40—50 %), меньше глины (30—40 %) и песка (до 20 %). На глубине 8.9—9.82 м торфянистый горизонт подстилает слой коричнево-серого среднего суглинка с песком.

По результатам гранулометрии и стратификации осадков установлено, что нижние слои накапливались в условиях стабилизации и имели биогенный и биогенно-делювиальный генезис. Выше лежащие слои представляют собой продукт склоновой аккумуляции.

Палинологический анализ выполнен для 42 образцов с глубины 9.82—0.01 м. По соотношению пыльцы и спор доминантов растительного покрова, а также по ископаемой палинофлоре на диаграмме снизу вверх выделяются следующие палинозоны.

Палинозона 1 — глубина 9.82—8.5 м. К ней относятся спорово-пыльцевые спектры, характеризующие суглинки в основании разреза (9.82—8.9 м) и перекрывающие их нижние горизонты торфа на глубине 8.85—8.5 м. В спектрах преобладает пыльца деревьев и кустарников (70—44 %), представленная *Picea* sect. *Eupiceae* (20—67 %) et *P.* sect. *Omoricae* (10—25 %), в меньшей степени — *Pinus* s.v (6—26), *P.* sect. *Cembrae* (5—15 %), *Betula* sect. *Albae* (8—30 %). Постоянно присутствует пыльца теплолюбивых широколиственных таксонов — *Acer*, *Quercus*, *Tilia*, *Ulmus* (11 %), *Corulus*, *Lonicera*, *Caprifoliaceae*, *Cannabaceae*, *Elaeagnaceae*.

Среди трав и кустарничков (20—33 %) доминируют *Gramineae*, *Cyperaceae*, *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Caryophyllaceae*, субдоминантами являются *Liliaceae*, *Ranunculaceae*, *Dipsacaceae*. Споры представлены в основном зелеными мхами и единичными зёрнами лесных видов плаунов и плаунков. Близкое сходство между собой ископаемых спектров свидетельствует об их осредненности и интегральности, что характерно для спорово-пыльцевых спектров отложений, формирующихся в условиях постоянного водотока.

На глубине 8.85—8.5 м в спорово-пыльцевых спектрах резко возрастает роль пыльцевых зёрен *Pinus* s.v. (32—53 %) и *Pinus* sect. *Cembrae* (10—35 %) с участием *Pinus sibirica*; практически исчезает пыльца темновойной пород. Субдоминантами являются представители *Betula* sect. *Albae* (до 10—15 %) — *Betula pendula* et *B. pubescens*, а также — широколиственных пород — *Ulmus* (4—11 %), *Corylus* (до 5 %). Обнаружены единичные зёрна *Quercus*, *Acer*, *Tilia*, *Corulus*, *Caprifoliaceae*, *Cannabaceae*.

В группе трав и кустарничков преобладают зёрна *Gramineae*, *Cyperaceae*, *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Caryophyllaceae*, *Liliaceae*, *Ranunculaceae*; обнаружена *Ephedra*. Среди спор доминируют *Bryales* et *Polypodiaceae*, единичны *Lycopodium clavatum*, *L. Annotinum*.

Ископаемые палиноспектры осадков на глубине 8.85—8.5 м близки к спектрам на глубине 9.8—8.9 м. Исключением является лишь резкое изменение доли участия в них пыльцы елей и сосен. Учитывая значительную роль ветрового фактора в формировании спорово-пыльцевых спектров и особенно той их составляющей, которая представлена пыльцой хвойных пород, все ископаемые спектры на глубине 9.82—8.5 м можно объединить в одну палинозону. Резкое увеличение в верхней части описываемой палинозоны пыльцевых зёрен *Pinaceae* связано, по видимому, с изменением генезиса осадков снизу вверх по разрезу: аллювиальные хорошо осреднённые и интегральные спорово-пыльце-

вые спектры сменяются относительно локальными спектрами небольшого торфяника, в значительной степени зависящими от рельефа местности и направления ветровых потоков.

Палинозона 2 — горизонт торфа на глубине 8.5–7.4 м. В спорово-пыльцевых спектрах преобладает пыльца древесно-кустарниковых пород (40–70 %). Доминантами являются *Picea* sect. *Eupiceae* (до 37 %), *P.* sect. *Omoricae* (до 10 %), *Pinus* s.v. (до 40 %), *P.* sect. *Cembrae* (до 35 %), *Quercus* (до 25 %), *Ulmus* (до 15 %), *Corulus* (до 10 %). В целом пыльца широколиственных пород составляет 20–57 % от суммы пыльцы деревьев и кустарников и отличается разнообразием ископаемой палинофлоры: *Acer* (6 %), *Carpinus* (до 3 %), *Tilia* (до 5 %), *Carpifoliaceae* (4 %), единичные зерна *Acacia*, *Gelastraceae*, *Thymelaceae* *Lonicera*, *Carpifoliaceae*, *Cannabaceae*, *Elaeagnaceae*. Постоянно присутствуют зёрна мелколиственных пород — *Alnus glutinosae* (4–7 %), *A. incana* (1–5 %), *Betula pubescens* (5–10 %), *B. pendula* (1–5 %).

В группе трав и кустарничков преобладают *Gramineae*, *Cyperaceae* и представители лугового разнотравья. Споры представлены в основном *Bryales*, *Polypodiaceae*, *Sphagnum*.

Палинозона 3 — суглинки на глубине 7.4–6.0 м. Спорово-пыльцевые спектры существенно отличаются от нижележащих по разрезу. В общем составе резко снижается процент пыльцы древесно-кустарниковых пород (до 20 %) и возрастает роль трав и кустарничков (45–56 %). Сокращается доля пыльцы *Picea* sect. *Eupiceae* (4–15 %), исчезают или присутствуют единично зерна *Picea* sect. *Omoricae*. Значительна роль пыльцы *Pinus* sect. *Cembrae* (*Pinus sibirica*?) — до 6–25 %, *Pinus* s.v. (10–40 %), *Betula pubescens* (до 18 %), *Cupressaceae* (5–50 %). Единичны зерна наиболее выносливых широколиственных растений — *Corylus*, *Ulmus*, *Carpifoliaceae*. Постоянно встречаются микрофоссилии представителей субарктики: *Betula* sect. *Nanae* (до 6 %), *Betula* sect. *Fruticosae* (5 %), *Alnaster* (1–2 %).

Среди трав и кустарничков доминируют *Gramineae*, *Cyperaceae*, *Liliaceae*, *Ranunculaceae*. Много микрофоссилий растений прибрежно-болотных и сырых экотопов: *Potamogetonaceae*, *Alismataceae*, *Jungaginaceae*, *Valerianaceae*, *Pedicularis*, *Osmunda*, *Bryales*.

Именно в этом горизонте отмечены зёрна таксонов, приуроченных к нарушенным грунтам, а также пыльца современных растений с сохранившейся органикой, что подтверждает склоновый генезис анализируемых осадков.

Образцы из вышележащих горизонтов (6.0–0.1) содержат очень мало ископаемых микрофоссилий, среди которых преобладают травянисто-кустарничковые таксоны и споры. Нет пыльцы термофилов. Судя по присутствию зёрен *Malvaceae*, *Cicoriaceae*, *Urtica*, *Plantaginaceae*, *Botrychium virginianum* (60 %!) в образце на глубине 3.6 м, ископаемые спектры очень мало осреднены в силу склонового генезиса отложений и «засорены» современной пыльцой растений, обитающих вблизи места отбора образцов.

В почвенном образце с глубины 0.05–0.01 м. преобладает пыльца древесно-кустарниковых пород (47 %). Доминируют зерна *Picea* sect. *Eupiceae* (29 %), *Pinus* s.v.

(40 %); субдоминанты — *Thymelaceae* (12 %), *Betula* sect. *Albae* (5 %), *Carpifoliaceae* (4 %). Единичны зерна *Corylus*, *Quercus*, *Elaeagnaceae*, *Asaceae*, *Hippophaea*.

В группе трав преобладает пыльца *Cyperaceae* (44 %), *Gramineae* (16 %). Разнообразны представители луговых сообществ: *Caryophyllaceae*, *Umbelliferae*, *Asteraceae*, *Compositae*, *Artemisia* и др., а также увлажненных экотопов: *Valerianaceae*, *Alismataceae*, *Polygonum* sect. *Persicaria*. Среди спор доминирует *Bryales* (40 %), *Polypodiaceae* (16 %), *Diphaceae* (12 %).

Субфоссильный спектр несет следы локальной растительности прилегающих садов и огородов — пыльца волчегородниковых, жимолостных, зёрна акации, облепихи.

Учитывая разный генезис осадков, слагающих исследуемую рыхлую толщу — аллювий малых водотоков, торфяники, склоновые — при интерпретации ископаемых спорово-пыльцевых спектров большое внимание уделялось особенностям их формирования. Специфика спорово-пыльцевых спектров, перечисленных генетических типов осадков предполагает постоянное присутствие в ископаемых спектрах значительной доли локального компонента — пыльцы и спор растений, обитающих вблизи исследуемой рыхлой толщи, а также микрофоссилий из вышележащих склоновых отложений. Процентное соотношение пыльцы древесных пород в значительной степени определялось фактором ветрового переноса пыльцы и вектором этого переноса.

Анализ ископаемых спорово-пыльцевых спектров с учетом их генетических особенностей и сопоставление с опубликованными палинологическими данными [1, 2] позволяет сделать следующие выводы об условиях и времени формирования исследуемой толщи овражно-балочного заполнения.

Глинистые осадки на глубине 9.82–8.5 м накапливались в условиях широкого распространения на территории исследования хвойных и смешанных лесов с примесью термофильных широколиственных пород: клена, липы, дуба, лещины, ильма, жимолостных. Возможно, однако, что роль темнохвойных ценозов в растительном покрове территории была значительно меньше, так как спорово-пыльцевые спектры малых водотоков относительно локальны и отражают в большой степени растительные сообщества залесённых склонов балки или оврага, в днище которого формировались осадки. Высокий процент пыльцы сосен (гл. 8.9–8.5) может являться результатом ветрового заноса микрофоссилий из соседних, скорее всего более северных регионов, поскольку среди пыльцы сосновых обнаружены зёрна сибирского кедра. Наряду с лесными и лесостепными ценозами значительную роль в палеоландшафтах играли остепнённые сообщества, состоящие из представителей степного и лугового разнотравья — полыни, маревые, лилейные, гвоздичные, злаки, осоки, лютиковые. На существование сухих экотопов указывают и единичные зёрна *Ephedra*.

Теплолюбивый характер растительности, значительный процент участия в дендрофлоре термофильных широколиственных и экзотических элементов, признаки остепнения в растительном покрове территории, а также стратиграфическое положение осадков, подстилающих микулинские торфяники, позволяет предполагать,

что накопление нижних горизонтов исследуемой толщи (9.82–8.5 м) происходило в термоксеротическую стадию микулинского межледниковья.

Рыхлые отложения на глубине 8.5–7.4 м накапливались после значительного перерыва в середине микулинского межледниковья. Спорово-пыльцевыми спектрами зафиксирован фрагмент глубокого потепления климата, во время которого на территории господствовали лесные формации, представленные темнохвойными, широколиственными и смешанными ценозами с богатым и разнообразным древостоем. В это время плакоры были покрыты дубовыми или сосновыми лесами с примесью клена, граба, с подлеском из лещины. В долинах рек и в балочных понижениях на увлажненных склонах росли ольшаники, смешанные елово-березовые и ильмовые леса. Ископаемая дендрофлора характеризуется разнообразием видов и родов: пихта, различные виды елей, сосен, берёзы пушистая и бородавчатая, серая и чёрная ольха, граб, акация, дуб, клён, ильм, лещина, липа, тополь, жимолостные, калина, бересклет, волчегодниковые, лоховые и др.. Значительна доля экзотических элементов: каштан (?), граб, акация, ели из *sect. Omoricae*, южные виды сосен *sect. Cembrae*, ареал которых в настоящее время находится значительно южнее исследуемой территории. Климат был значительно теплее и континентальнее современного.

Теплолюбивый характер реконструированной растительности, богатство и относительно архаичный облик ископаемой палинофлоры, последовательность максимумов ильма, дуба и граба снизу вверх на спорово-пыльцевой диаграмме позволяет коррелировать выявленную палинозону с пыльцевой зоной В-3 разреза Бутовского болота, расположенного в бассейне реки Протвы на юго-восточном макросклоне Смоленско-Московской возвышенности. По заключению О. К. Борисовой [2] слой торфа, охарактеризованный палинозой В-3, относится к оптимуму Микулинского межледниковья.

После значительного перерыва этап торфообразования (гл. 8.5–7.4 м) сменился формированием чехла

склоновых отложений на глубине 7.4–6.0 м. Соотношение в ископаемых спектрах пыльцы доминантов растительного покрова и характер палинофлоры позволяет предполагать, что территория исследования продолжала находиться в пределах лесной зоны. Высокий процент пыльцы трав и кустарничков в общем составе спектров, скорее всего связанный со склоновым генезисом осадков, может, тем не менее указывать на появление незалесённых пространств, занятых болотно-тундровыми группировками. Характер растительного покрова изменился. Преобладали таежные формации, представленные, в основном, сосновыми и мелколиственными лесами. Роль темнохвойных ценозов, состоящих в основном из *Picea sect. Europiceae*, резко сократилась. В составе основных лесов появились сосны сибирские, лиственницы. Возросла роль березняков, состоящих преимущественно из березы пушистой, в настоящее время тяготеющей к сырým более северным экотопам. В лесных ценозах резко сократилась доля широколиственных таксонов. Из дендрофлоры исчезли термофильные виды и роды; сохранились лишь наиболее выносливые — лещина, калина, жимолостные, волчегодниковые. Появились тяготеющие к сырým местообитаниям кустарниковые виды берез, ольховник, возросла роль гидрофильных трав и кустарничков, зелёных мхов. Климат менялся в сторону похолодания, по-видимому, в одну из фаз термоигротической стадии микулинского межледниковья.

Литература

1. *Болховская Н. С.* Эволюция лёссово-почвенной провинции Северной Евразии. М.: Изд-во МГУ, 1995. 270 с.
2. *Борисова О. К.* Изменение растительности и климата при переходе от Микулинского межледниковья к раннему Валдаю // Палинология: стратиграфия и геоэкология. Санкт-Петербург: Изд-во ВНИГРИ, 2008. С. 82–87.
3. *Ерёменко Е. А., Каревская И. А., Панин А. В.* Последледниковая трансформация флювиогляциальных ложбин в краевой зоне Московского оледенения // Известия РАН. 2010. Сер. географическая, № 2. С. 56–70.

ЛАНДШАФТНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ ПРИАЗОВЬЯ В ПОЗДНЕМ ГОЛОЦЕНЕ НА ОСНОВЕ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ АЗОВСКОГО МОРЯ

К. В. Краснорущая¹, Е. Ю. Новенко²

¹Институт аридных зон Южного научного центра РАН, Ростов-на-Дону; *kristi_kras007@mail.ru*

²Институт географии РАН, Москва; *lenanov@mail.ru*

Представлены новые результаты спорово-пыльцевого анализа позднеголоценовых донных отложений Азовского моря. Проведена реконструкция растительного покрова и климата Приазовья на протяжении последних 3000 лет. Используя информационно-статистический метод В. А. Климанова, были получены средние температуры января, июля и среднегодовые температуры для различных периодов формирования отложений. В позднем голоцене выделены четыре теплые и сухие фазы. Три фазы с более прохладным и влажным климатом, характеризующиеся расширением в Приазовье древесной растительности. Наиболее холодные фазы были выявлены в конце суббореала и на протяжении Малого ледникового периода. Разница средних температур января и июля, а также среднегодовых температур между более теплыми и более холодными интервалами составляла около 2–4 °С.

Изучение палеогеографии аридной зоны Приазовья в позднем голоцене представляет большой интерес для решения некоторых вопросов исторической географии юга Восточно-Европейской равнины. Палинологические исследования донных осадков Азовского моря помогают восстановить геологическую историю бассейна, уточнить стратиграфию донных отложений, выяснить палеогеографические условия, существовавшие во время формирования отложений.

Стратиграфия голоценовых отложений Азовского моря основывается на различии литологического состава осадков и изменения фауны двустворчатых моллюсков. Новоэвксинские континентальные аллювиально-старичные отложения начинают разрез голоцена и представлены преимущественно слабосцементированными мелкозернистыми песками и алевритами. Выше они сменяются морскими осадками древнеазовского времени, которые по литологическому составу отличаются от современных более грубым терригенным материалом. Фаногорийские озерно-морские отложения фиксируются только в юго-восточной части Азовского моря и характеризуются значительным содержанием растительных остатков в глинистых и алевритовых илах [13]. Новоазовские современные осадки сформировались в последний этап черноморской трансгрессии. В этот отрезок времени практически по всей площади дна шло интенсивное осаждение, как аллохтонного, так и автохтонного материала. Нижняя граница этих слоев датируется радиоуглеродным методом как 3100 ± 170 лет назад [9].

Донные осадки Азовского моря интенсивно изучались методом спорово-пыльцевого анализа в 60–80 гг. XX в. [4, 6]. Однако данные о палеогеографических условиях формирования новоазовских отложений весьма фрагментарны.

Материалами для представленного исследования послужили две колонки донных отложений юго-восточного (колонка 86: N 37°19'17", E 45°41'09") и северо-восточного (колонка 185: N 38°0'34", E 46°39'55") участков акватории Азовского моря. Вскрытые осадки охватывают возраст до 3000 лет и позволяют изучить весь период формирования новоазовских отложений. В литологическом отношении осадки представлены в большинстве своем илами (глинистыми илами), смешанными осадками (смесь в близких про-

порциях фракции ила, алеврита и песка, включая детрит) и песками (песчано-ракушечными отложениями) [8].

Отличительной особенностью выполненных нами исследований является высокая степень дробности отбора образцов (отбор проб проводился через интервал 2–3 см).

Образцы для спорово-пыльцевого анализа были подготовлены по стандартной методике [5]. Построение спорово-пыльцевых диаграмм проводилась с помощью программы TILIA и приложения TILIA-Graph.

Полученные в последнее время данные [10] показали, что спорово-пыльцевые спектры отложений Азовского моря сформировались за счет трех источников поступления материала: пыльцы и спор растений, входящих в состав растительных сообществ побережья, заносной пыльцы (в основном пыльца древесных пород и споры лесных растений), и переотложенных форм, поступивших в результате размыва неогеновых отложений. Причем, в привносе пыльцы из других регионов большую роль играет не только перенос воздушным путем, но и сток рек. Поэтому, в представленной работе за 100 % принималась пыльца только травянистых растений (автохтонный компонент спектров). Процентные содержания пыльцы древесных, спор и переотложенных форм были рассчитаны по отношению суммы пыльцы трав.

Климатические реконструкции для голоценовых отложений (расчеты средних температур самого теплого, самого холодного месяцев и года) выполнены при помощи информационно-статистического метода В. А. Климанова [7].

Результаты палинологического анализа показали, что в спорово-пыльцевых спектрах отложений обеих изученных колонок преобладает пыльца травянистых растений (рис. 1).

Доминантами в спектрах является пыльца представителей семейства *Chenopodiaceae* (30–40 %) и рода *Artemisia* (40–45%) от суммы NAP. Содержание пыльцы *Poaceae* также высоко и достигает в некоторых образцах 20 %. Пыльца разнотравья (*Ariaceae*, *Fabaceae*, *Lamiaceae*, *Brassicaceae*) широко представлена на всех глубинах. В группе пыльцы древесных пород преобладает пыльца *Alnus* (до 20 %). В высокой степени (около 15–20 %) на формирование спектров оказывает влияние пыльца *Quercus* и *Carpinus*. В качестве постоянных

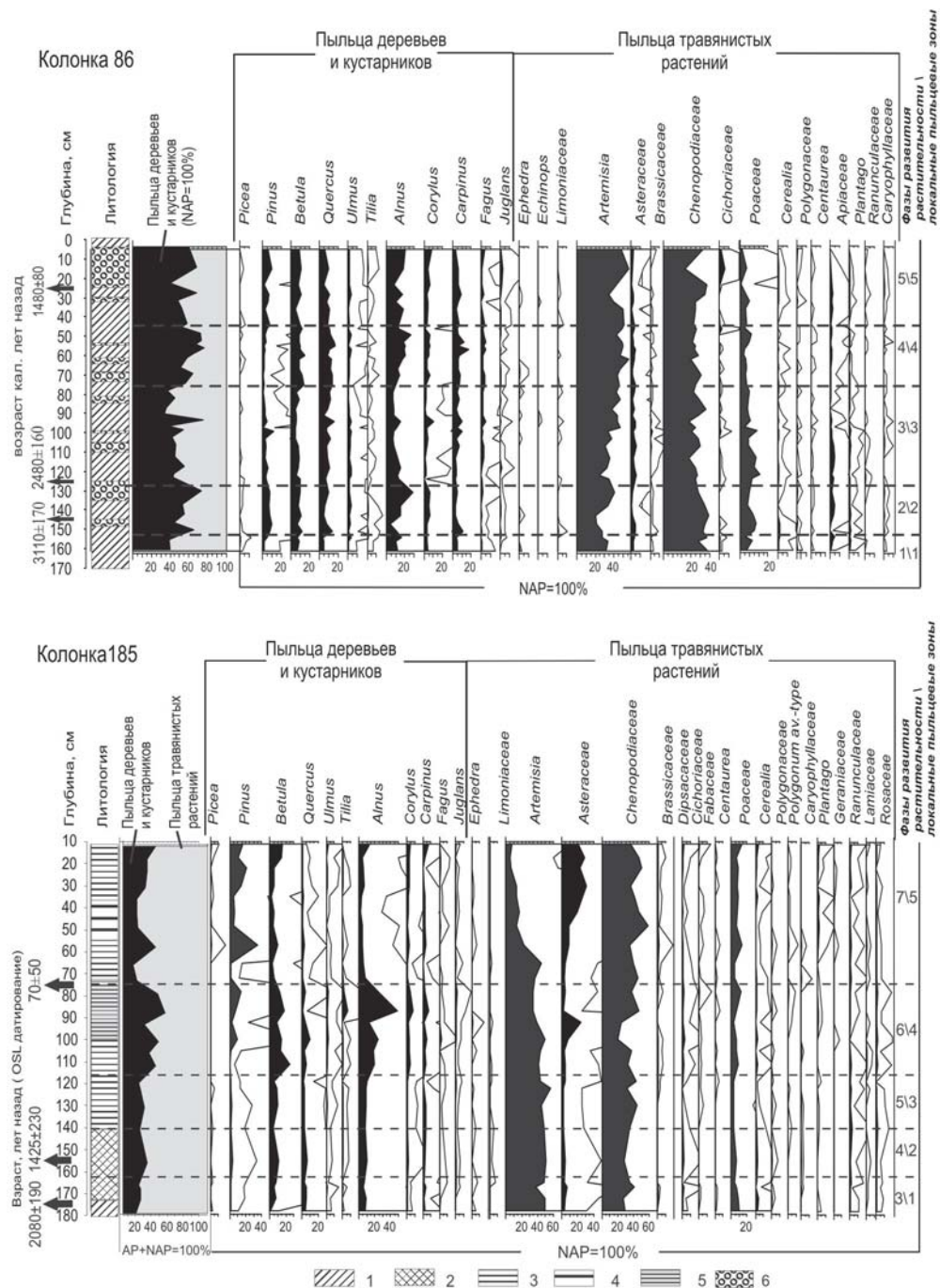


Рис. 1. Спорово-пыльцевые диаграммы колонок донных отложений Азовского моря.

1 — глинистый ил, 2 — сильноизвестковый глинистый ил, 3 — алевроитово-глинистый ил, 4 — песок мелкозернистый заиленный, 5 — песчано-глинистый мелкоалевритовый ил, 6 — заиленная ракуша

компонентов группы пыльцы древесных можно отметить *Picea*, *Pinus*, *Corylus*, *Fagus* и *Ulmus* (1–10%). Редкими элементами спектра является пыльца таких родов, как *Juglans* и *Tilia*, единично отмечены пыльцевые зерна *Hippophae rhamnoides*. Во всех горизонтах разреза присутствуют пыльцевые зерна водных растений: *Sparganium* (в большом количестве), *Typha latifolia* и *Potamogeton* (единично), очевидно принесенные в морские отложения водами Дона и Кубани.

Споры немногочисленны и представлены преимущественно папоротниками семейства *Polypodiaceae*. Кроме них, отмечены споры сфагновых мхов и лесных плаунов. В образцах присутствуют споры печеночных

мхов, предпочитающих открытые субстраты, например береговые обрывы.

Спорово-пыльцевые спектры практически всех горизонтов содержат переотложенную пыльцу и споры из неогеновых отложений.

Детальный спорово-пыльцевой анализ в комплексе с результатами датирования абсолютного возраста отложений [9] позволил проследить динамику растительности и климата, начиная с конца суббореального периода голоцена и, таким образом, рассмотреть весь интервал формирования новоазовских отложений. Данные изученных колонок дополняют друг друга в хроностратиграфической последовательности.

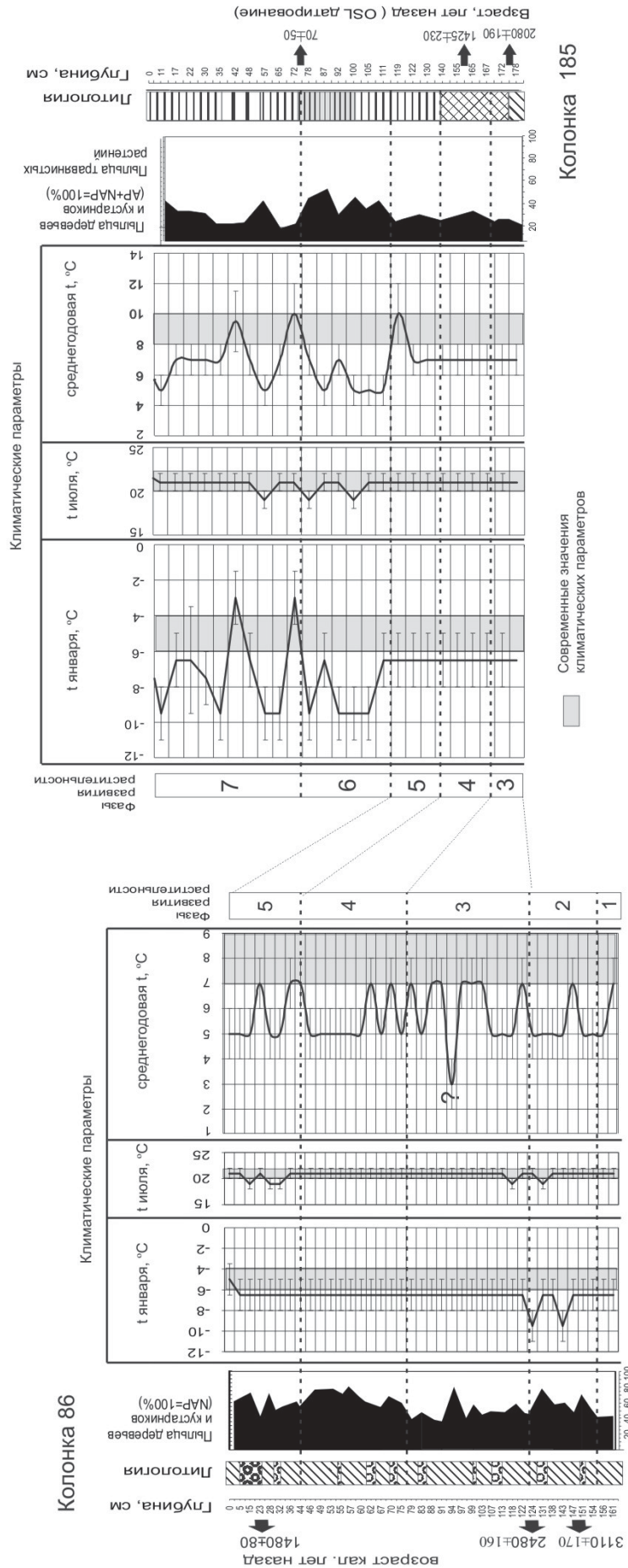


Рис. 2. Климатические реконструкции по палинологическим данным колонок донных отложений Азовского моря

Интерпретация палинологических данных для аридных регионов имеет свою специфику. Очевидно, что увеличение доли пыльцы древесных пород в отложениях колонок, расположенных в северной части Азовского моря и в Таганрогском заливе, происходит за счет привноса материала из северных районов, и это может интерпретироваться как сигнал о продвижении границы лесостепи к югу и некотором увлажнении территории. Спорово-пыльцевые спектры донных осадков юго-восточной части Азовского моря находятся под влиянием предкавказских широколиственных лесов [6]. Увеличение доли пыльцы деревьев в спектрах этого региона может свидетельствовать, как об увеличении осадков, так и об изменении антропогенного пресса на растительный покров.

Отложения **колонки 86** дают возможность рассмотреть историю развития растительного покрова юго-восточного Приазовья в позднем суббореале и раннем субатлантике. В спорово-пыльцевых спектрах ведущим компонентом является пыльца травянистых растений. Стабильное высокое содержание пыльцы маревых и злаков и присутствие видов индикаторов южных степей (*Ephedra*, видов семейства Plumbaginaceae, Dipsacaceae) свидетельствует о широком развитии степей, как зонального типа растительности на протяжении всего позднего голоцена. Однако, внутренняя структура растительных сообществ не оставалась постоянной. На спорово-пыльцевой диаграмме прослеживается интервал, характеризующийся мезофитными пыльцевыми спектрами и увеличением пыльцы деревьев и кустарников в интервале глубин 125—150 см (рис. 1, колонка 86, зона 2). Этот интервал по времени соответствует 2500—3200 лет назад (в калиброванной шкале) и может быть уверенно сопоставлен с позднесуббореальным похолоданием [12], которое привело к расширению площадей лесов в долинах Днепра и Дона. Здесь прослеживается синхронное понижение температур января и июля, по сравнению с предыдущим отрезком времени 2800—3100 лет назад. Среднегодовые температуры также принимают низкие значения: 4—6 °С (рис. 2). На границе суббореала и субатлантики в бассейне Азовского моря происходит некоторое увлажнение климата [3]. Вопрос об интерпретации более поздней фазы распространения древесной растительности, продолжительностью около 300 лет (1500—1800 лет назад) (рис. 1, колонка 86, зона 4) пока остается открытым. Увеличение доли пыльцы дуба, граба и орешника в отложениях юго-восточной части акватории может свидетельствовать о расширении площадей предкавказских широколиственных дубовых и дубово-грабовых лесов, в настоящее время почти уничтоженных хозяйственной деятельностью человека. Возрастание доли ольхи и березы может указывать на развитие пойменных лесов Кубани и других крупных рек. Тенденция изменения климатических характеристик этого периода совпадает для данных двух колонок. Среднегодовые температуры колеблются довольно сильно и часто принимают достаточно низкие величины (рис. 2).

В начале субатлантического периода голоцена растительный покров юга степной зоны приобрел современный облик [1, 4]. По данным спорово-пыльцевого анализа дельтовых озер Кубани [11], в северной части Восточного Приазовья растительность была более ксе-

рофитной. Здесь в большей степени были выражены процессы остепнения, что привело к значительному сокращению лесных площадей. Возможно, этому способствовало также и антропогенное воздействие. Сложная ритмика природных процессов в субатлантический период, чередование более сухих и более влажных фаз, реконструирована по палинологическим данным Таманского полуострова [2]. Климатические реконструкции по данным колонки 86 показали, что средние показатели температур января колебались в пределах –5—8 °С, а средние температуры июля принимали значения 20—22 °С.

Согласно имеющимся датировкам, отложения **колонки 185** сформировались в субатлантическом периоде (его средняя и поздняя фазы). Полученные данные позволяют сделать вывод, что в среднем субатлантике на северном и северо-восточном побережье Азовского моря были распространены формации южных степей. Климат был близок к современному с характерными континентальными чертами: относительно низкими зимними температурами (до –10—11 °С) и высокими летними (20—23 °С) в сочетании с небольшим количеством осадков. Результаты спорово-пыльцевого анализа дают основания в течение позднего субатлантика выделить фазу с более гумидными условиями (рис. 1, колонка 185, зона 6/4). Климат этого временного промежутка характеризуется заметным похолоданием (рис. 2). Температура января опускается до –11 °С, температура июля принимает минимальные значения – до 18 °С. Среднегодовая температура опускается до 4—6 °С. Опираясь на результаты датирования и скорость осадконакопления в данной части Азовского моря, возрастные границы этой фазы оценены приблизительно как 150—650 лет назад, что включает в себя Малый ледниковый период.

Полученные данные спорово-пыльцевого анализа морских отложений Азовского моря показали, что в позднем голоцене на прилегающей территории были распространены степные ландшафты, по своей структуре близкие к современной растительности. Однако, растительный покров не оставался постоянным на протяжении последних 3000 лет. История развития растительности северного и восточного Приазовья включала в себя четыре более теплые и сухие и три относительно прохладные и гумидные фазы.

Особого внимания заслуживают фазы (2500—3200, 1500—1800, 150—650 кал. лет назад), характеризующиеся увеличением доли древесной растительности. Очевидно, леса с преобладанием ольхи и дуба могли распространяться в поймах крупных рек. Климат выделенных фаз отличался выраженным похолоданием и, возможно, увлажнением. Амплитуда средних температур января и июля, а также среднегодовых температур между более теплыми и более холодными интервалами составляла около 2—4 °С.

Литература

1. *Артошенко А. Т.* Растительность лесостепи и степи Украины в четвертичном периоде. Киев: Наукова думка, 1970. 172 с.
2. *Болховская Н. С., Горлов Ю. В., Кайтамба М. Д. и др.* Изменение ландшафтно-климатических условий Таманского полуострова на протяжении последних

6000 лет // Проблемы истории, филологии, культуры, 2002. В. XII. С. 257–271.

3. Вронский В. А. Палинологические исследования донных осадков южных морей // Палинология нижнего Дона и Сев. Кавказа. Ростов-на-Дону, 1971. С. 113–125.

4. Вронский В. А. Палеогеография Азовского моря в голоцене // Известия АН СССР, 1988. Сер. геогр., № 2. С. 66–71.

5. Гричук В. П. Проблемы физической географии, 1940. В. 8. С. 53–58.

6. Исагулова Е. З. Палинология Азовского моря. Киев: Наукова думка, 1978. 88 с.

7. Климанов В. А. Связь субфоссильных спорово-пыльцевых спектров с современными климатическими условиями // Известия Академии наук СССР, 1981. Сер. географ. В. 5. С. 101–114.

8. Матишов Г. Г. Морфология дна и донные отложения // Азовское море в конце XX-начале XXI веков: геоморфология, осадконакопление, пелагические сообщества. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2008. С. 13–32.

9. Матишов Г. Г., Ковалева Г. В., Польшин В. В. Новые данные о скорости седиментации в Азовском море в позднем голоцене // Доклады Академии наук, 2009. Т. 428, № 6. С. 820–823.

10. Матишов Г. Г., Новенко Е. Ю. Палинологические исследования донных отложений // Азовское море в конце XX-начале XXI веков: геоморфология, осадконакопление, пелагические сообщества. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2008. С. 112–134.

11. Мищенко А. А. История развития природы Восточного Приазовья в голоцене (по палинологическим данным) // Комплексный мониторинг среды и биоты Азовского бассейна. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2004. С. 10–28.

12. Хотинский Н. А. Голоцен Северной Евразии. М.: Наука, 1977. 198 с.

13. Хрусталева Ю. П., Щербаков Ф. А. Позднечетвертичные отложения Азовского моря и условия их накопления. Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского университета, 1974. 152 с.

ИЗУЧЕНИЕ ИСТОРИИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ АФРОАЛЬПИЙСКОГО ПОЯСА ГОР БАЛЕ (ЭФИОПИЯ) В ГОЛОЦЕНЕ НА ОСНОВАНИИ СПОРОВО-ПЫЛЬЦЕВОГО АНАЛИЗА ЗООГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Е. А. Кузьмичева^{1,2}, Е. Э. Северова¹, Б. Ф. Хасанов²

¹Московский государственный университет, Москва; first-red-sunset@yandex.ru

²Институт проблем экологии и эволюции РАН, Москва

В целях изучения истории растительности высокогорья Бале был проведен спорово-пыльцевой анализ зоогенного отложения скальной ниши Конте (горы Бале, Эфиопия), расположенной на высоте 4100 м н. у. м. Осадконакопление началось около 7000 лет назад. Пыльцевой спектр монодоминантный — от 43.7 до 63.2 % от всей зарегистрированной пыльцы приходится на долю сложноцветных. Выделено две пыльцевых зоны, начало формирования зоны II приходится на I тысячелетие до н. э. (2500—3000 лет назад). Увеличение концентрации пыльцы ветроопыляемых древесных пород в зоне II может свидетельствовать о начале активной деятельности человека в нижележащих горных поясах. Сравнение спектра моховой подушки со спектром поверхностного образца зоогенного отложения показывает, что зоогенные отложения достоверно отражают состав растительности и могут быть использованы для реконструкций растительных сообществ в голоцене.

Исследование истории растительного покрова в голоцене необходимо для понимания процессов его формирования, современного состояния и путей будущего развития. Основным методом исследования развития растительных сообществ в региональном масштабе был и остается спорово-пыльцевой анализ аллювиальных, озерных и болотных отложений. Однако использование классических объектов палинологических исследований — озерных отложений и торфяников — не всегда возможно из-за отсутствия последних в ряде экосистем, особенно в аридных и семиаридных условиях [1]. Незаменимым источником информации для реконструкции истории экосистем таких территорий являются зоогенные отложения пещер и различных скальных ниш.

В целях изучения истории растительности афроальпийского пояса высокогорья Бале нами был проведен

спорово-пыльцевой анализ зоогенного отложения Конте, сформировавшегося в скальной нише внизу отвесной скалы юго-восточной экспозиции на плато Санетти в горах Бале, Эфиопия, на высоте 4100 м н. у. м. (6°51' с. ш., 39°53' в. д.). Современным климатическим условиям гор Бале свойственна ярко выраженная высотная поясность, характеризующаяся резкими различиями в количестве осадков и температурных режимах на разных высотах, что находит свое отражение в растительном покрове. Исследуемая нами ниша расположена на высокогорном плато с афроальпийской растительностью, типичной для высокогорий Восточной Африки. Наиболее характерными ее представителями являются злаки (*Festuca richardii*, *Pentastichis pictigluma* s.l. и др.) и подушковидные сложноцветные (виды рода *Helichrysum*), а также отдельно стоящие гигантские лобелии (*Lobelia rhynchopetalum*) [3, 6].

Ниша содержит отложение помета, предположительно, дамана (*Procavia capensis*). Мощность зоогенного отложения составляет около 20 см, нижняя граница его неровная. Из отложения были отобраны 7 образцов для спорово-пыльцевого анализа и 4 образца для радиоуглеродного датирования. Пыльца выделялась ацетолитным методом согласно стандартным методикам [4]. В каждый образец были добавлены таблетки со спорами *Lycopodium clavatum* (№ партии 938934) для определения концентраций пыльцы [11]. Подсчет пыльцевых зерен и спор производился по крайней мере до 500 микроостатков в каждом образце. Для построения спорово-пыльцевых диаграмм использовались программы Tilia 2.0 и TGView 2.0.2.

Спорово-пыльцевой спектр современной растительности был выделен из моховой подушки, собранной у входа в скальную нишу.

Возраст слоев определялся при помощи радиоуглеродного анализа древесного угля (см. таблицу). Модель скорости роста отложения была построена с помощью программы Vchron 3.1 [9].

В спорово-пыльцевом спектре зоогенного отложения Конте нами выделено 14 пыльцевых типов. Спектр (рис. 1) монодоминантный — от 43.7 до 63.2 % от всей зарегистрированной пыльцы приходится на долю сложноцветных. В формировании спектра также значимую роль играют злаки (Poaceae), крапивные (Urticaceae) и ногоплодник (*Podocarpus*) (5.74–33.07 %, 5.20–41.91 % и 1.37–7.76 % соответственно). Пыльцевые зерна других таксонов отмечены единично. Пыльца древесных видов (*Hagenia abyssinica*, *Juniperus*, *Podocarpus*) занесена из нижележащих горных районов. Состав спектра по профилю изменяется незначительно: в нижних слоях богаче представлена пыльца злаков, в верхних — крапивных. Интересно, что в спектре отложения не отмечена пыльца некоторых важных для флоры афроальпийского пояса видов (например, *Lobelia rhynchopetalum*), что может быть связано с особенностями их опыления, и, как следствие, малой продуктивностью и плохой сохранностью пыльцы.

В образцах, отобранных из отложения Конте, суммарная концентрация пыльцы варьирует от 215105 до

Радиоуглеродный возраст горизонтов зоогенных отложений [10]

Лабораторный №	Горизонт, см	Возраст, лет назад
ИЭМЭЖ-1398	1-3	современный
ИЭМЭЖ-1397	6-10	2015±185
ИЭМЭЖ-1396	10-13	3010±55
ИЭМЭЖ-1395	16-20	5800±195

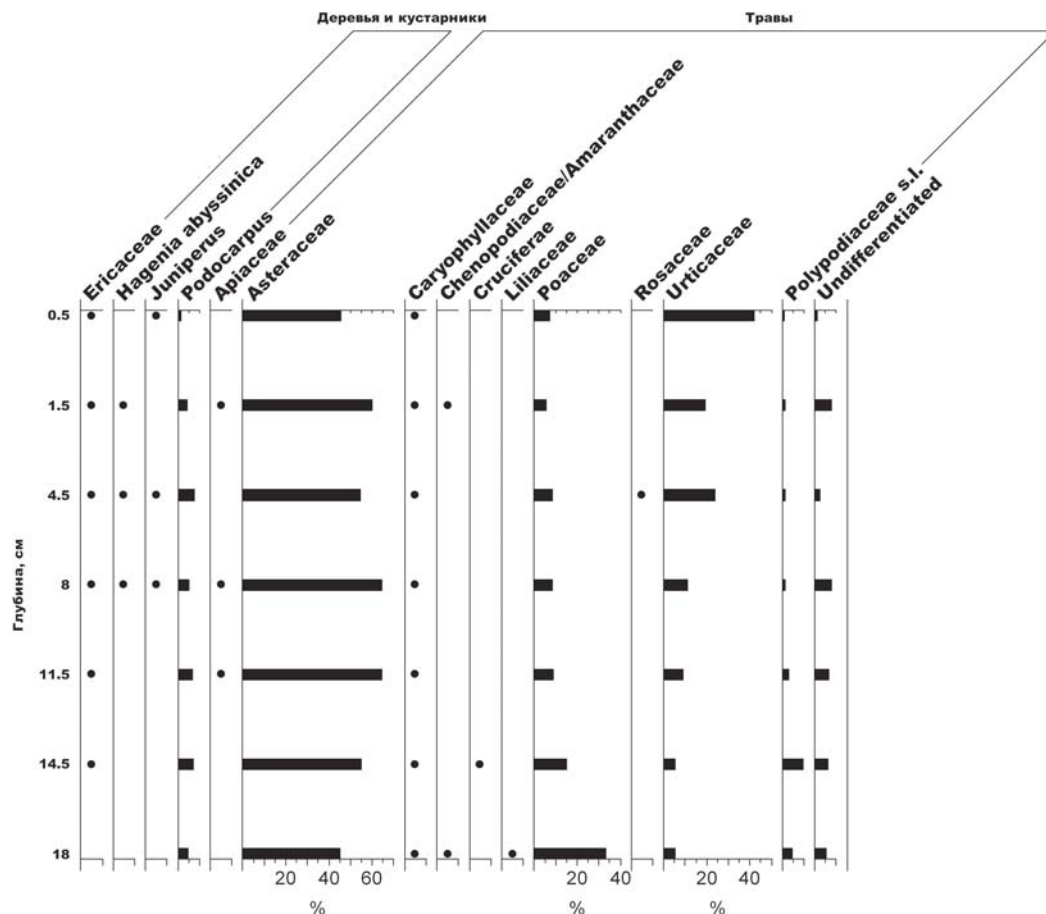


Рис. 1. Спорово-пыльцевая диаграмма зоогенного отложения Конте (горы Бале, Эфиопия) (точками указано процентное содержание таксонов ≤ 1%)

644436 зерен на см³. Анализ диаграммы концентрации пыльцы 8-ми наиболее значимых таксонов (рис. 2) позволяет разделить профиль на две зоны. В зоне I древесные таксоны немногочисленны, а некоторые (*Hagenia abyssinica* и *Juniperus*) отсутствуют вовсе. Для зоны II характерно увеличение общей концентрации пыльцы и пыльцы сложновцветных в частности. Наиболее характерной ее чертой является существенное возрастание концентрации пыльцы деревьев и кустарников (*Ericaceae*, *Podocarpus*) и появления новых древесных палинотипов (*Hagenia abyssinica*, *Juniperus*). По нашим предположениям, такие изменения в составе спорово-пыльцевого спектра могли быть связаны с деятельностью человека в нижележащих горных поясах. Вырубки в вечнозеленых горных лесах, в составе которых много энтомофильных видов, привели к возрастанию доли видов быстрой сукцессии, в основном ветроопыляемых, таких как *Hagenia abyssinica* и *Juniperus*. Увеличение концентрации пыльцы крапивных в II зоне также может быть связано с усилением антропогенной нагрузки на растительность высокогорий. Пыльцевые зерна крапивы служат индикатором нарушенных фитоценозов, а резкое увеличение количества и высокие концентрации пыльцы крапивы могут свидетельствовать о развитии сельского хозяйства, в частности скотоводства, на исследуемой территории [2]. Афроальпийская растительность гор Бале сильно страдает, особенно в последние десятилетия, от чрезмерного выпаса скота. Сантропогенными нагрузками может быть связано и уменьшение концентрации пыльцы некоторых древесных пород в верхних (современных) слоях отложения, которое произошло из-за активной вырубки и полного сведения лесов в нижележащих высотных поясах в последнее время.

Построенная нами модель скорости роста отложения (рис. 3), свидетельствует, что осадконакопление в скальной нише Конте началось около 7 тысяч лет назад, а зона II начала формироваться в начале I тысячелетия до н. э. (около 2500–3000 лет назад). Можно предположить, что в этот момент человек начал активную сельскохозяйственную деятельность в лесных поясах гор Бале, а на высокогорье пришел несколько позже – около 1000–2000 лет назад.

Интересно отметить, что похожие изменения в составе спорово-пыльцевого спектра были выявлены и в других исследованиях истории растительности гор Бале, выполненных методом спорово-пыльцевого анализа – в торфянике Тамсаа [7] и озерном отложении Гарба Гурача [13], однако они происходят не синхронно. Причины подобной асинхронности изменений в спорово-пыльцевых спектрах еще предстоит выяснить.

В целом, несмотря на некоторые выявленные тенденции, спорово-пыльцевой анализ зоогенного отложения ниши Конте не выявил ярко выраженных изменений растительности. Отложение имеет небольшую глубину (всего 20 см), накапливалось очень продолжительное время (около 7000 лет), что привело к сильному усреднению по слоям. В таких условиях накопления отложений хорошо различимыми могли бы быть только резкие климатические изменения, находящие свое отражение в составе спорово-пыльцевого спектра. В наших диаграммах такие изменения не зафиксированы, что позволяет сделать вывод об отсутствии резких изменений климата на этих высотах в течение голоцена. Наблюдаемые небольшие флуктуации лишь незначительно отразились на составе растительности.

Проведенное сравнение спорово-пыльцевого спектра поверхностного слоя зоогенного отложения со спектром моховой подушки показало, что полученные спектры схожи по таксономическому составу и процентному содержанию основных пыльцевых типов (рис. 4). Видимые различия в составе спектров являются следствием разных путей их формирования. Так, в спектре моховой подушки много спор мохообразных (предположительно, споры анализируемого мха) и отсутствует пыльца крапивных. Пыльца представителей семейства *Urticaceae* очень мелкая, не имеет выраженных особенностей скульптуры поверхности и обладает очень тонкой экзиной, из-за чего она легко вымывается из моховой подушки осадками и/или быстро разрушается. Таксономические различия в составе спектров разного происхождения могут быть связаны и с разным временем их формирования. Спектр моховых подушек аккумулируется в течение 2–3, максимум 5–10 лет [5], тогда

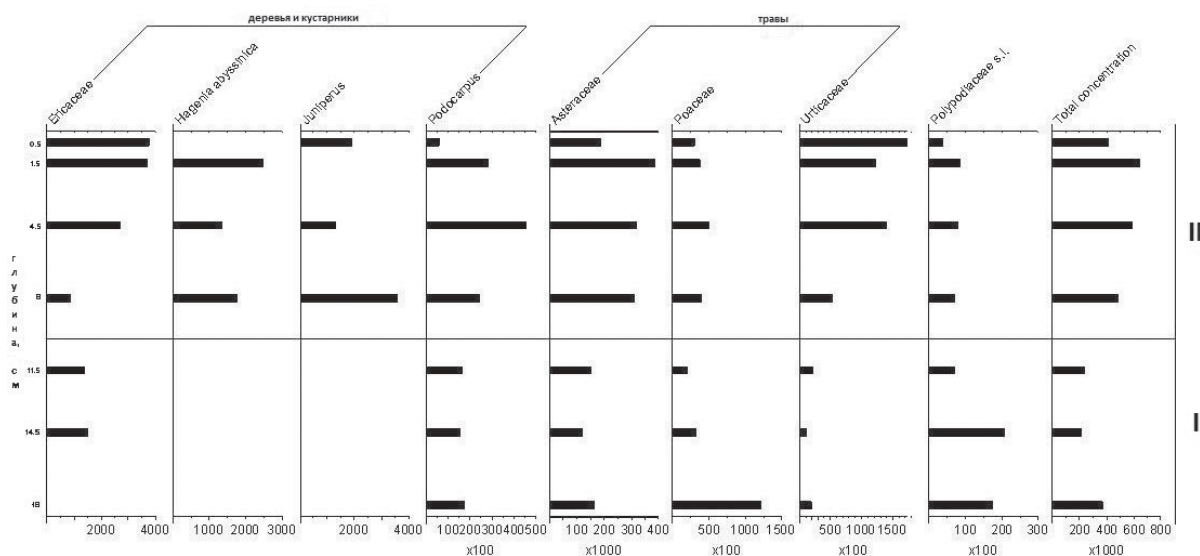


Рис. 2. Диаграмма изменения концентрации пыльцы (зерен/см³) зоогенного отложения Конте (горы Бале, Эфиопия).

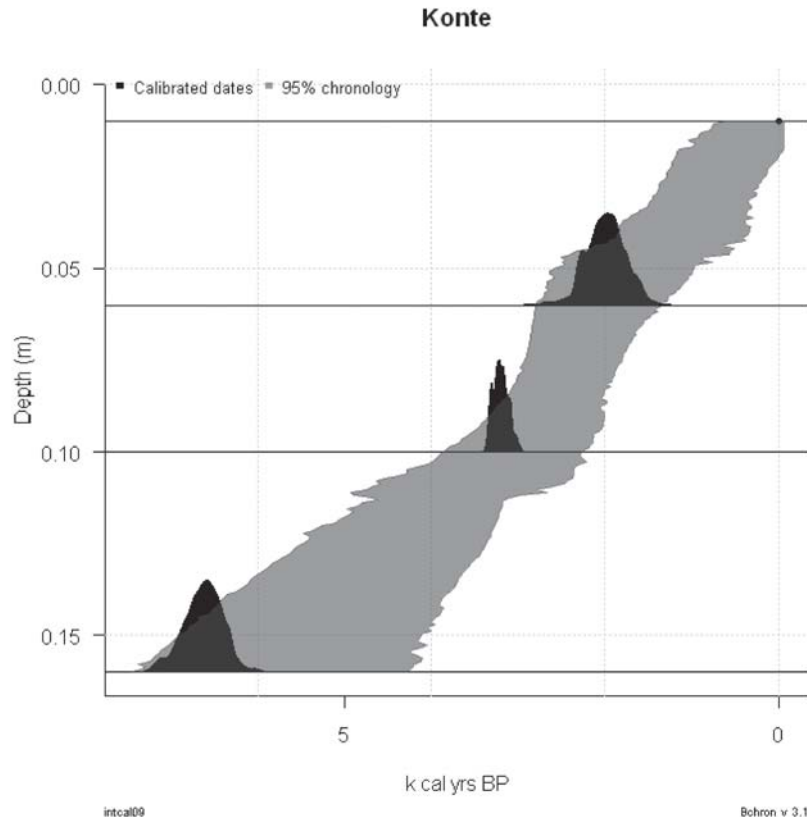


Рис. 3. Модель скорости роста зоогенного отложения Конте (горы Бале, Эфиопия)

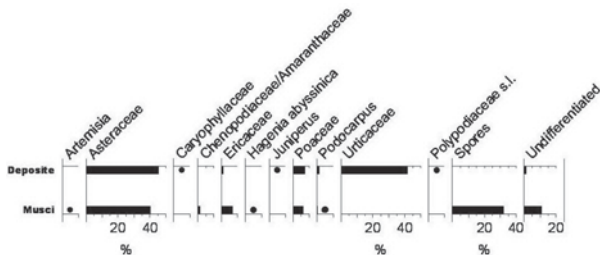


Рис. 4. Спорово-пыльцевая диаграмма поверхностного слоя зоогенного отложения Конте и моховой подушки, собранной рядом со скальной нишей (горы Бале, Эфиопия) (точками указано процентное содержание таксонов $\leq 1\%$)

как время формирования поверхностного слоя отложения могло занять несколько десятков лет.

Спорово-пыльцевые спектры моховых подушек достоверно отражают, как правило, локальную и региональную растительность [8, 12]. Полученный нами спектр моховой подушки соответствует растительности изучаемой территории и сходен со спектром поверхностного образца зоогенного отложения. Это позволяет сделать вывод о том, что зоогенные отложения также достаточно достоверно отражают растительность изучаемой территории и могут быть использованы для реконструкции истории растительности в голоцене.

Авторы выражают благодарность А. А. Даркову, А. Б. Савинецкому, О. А. Крылович, В. В. Белехову за неоценную помощь в проведении полевых работ, А. Н. Бабенко за помощь в обсуждении результатов.

Работа выполнена при финансовой поддержке программы Президиума РАН «Биоразнообразие: инвентаризация, функции, сохранение» и программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Происхождение

и биосферы и эволюция геобиологических систем», подпрограмма 2, № 15-П.

Литература

1. Бабенко А. Н., Киселева Н. К., Плахт И. и др. Реконструкция растительного покрова центральной части пустыни Негев (Израиль) в голоцене по данным пыльцевого анализа зоогенного отложения Ацмаут // Экология, 2007. № 6. С. 1–10.
2. Носова М. Б. История лесной растительности центрально-лесного государственного заповедника в голоцене (по данным спорово-пыльцевого анализа): Дисс. на соиск. уч. степ. канд. биол. наук. М.: МГУ, 2008. 156 с.
3. Bussmann R. W. Vegetation zonation and nomenclature of African mountains — an overview. Lyonia, 2006. Vol. 11. № 1. P. 41–66.
4. Faegri K., Iversen J. Textbook of pollen analysis. 4th edition. Chichester: John Wiley & Sons, 1989. 328 p.
5. Lisitsyna O. V., Hicks S., Räsänen S. How different sources of modern pollen data reflect actual vegetation: a comparison of pollen deposition in moss samples, pollen traps and modern lake sediments // Pollen Monitoring programme, 6th international meeting, Volume of abstracts. Riga: University of Latvia, 2007. P. 50–53.
6. Miede S., Miede G. Ericaceous forests and heathlands in the Bale Mountains of South Ethiopia: ecology and man's impact. Hamburg: Traute Warnke, 1994. 206 p.
7. Mohammed M. U., Bonnefille R. A late Glacial/late Holocene pollen record from a highland peat at Tamsaa, Bale Mountains, south Ethiopia // Global and Planetary Change, 1998. Vol. 16-17. P. 121–129.
8. Pardoe H. S., Giesecke T., van der Knaap W. O. Comparing pollen spectra from modified Tauber traps and moss samples:

examples from a selection of woodlands across Europe // *Vegetation History and Archaeobotany*, 2010. Vol. 19. P. 271–283.

9. Parnell A. C., Haslett J., Allen J. R. M. A flexible approach to assessing synchronicity of past events using Bayesian reconstructions of sedimentation history // *Quaternary Science Reviews*. 2008. Vol. 27. № 19–20. P. 1872–1885.

10. Savinetsky A. B., Solomon Yirga, Khassanov B. F. *et al.* Historical ecology of Ethiopian mammals over the Holocene – preliminary results // *Ecological and Faunistic Studies in Ethiopia*. Proceeding of Jubilee Meeting, Addis Ababa, Moscow: KMK Scientific Press Ltd., 2008. P. 140–149.

11. Stockmarr J. Determination of spore concentration with an electronic particle counter // *Geological Survey of Denmark Yearbook*, 1972. Kobenhavn: Danmarks Geologiske Undersogelse, 1973. P. 87–89.

12. Verwoerde M., Vanhecke L., Waelkens M., Smets E. A comparison between modern pollen spectra of moss cushions and Cuddill pollen traps: implications for the interpretation of fossil pollen data from Southern Turkey // *Grana*, 2000. Vol. 39. P. 146–158.

13. Umer M., Lamb H. F., Bonnefille R., *et al.* Late Pleistocene and Holocene vegetation history of the Bale Mountains, Ethiopia // *Quaternary Science Reviews*, 2007. Vol. 26. № 17–18. P. 2229–2246.

СУБРЕЦЕНТНЫЕ СПОРОВО-ПЫЛЬЦЕВЫЕ СПЕКТРЫ ПРИОЛЬХОНЬЯ (ЗАПАДНОЕ ПОБЕРЕЖЬЕ БАЙКАЛА)

Н. В. Кулагина

Институт земной коры СО РАН, Иркутск; kulagina@crust.irk.ru

Степень отражения в субрецентных спорово-пыльцевых спектрах современной растительности является критерием для реконструкции ископаемых спектров из донных осадков озер Приольхонья. Выявлена закономерность в изменчивости компонентов спектров по территории Тажеранских степей.

По геоботаническому районированию изучаемая территория входит в Западно-Байкальский светлохвойный таежный с фрагментами степей округ Байкало-Джугджурской гольцово-горно-таежной области [1]. Тажеранский степной массив протяженностью 50 км в длину и 10–12 км в ширину, расположен между берегом Байкала и юго-восточными склонами Приморского хребта, долиной р. Анга и проливом Ольхонские ворота [4]. Приморский хребет препятствует преобладающим западным циклонам, способствуя сухости климата. Приольхонье со стороны Приморского хребта граничит с лесом, преимущественно из лиственницы сибирской и сосны обыкновенной. Пограничная часть между лесом и степью неустойчива и зависит от влагообеспеченности. Лесные ценозы и их фрагменты по территории Приольхонья встречаются в виде небольших массивов. Ландшафтообразующая степная растительность включает многообразие фитоценозов настоящих степей, распространение которых связано с рельефом и микроклиматом [5]. Степная растительность в Байкальской Сибири, в том числе Тажеранская, это продукт длительного автохтонного развития ксерофильных сообществ [6].

В центральной части Тажеранской степи расположены соленые озера небольшого размера, существующие в аридных и семиаридных условиях [2]. Такие озера могут предоставить высококоразрешающие климатические записи, так как их малые размеры обуславливают их нестабильность в зависимости от изменений климата. Для установления причин климатических сдвигов за короткие интервалы времени и их периодичность были проведены комплексные исследования донных осадков озер Цаган-Тырм, Холбо-Нур, Намши-Нур.

Использовались разные методы, в том числе палинологический [7, 8].

Помимо озерных донных осадков изучены 19 образцов, собранные с поверхности почвы Тажеран (рис. 1). Полученные спектры объединены в 3 группы. В первую вошли спектры 5 образцов, взятых ближе к склону Приморского хребта. Вторая — представлена 10 спектрами из центральной части, занятой солеными озерами, третья — спектрами 4 образцов, расположенных ближе к берегу Байкала. В четвертую группу включены 6 спектров из верхнего слоя донных осадков озер Цаган-Тырм, Холбо-Нур, Намши-Нур (рис. 2).

1. *Selaginella* sp. — *Pinus sibirica*, *Pinus sylvestris* (доминанты указаны последними).

В первой группе пыльца деревьев варьирует от 44 до 90 %, среди них больше пыльцы сосны (34–69 %), ей сопутствуют — кедр (6–29 %), ель, лиственница, пихта, березы. Из малочисленной пыльцы кустарников (до 9 %) определены кустарниковые березки (до 7 %), редкие кедровый стланик, душекия и ива. Пыльца трав (2–18 %) представлена осоковыми (до 9 %), полынью, маревыми и другим разнотравьем (до 5 %). Содержание спор колеблется от 4 до 53 %, где наиболее многочисленны селлагинеллы наскальная (3–33 %) и кровяно-красная (до 18 %). Близость к лесной границе, к шлейфам подножий склонов обеспечила насыщенность спектров пыльцой хвойных пород и спорами селлагинеллы.

2. *Selaginella rupestris* — *Cyperaceae*+*Artemisia* sp.— *Pinus sibirica*, *Pinus sylvestris*.

Спектры второй группы имеют сходный состав: пыльца деревьев составляет 47–95 %, кустарников — 1–5 %, трав — 1–41 %, спор — 2–46 %. Древесная

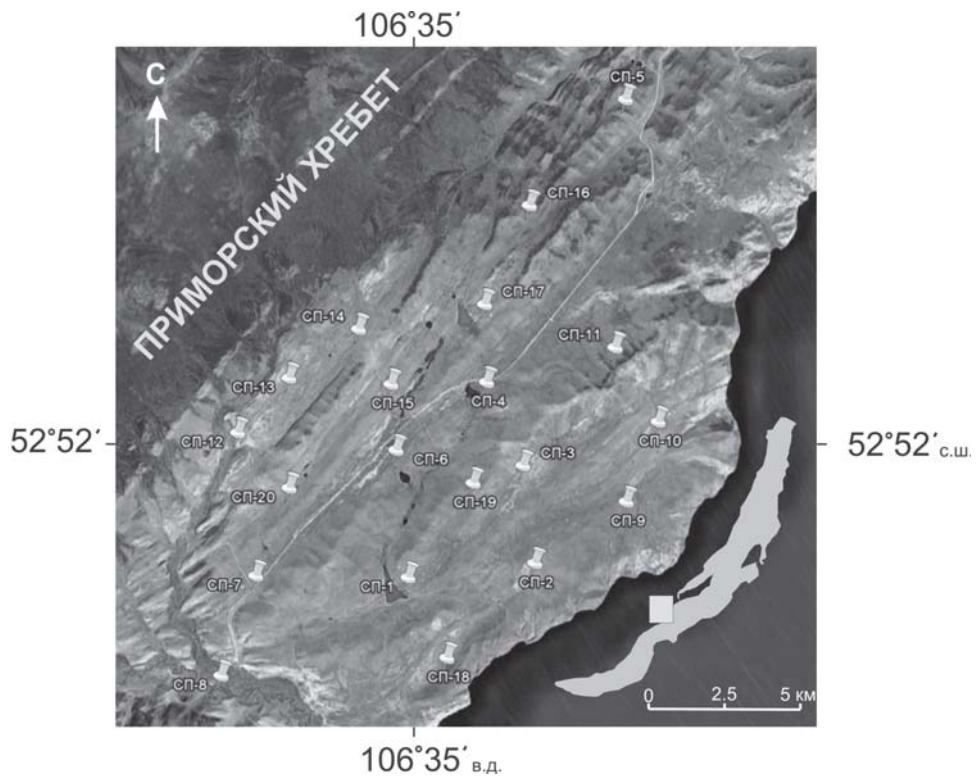


Рис. 1. Местонахождение мест отбора поверхностных почвенных проб

часть спектра представлена сосной (32–73 %), кедром (6–22 %), елью, пихтой, березами (до 5 %), единичной лиственницей; кустарники — кустарниковыми березками, кедровым стлаником и душиекой. Центральная часть Тажеран представляет собой обширную открытую равнину с холмами, сложенными коренными породами, поэтому в спектрах значительно больше пыльцы трав, особенно полыни до 30 % и осоковых до 12 %, наряду с большим числом селлагинеллы наскальной (1–46 %).

3. *Artemisia* sp. — *Betula type Albae* — *Pinus sylvestris*.

Сумма пыльцы деревьев колеблется от 57 до 81 %, кустарников — 1–7 %, трав — 11–34 %, спор — 3–9 %. Пыльца деревьев принадлежит сосне (44–65 %), кедру (6–14 %), березам (до 9 %), малочисленным ели, пихте, лиственнице; кустарников — березкам (до 5 %), кедровому стланику, душиеки, иве; трав — полыни (4–27 %), осоковым, маревым, разнотравью (до 5 %); споры — селлагинеллам наскальной и кровяно-красной (по 1–4 %). Особенностью спектров является некоторое снижение участия пыльцы кедра, ели, резкое сокращение доли спор селлагинеллы, увеличение числа берез и сохранение позиций пыльцы трав, в частности полыни. Увеличение числа пыльцы берез возможно указывает на существование фрагментов вторичных березовых лесов.

Для того чтобы проследить степень соответствия почвенных субрецентных спектров и озерных осадков, в четвертой группе приведены данные по верхнему слою (0–5 см) донных отложений озер Цаган-Тырм, Холбо-Нур, Намши-Нур, накопление которых происходило в голоцене. Так, в озере Цаган-Тырм для верхних 5–17 см осадков имеется дата $3395 \pm 110^{14}\text{C}$ [7], в Холбо-Нуре — 10–20 см — $1565 \pm 100^{14}\text{C}$ [8].

4. *Herbs* — *Betula type Nanae*, *Betula type Albae* — *Pinus sylvestris*.

Пыльца деревьев составляет 53–80 %, кустарников — 5–16 %, трав — 14–29 %, спор — 1–3 %. Среди пыльцы деревьев преобладает сосна 18–61 %, которой сопутствуют кедр 4–12 %, березы 2–21 %, ель, пихта, лиственница. Среди пыльцы кустарников увеличивается роль березок (4–15 %), душиеки с ивой (1–5 %). Пыльца полыни (5–18 %), маревых (1–4 %), осоковых (до 5 %) и разнотравья (2–5 %) представляет травянистую часть спектра. Споры единичны. В отличие от предыдущих спектров в озерных осадках наряду с преобладанием пыльцы сосны и других хвойных, больше содержится берез (древесных и кустарниковых форм), душиеки, а также более разнообразна пыльца трав.

В субрецентных спектрах из района преимущественно степных и лесостепных ландшафтов Ольхона, Тажеран, бассейна р. Бугульдейки также отмечается господство пыльцы сосны, лиственницы, из трав — больше маревых, злаковых, осоковых, эфедры, полыни, селлагинеллы [3].

Открытость степных ландшафтов, сравнительно небольшая территория Тажеран способствуют ветровому заносу пыльцы деревьев хвойных (особенно сосны) и кустарников, произрастающих на склонах гор смежных территорий и в долинах рек Анги и Сармы. Тем не менее анализ субрецентных спектров позволяет предположить, что вариации участия отдельных компонентов обусловлены степенью удаленности от склонов Приморского хребта, соответственно от границы с лесом. В субрецентных и, особенно в спектрах из верхних слоев озерных осадков, отражены региональные черты растительности — преобладание лесов из сосны, кедра, лиственницы с участием пихты, ели и сопутствующими кустарниками. К местным особенностям ландшафта относятся марево-осоково-полынные и по щебнистым субстратам селлагинелловые сообщества.

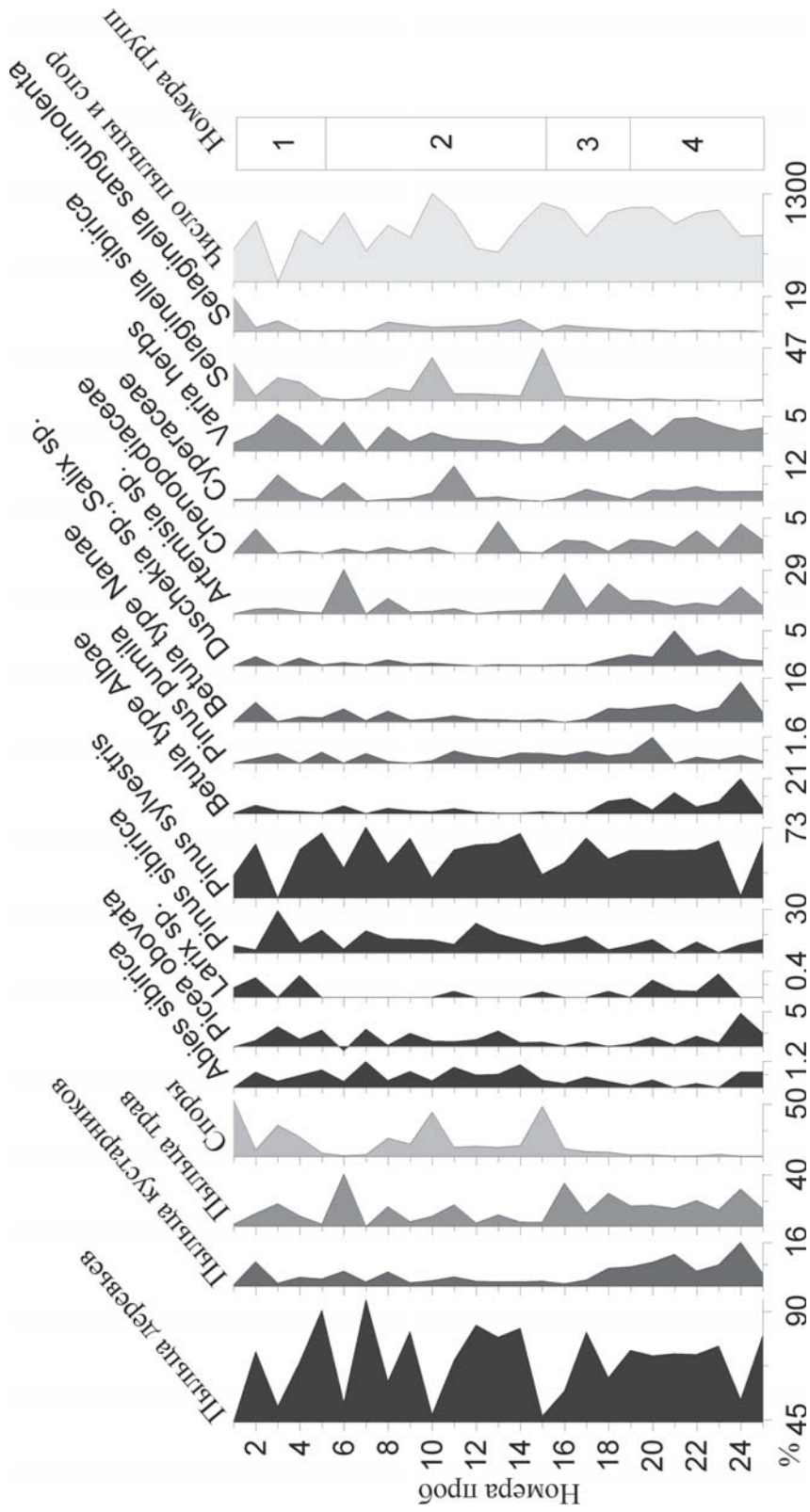


Рис. 2. Сторово-пыльцевая диаграмма Тажеранских субрегентных почвенных и озерных осадков

Автор выражает благодарность директору ИЗКСО РАН члену-корреспонденту Е. В. Склярову за предоставленную коллекцию образцов.

Работа выполнена при поддержке интеграционного проекта СО РАН № 88.

Литература

1. Атлас. Иркутская область: экологические условия развития. М.-Иркутск, 2004. 90 с.
2. Баженова О. И., Мартыанова Г. Н. Современные морфоклиматические режимы степей и лесостепей Сибири // География и природные ресурсы. 2002. № 3. С. 57–64.
3. Безрукова Е. В. Особенности состава субрецентных спорово-пыльцевых спектров Прибайкалья // География и природные ресурсы, 1998. № 1. С. 141–144.

4. Беркин П. С., Филиппова С. А., Бояркин В. М. и др. Иркутская область (природные условия административных районов). Иркутск: Изд-во ИГУ, 1993. 304 с.

5. Касьянова Л. Н. Экология растений Прибайкалья (водный обмен). М.: Наука, 2004. 288 с.

6. Пешкова Г. А. О сопряженности в развитии мезофильных и ксерофильных флор Байкальской Сибири в кайнозой // История растительного покрова Северной Азии. Новосибирск: Наука, 1984. С. 144–156.

7. Скляров Е. В., Солотчина Э. П., Вологина Е. Г. и др. Детальная летопись климата голоцена из карбонатного разреза соленого зерна Цаган-Тырм (Западное Прибайкалье) // Геология и геофизика, 2010. Т. 51, № 3. С. 303–328.

8. Скляров Е. В., Солотчина Э. П., Вологина Е. Г. и др. Климатическая история голоцена Западного Прибайкалья в карбонатной осадочной летописи озера Холбо-Нур // Доклады АН, 2010. Т. 431, № 5. С. 668–674.

ОСОБЕННОСТИ СПОРОВО-ПЫЛЬЦЕВЫХ КОМПЛЕКСОВ РАЗЛИЧНЫХ ЛИТОЛОГИЧЕСКИХ ФАЦИЙ ДОННЫХ ОСАДКОВ ОЗЕР НА ПОБЕРЕЖЬЕ БЕЛОГО МОРЯ

Н. Б. Лаврова¹, В. В. Колька², О. П. Корсакова²

¹Институт геологии Карельского научного центра РАН, Петрозаводск; lavrova@krc.karelia.ru

²Геологический институт Кольского НЦ РАН, Апатиты; kolka@geoksc.apatity.ru; korsak@geoksc.apatity.ru

С целью изучения относительного перемещения уровня Белого моря в позднеледниковье и голоцене были проанализированы донные отложения малых озер, расположенных в северной части Прибеломорской низменности на разных гипсометрических уровнях. Проведен палинологический анализ осадков фации приледникового озера (I); осадков фации переходной зоны от пресноводных к морским условиям седиментации (II); осадков фации, соответствующей морским условиям (III); осадков фации переходной зоны от морских к озерным отложениям (IV); осадков фации пресноводного озера (V). Выявлены особенности спорово-пыльцевых комплексов в отложениях, соответствующих разным фациям.

Прибеломорская низменность протягивается полосой шириной 30–100 км вдоль Беломорского побережья в пределах нижнего яруса рельефа на абсолютных отметках от 0 до 110 м и характеризуется высокой горизонтальной и низкой вертикальной расчлененностью рельефа. Территория находится в северотаежной подзоне таежной зоны, причем, по региональной дифференциации растительного покрова выделяется Прибеломорский округ, образующий самую восточную часть северной тайги. Большую часть Прибеломорья занимают болота (70–80 % площади) [1]. На остальной части округа преобладают сосновые зеленомошные, сфагновые и лишайниковые леса, в меньшей степени распространены ельники, зеленомошные и сфагновые, и берзовые леса, часть которых естественного происхождения, часть вторичного [9].

Целью проведенных исследований было изучение относительного перемещения уровня Белого моря в голоцене на основе литологического и микропалеонтологического изучения (спорово-пыльцевой, диатомовый анализы) донных осадков в котловинах малых озер, расположенных на разных гипсометрических уровнях, а также радиоуглеродного датирования интервалов переход-

ных зон между морскими и континентальными пресноводными осадками.

Ранее [3] в разрезах донных отложений в озерных котловинах беломорского побережья выделены пять генетических фациальных разновидностей донных осадков, отражающих различные условия их накопления, существовавшие в позднеледниковое время и в голоцене.

Это осадки фации позднеледникового приледникового озера (фация I); осадки переходной зоны от пресноводных условий к морским условиям седиментации (фация II); морские осадки (фация III); осадки переходной зоны от морских к озерным отложениям (фация IV); континентальные осадки пресноводного озера (фация V). Используя комплекс сопряженных микропалеонтологических методов для изучения осадков позднеледниковой трансгрессии от перигляциального озера (фация I) до морских (фация III) и регрессивной голоценовой последовательности от морских (фация III) до озерных (фация V) осадков в разрезах донных отложений в котловинах малых озер северной части Прибеломорской низменности, удалось установить особенности спорово-пыльцевых комплексов в осадках, соответствующих разным фациям. Изучены разрезы бе-

зымянного озера с отметками 57.3 м над уровнем моря (н. у. м), в районе пос. Энгозеро (разрез Энгозеро), озера Малое Коржино (66.9 м н. у. м), оз. Коржино (72 м н. у. м.) в районе поселка Кузема (разрезы Кузема 1 и 2, соответственно), а также разрез Чупа (81.5 м н. у. м.).

Разрез Энгозеро (65°47'26'' с. ш., 34°12'48'' в. д.), мощностью 3 м, представлен (снизу вверх) морскими (фашия III) песками и алевритами (интервал глубин от поверхности воды в озере 7.50–7.19 м), переходным (фашия IV) интервалом на глубине 7.19–6.97 м, где отмечено переслаивание алеврита и органического материала и озерной гиттии (фашия V) в интервале глубин 6.97–4.50 м.

Разрез Кузема 1 (65°22'53'' с. ш., 33°43'11'' в. д.) имеет мощность 1.8 м. В нижней части разреза (ниже 3.47 м) залегают пески, которые по данным диатомового анализа (Шелехова и др., материалы конференции) отнесены к пресноводному перигляциальному бассейну (фашия I). Выше расположены морские алевриты (фашия III на глубине 3.47–3.29 м), осадки переходной зоны — алевриты и органический материал (фашия IV, интервал 3.29–3.15 м), а верхи разреза (интервал 3.15–1.70 м) представлены озерной гиттией (фашия V).

Разрез Кузема 2 (65°23'25'' с. ш., 33°33'59'' в. д.) имеет мощность 3.2 м. Снизу вверх здесь вскрыты в интервале глубин 5.1–3.50 м — песок разнородный (мелко-, среднезернистый) слоистый (фашия I); 3.50–3.12 м — глина слоистая (ленточноподобная), представляющая переход от приледникового бассейна к морскому (фашия II); 3.12–3.05 м — интервал алеврита и органического материала с текстурами взмучивания. Строго говоря, этот интервал не относится ни к одной из выделенных ранее фаший, он формировался при деградации (таянии) льда блокировавшего депрессию, и свидетельствует о значительном стратиграфическом несогласии с вышележащей в интервале глубин 3.05–1.90 м, гиттией (фашия V). Поскольку предварительный диатомовый анализ свидетельствует о преимущественно пресноводных диатомеях, обнаруженных в интервале 3.12–3.05 м, то мы условно этот интервал относим к осадкам фашии V.

Разрез Чупа (66°16'36'' с. ш., 32°41'28'' в. д.) имеет мощность 4.5 м. Снизу вверх вскрыты: на глубине 8.72–8.50 м — алеврит, глина, песок (фашия I); на глубине 8.50–7.91 м — алеврит, песок с обильным органическим материалом, слоистый (фашия II); выше (на глубине 7.91–6.95 м) с отчетливым несогласием залегают морские пески и алевриты слоистые (фашия III); на глубине 6.95–6.80 м — гиттия с алевритом неотчетливо слоистая (фашия IV) градиционно переходит в гиттию неслоистую (фашия V).

Фашия I — пресноводные осадки перигляциального озера. Спорово-пыльцевые спектры осадков фашии приледниковых озер (разрезы Чупа, Кузема 2) весьма отличны друг от друга. В разрезе Кузема 2 в осадках этой фашии все образцы оказались практически немymi: в них встречались единичные (не более пяти зерен) пыльцевые зерна: *Picea*, *Pinus*, *Betula* sect. *Albae*, *Betula nana*. Безусловно, пыльца *Pinus*, *Picea*, *Betula* sect. *Albae* является дальнезаносной. Зафиксирована пыльца *Artemisia*, *Chenopodiaceae* а также *Roaceae*, *Suraceae*. Отметим, что пыльца трав и низкорослых кустарников не разносится

на большие расстояния. Безусловно, состав спорово-пыльцевых спектров свидетельствует о существовании несомкнутого растительного покрова, представленного полынно-маревыми перигляциальными группировками с участием осок и злаковых, произрастающих среди оголенного субстрата на берегу обширного перигляциального водоема.

Спорово-пыльцевые спектры разреза Чупа обладают совершенно иными характеристиками. Концентрация пыльцы и спор довольно низкая, но их содержание в отложениях вполне достаточно для расчетов процентных соотношений компонентов спектров. Среди пыльцы древесных преобладает *Betula* sect. *Albae* (*Betula pubescens*, *B. czerepanovii*), среди травянистых — *Artemisia*, спор — *Bryales* и *Polypodiaceae*. В группе трав и кустарничков выделяется пыльца *Betula nana* и *Ericales*. Отмечена пыльца таксонов, свойственных позднеледниковым отложениям Карелии: *Ephedra*, *Hyppophae rhamnoides*, *Helianthemum*, *Pleurospermum*, *Chenopodium album*, *Ch. rubrum*, *Ch. polyspermum*, *Eurotia ceratoides*, *Salsola kali*, *Atriplex nudicaulis*, *Salicornia herbacea*, *Artemisia*, *Dryas octopetala*, *Diphasiastrum alpinum*, *Cryptogramma crispa*. Состав спорово-пыльцевых спектров свидетельствует о позднеледниковом возрасте отложений. Это подтверждается и радиоуглеродной датировкой (приблизительно 10400 л. н. по ¹⁴C), полученной из расположенных выше осадков переходных от приледниковых к морским (фашия II). Растительность периода накопления осадков приледникового озера имела комплексный характер. Перигляциальные полынно-маревые группировки чередовались с тундровыми кустарничко-ерниковыми зеленомошными палеоценозами и сообществами растений, свойственных территориям с нарушенным и несформированным почвенным покровом. В наиболее защищенных местообитаниях располагались березовые разреженные ценозы.

Различная концентрация пыльцы в осадках фашии I разреза Кузема 2 и Чупа объясняется, по всей вероятности, особенностями формирования спектров.

Фашия II — осадки переходной зоны от пресноводных условий седиментации к морским. Отложения фашии II разреза Чупа начали накапливаться несколько ранее 10400 ¹⁴C л. н. Спорово-пыльцевые спектры отличаются нарастанием доли пыльцы *Betula* sect. *Albae*, *Ericales*, *Betula nana*, уменьшением количества пыльцы *Artemisia*, *Chenopodiaceae*. Среди травянистых преобладает пыльца *Suraceae* и *Roaceae*, в группе разнотравья доминирует пыльца *Asteraceae*, *Brassicaceae*, *Caryophyllaceae*, *Rumex*, среди споровых — *Bryales* и *Polypodiaceae*. В осадках фашии отмечена пыльца *Ephedra*, *Hyppophae rhamnoides*, *Helianthemum*, *Pleurospermum*, *Chenopodium album*, *Ch. rubrum*, *Ch. polyspermum*, *Eurotia ceratoides*, *Salsola kali*, *Atriplex nudicaulis*, *Salicornia herbacea*, *Artemisia*, *Dryas octopetala*, *Diphasiastrum alpinum*.

В отложениях фашии II разреза Кузема 2 (глубина 3.50–3.12 м) образцы, отобранные из нижней части осадков этой зоны, оказались практически немymi, как и образцы из осадков фашии I. Выше количество пыльцы несколько увеличивается, кроме того, отмечена пыльца *Dryas octopetala* — обычного представителя позднеледниковой растительности Карелии.

С гл. 3.35 м количество пыльцы в осадках заметно возрастает, и состав ее становится более разнообразным. Содержание пыльцы вполне достаточно для расчетов процентных соотношений компонентов спектров, но концентрация пыльцы все еще невелика. Преобладает пыльца *Betula* sect. *Albae* (*B. pubescens*, *B. czerepanovii*), менее значимые позиции занимает пыльца *Betula nana*, *Ericales*, *Artemisia*, *Chenopodiaceae*. Выше по разрезу количество и разнообразие пыльцы еще более увеличивается — лидирует *Betula* sect. *Albae*, на втором месте — *Betula nana*, *Ericales*, *Artemisia*. С глубины 3.25 м заметно увеличивается доля *Ericales*, а с глубины 3.20 м уменьшается количество пыльцы *Artemisia*. Состав спорово-пыльцевых спектров почти аналогичен таковому в разрезе Чупа.

Во временном интервале 11000–10000 ¹⁴C произошла реактивация ледника во время похолодания и его фронт продвинулся на восток [10], заблокировав многие озерные депрессии на побережье. Однако, в котловине безымянного озера (81.5 м н. у. м., разрез Чупа), расположенного на побережье Кандалакшского залива с глубинами около 300 м, под тепляющим влиянием глубоководного бассейна седиментация осадков фации II не прерывалась. Депрессия оз. Коржино (72 м н. у. м, разрез Кузема 2) располагается на побережье мелководного (глубины до 20 м) бассейна. До реактивации ледника в ней некоторое время формировались осадки фации II, после чего она была заблокирована льдом. По мере таяния массивов стагнированного льда полярно-маревые группировки сменялись тундровыми кустарничковыми формациями. Островные березовые редкостойные ценозы постепенно расширяли площади своего распространения.

Фация III — морские осадки. Для спорово-пыльцевых спектров осадков фации III, из разрезов Чупа, Энгозеро, Кузема 1, характерно доминирование пыльцы древесных пород. Отмечается преобладание и некоторое нарастание вверх по разрезу пыльцы *Betula* sect. *Albae*, вклад пыльцы других древесных пород весьма скромный. Свои позиции во всех разрезах в той или иной степени теряет пыльца *Betula nana*, *Ericales*, *Artemisia*, *Chenopodiaceae*. Примечательно, что в морских отложениях разреза Энгозеро встречена пыльца типичных представителей перигляциальной флоры: *Hippophae rhamnoides* и *Ephedra*, а в отложениях данной фации разреза Чупа — *Ephedra*, *Helianthemum*, *Pleurospermum*, *Chenopodium album*, *Ch. rubrum*, *Ch. polyspermum*, *Eurotia ceratoides*. Галофиты *Atriplex nudicaulis*, *Salicornia herbacea* — зафиксированы в отложениях фации всех разрезов. Количество пыльцы *Сурегасеae* и *Роасеae* в спорово-пыльцевых спектрах морских отложений возрастает. Таксономический состав трав группы разнотравья и спор во всех разрезах практически одинаков. В группе разнотравья с наибольшей частотой и постоянностью встречаются пыльца *Apiaceae*, *Asteraceae*, *Aster-type*, *Plantago*, *Caryophyllaceae*, *Brassicaceae*, *Boraginaceae*, *Primulaceae*, *Fabaceae*, *Rosaceae*, *Ranunculaceae*, *Polygonaceae*, среди спор — *Polypodiaceae*, *Equisetum*, *Bryales*, *Lycoperdaceae*.

Экологические условия побережья очень динамичны, они определяются такими факторами, как приливно-отливная деятельность моря, величина и характер засоления. Именно засоленность грунтов обуславливает произрастание на них специфических видов растений. Можно с большой долей вероятности утверждать, что эти

факторы оставались неизменными на протяжении тысячелетий, определяя состав растительности. На наш взгляд, при реконструкции растительности в данном случае вполне применимы актуалистические модели. Приморские луга описаны М. А. Раменской [6, 7], Т. К. Юрковской [8], Н. В. Заславской [2]. Растительность морских побережий на засоленных грунтах образована настоящими галофитами или видами, выносящими большее или меньшее засоление. По данным Н. В. Заславской [2] на западном побережье Белого моря на засоленных местообитаниях отмечено 99 видов растений — облигатные, факультативные галофиты и гликофиты. Луга так называемого низкого уровня располагаются в верхней части литорали и ежедневно затопляются приливом, причем нередко растения полностью скрываются под водой. Здесь обитают виды, приспособленные к жизни на сильнозасоленных почвах. К этой группе растений относятся солеросы (*Salicornia herbacea*, *S. pojarkovae*), подорожник морской (*Plantago maritima*), триостренник морской (*Triglochin maritimum*), астра морская (*Tripolium vulgare*) и некоторые другие. Наиболее густые и высокие травостой (до 30 см) образует осока обертковидная (*Carex subspathacea*). На песчаных и каменистых грядках расселяются лебеда голостебельная (*Atriplex nudicaulis*), мертензия морская (*Mertensia maritima*), гонкения раскидистая (*Honckenya peploides*). На втором уровне преобладают виды злаковых (среди них — *Phragmites australis*). На третьем уровне, не испытывающем регулярного влияния морской воды, изредка подтопляется корневая система. Господствуют злаки и разнотравье: лютики (*Ranunculus polyanthemos*, *R. repens*, *R. sceleratus*), гусиная лапка (*Potentilla anserina*), щавель пирамидальный (*Rumex thyrsoiflorus*) и др.

Нами были изучены субрецентные спорово-пыльцевые спектры из поверхностных отложений зоны, затопляемой во время прилива. Палиноспектры образцов представлены спектрами лесного типа, во всех доминирует пыльца *Betula pubescens*. Не останавливаясь на подробном описании палиноспектров, отметим, что среди пыльцы трав первые позиции занимают *Роасеae* и *Сурегасеae*, в спектрах одного из образцов к ним примыкает пыльца *Chenopodiaceae*, среди которой определена пыльца *Chenopodium album*, *Salicornia herbacea*, *Atriplex nudicaulis*. Обнаружена пыльца семейств *Caryophyllaceae*, *Brassicaceae*, *Primulaceae*, *Apiaceae*, *Fabaceae*, *Rosaceae*, *Ranunculaceae*, *Polygonaceae*, *Liliaceae*, рода *Plantago*, а также *Aster-type*. Интересно, что если количество пыльцы каждого из перечисленных семейств незначительно (1-3 пыльцевых зерен), то в некоторых образцах зафиксировано более 20 пыльцевых зерен, принадлежащих *Aster-type*.

Как уже отмечалось выше, в составе палинозон, выделенных в морских отложениях и отложениях, переходных от морских к пресноводным, изучаемых разрезов постоянно встречается пыльца *Atriplex nudicaulis*, *Salicornia herbacea*, *Plantago*, а также пыльца, по своим морфологическим особенностям принадлежащая типу *Aster*. Этот тип включает пыльцу видов из родов *Aster*, *Solidago*, *Bellis*, *Erigeron*, но с остальным комплексом пыльцы и спор по экологии и по географическому распространению наиболее совместим только один вид — *Tripolium vulgare*. Пыльца рода *Plantago*, по нашему мне-

нию, принадлежит виду *Plantago maritima*, для определения пыльцы этого вида, а также для определения пыльцы *Aster*-type были использованы атласы определители [4, 5, 11], эталонная коллекция Института геологии КарНЦ РАН, а также пыльца, полученная из гербарного материала Института леса КарНЦ РАН.

Большая часть пыльцы семейства *Suraceae*, вероятно, продуцировалась видами облигатных осок, произрастающих на ярусе, ежедневно заливаемом морской водой. Пыльца *Roaseae* принадлежала облигатным и факультативным видам семейства, занимающим ярус, который изредка подтопляется морской водой. На территории вне воздействия моря расселялись ерниковые, кустарничковые палеоценозы, за которыми следовали пионерные древесные породы — ольха и береза, а затем и сосна.

Фация IV — осадки пресноводной зоны от морских к озерным отложениям. При регрессии Белого моря в депрессиях рельефа на побережье образовывались озера, в которых некоторое время (пока уровень моря располагался близко к порогу стока из этой депрессии) формировались осадки переходной зоны (фация IV). Палинологический анализ этих отложений позволил выявить особенности спорово-пыльцевых спектров. В них также преобладает пыльца *Betula* sect. *Albae*, отражая на региональном уровне преимущественную роль березы в лесах, а на локальном свидетельствует о зарастании березой, как пионерной древесной породой, территорий, осушенных при регрессии моря. Объединяющим фактором для спорово-пыльцевых спектров палинозон, соответствующих осадкам фации IV в изученных разрезах, являются именно локальные компоненты спектров: пыльца *Atriplex nudicaulis*, *Salicornia herbacea*, *Aster*-type, *Plantago*, кривые которых выклиниваются к верхней границе палинозон. Заметные изменения происходят с пыльцой *Suraceae* и *Roaseae*. В палиноспектрах переходной зоны разреза Энгозеро наблюдается пик пыльцы *Roaseae* (около 50 %), которому предшествует некоторое увеличение пыльцы *Suraceae*. В спектрах соответствующей переходной зоне разреза Кузема 1 также отмечается возрастание пыльцы *Suraceae*, в то время как рост *Roaseae* выражен незначительно. В спорово-пыльцевых спектрах разреза Чупа значительно, до 50 %, увеличивается количество пыльцы *Roaseae*. Состав пыльцы группы разнотравья в отложениях, переходных от морских к озерным, сопоставим с таковым, зафиксированным в морских отложениях изученных разрезов.

Таким образом, в спорово-пыльцевых спектрах палинозон, характерных для осадков фации IV, находят отражение первые этапы естественного процесса образования озер на территории, постепенно освобождающейся от моря. Повышение доли пыльцы *Suraceae*, а затем *Roaseae* здесь обусловлено следующим: при отступании моря увеличивается площадь мелководий, на которых распространяются осоковые и злаковые палеосообщества, что, по всей вероятности, и происходило при освобождении котловины безымянного озера в районе пос. Энгозеро. При отступании моря из района озера Малое Коржино, галофитные злаковые палеосообщества не получили широкого распространения, они впоследствии замещались тростниковыми ценозами в уже типично континентальном пресноводном водоеме. Мощность пере-

ходной зоны в отложениях этого озера и характер диатомовых водорослей, указывающий на то, что уровень моря длительное время располагался у отметок порога стока, позволяет предполагать, что регрессия моря здесь замедлялась, а медленное распространение злаковых, произрастающих на втором ярусе приморских лугов не привело к столь резко выраженному пику пыльцы, как в спорово-пыльцевых спектрах отложений безымянного озера в районе поселка Энгозеро. Тем не менее, можно допустить, что столь разное поведение пыльцы *Roaseae* в переходных зонах обусловлено и особенностями приморских экотопов, в частности рельефа или субстрата.

Фация V — континентальные осадки пресноводного озера. Смена морских обстановок осадконакопления на пресноводные озерные произошла примерно 9800 ¹⁴С л. н. при формировании разреза Чупа и примерно 8540 ¹⁴С л. н. — разреза Кузема 1. Из разреза Кузема 2 датировка 7950 ¹⁴С л. н. получена для постизоляционного интервала осадков, сформировавшегося после таяния льда. Для разреза Энгозеро датировка пока не получена. В процессе опреснения водоемов уменьшается и засоленность грунтов, делая местообитания непригодными для галофитов. По мере полного опреснения водоемов появляется пыльца водных и прибрежно-водных растений пресноводных водоемов, а также колонии водорослей *Pediastrum*. Флористический состав водной растительности довольно беден, что, вероятно, определяется северным положением разрезов. Добавим, что и в настоящее время одной из характерных черт малых озер Прибеломорской низменности является бедность видового состава высшей водной растительности.

Таким образом, сценарии изменения растительных палеосообществ при перемещении береговой линии Белого моря имеют общие черты и особенности, обусловленные разнообразными факторами. Для более детальных реконструкций требуются дополнительные исследования.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (Проект 11-05-00791-а).

Литература

1. Елина Г. А., Лукашов А. Д., Юрковская Т. К. Позднеледниковые и голоцен Восточной Фенноскандии (палеорастительность и палеогеография). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2000. 242 с.
2. Заславская Н. В. Флора и растительность засоленных приморских экотопов западного побережья Белого моря: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 2007. 24 с.
3. Колька В. В., Евзеров В. Я., Мёллер Я. Й., Корнер Д. Д. Последледниковые гляциоизостатические поднятия на северо-востоке Балтийского щита // Новые данные по геологии и полезным ископаемым Кольского полуострова. Апатиты: Кольский НЦ РАН, 2005. С. 15—25.
4. Куприянова Л. А., Алешина Л. А. Пыльца и споры растений флоры Европейской части СССР. Л.: Наука, 1972. Т. 1. 171 с.
5. Куприянова Л. А., Алешина Л. А. Пыльца двудольных растений флоры Европейской части СССР. *Lamiaceae-Zygophyllaceae*. Л.: Наука, 1978. 184 с.
6. Раменская М. А. Луговая растительность Карелии. Петрозаводск: Госиздат КАССР, 1958. 400 с.

7. Раменская М. А. Анализ флоры Мурманской области и Карелии. Л.: Наука, 1983. 216 с.

8. Юрковская Т. К. Растительный покров Карелии // Растительный мир Карелии и проблемы его охраны. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1993. С. 8–36.

9. Яковлев Ф. С., Воронова В. С. Типы лесов Карелии и их природное районирование. Петрозаводск: Госиздат КАССР, 1959. 190 с.

10. Ekman I., Iljin V. Deglaciation, the Young Dryas end moraine and their correlation in Russian Karelia and adjacent areas // *Glacial deposits in North-East Europe*/ Rotterdam, Balkena, 1995. P. 195–209.

11. Moore P. D., Webb J. A., Collinson M. E. Pollen analysis // Second edition. Blackwell Science. London, Malden, Carlton, 1991. 216 p.

ЗНАЧЕНИЕ ИСКОПАЕМОЙ ФЛОРЫ ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦИИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО ЭТАПА ВЕРХНЕВАЛДАЙСКОГО ОЛЕДЕНЕНИЯ КАРЕЛИИ

Н. Б. Лаврова

Институт геологии КарНЦ РАН, Петрозаводск; lavrova@krc.karelia.ru

Приводятся результаты палинологического изучения позднеледниковых отложений Карелии. Проанализированы донные осадки озер, расположенных в областях развития морен разных стадий оледенения: от вепсовско-крестецкой на юго-востоке до стадий сальпаусселькя на северо-западе республики. Показано, что длительное существование массивов мертвого льда существенно задерживало развитие растительности на обширных территориях. Приводятся результаты анализа распределения видов растений по географическим элементам флоры, экологической приуроченности, ценологических связей видов, определенных по пыльце и макрофоссилиям в разрезах позднеледниковых отложений. Подчеркивается необходимость анализа ископаемой флоры для реконструкции растительности.

На территории Карелии представляется возможность проследить начальные этапы ее колонизации растительностью в разнообразных климатических и геолого-геоморфологических условиях. Для выяснения особенностей формирования растительности позднеледниковья валдайского оледенения проведен спорово-пыльцевой анализ отложений из донных осадков озер, расположенных в областях развития морен разных стадий оледенения: от вепсовско-крестецкой на юго-востоке до стадий сальпаусселькя на северо-западе республики [4], то есть данные по изученным спорово-пыльцевым диаграммам (СПД) рассматривались в хронологическом порядке, отвечающем последовательному освобождению территории Карелии от материкового льда последнего оледенения.

В то время как освобождение южной и юго-восточной Карелии от материкового льда произошло 13000–14000, большинство озер юго-восточной Карелии, расположенных между краевыми образованиями вепсовско-крестецкой (~15000–14000) и лужской (~13000 л. н.) стадий оледенения, начали формироваться в начале голоцена и только некоторые — в аллерёде. В озерах южной Карелии, на Олонецкой возвышенности, находящихся между краевыми образованиями лужской и невской стадий (~12000 л. н.) оледенения, седиментогенез начался не ранее середины аллерёда — начала голоцена (11500–9100 л. н.).

Большинство из исследованных водоемов располагаются в областях широкого развития форм рельефа вытаивания мертвого льда, занимающих обширные площади и сформировавшихся при ареальном типе дегляциации. Водоемы возникали не вслед за отступающим краем ледника, а по мере таяния крупных массивов мертвого льда. Таяние массивов погребенного льда в усло-

виях холодного климата позднеледниковья и существования вечной мерзлоты продолжалось в течении тысячелетий и в значительной степени задерживало формирование ландшафтов, развитие гидросети и растительности на обширных территориях. Образование массивов мертвого льда особенно характерно для ранних стадий дегляциации, когда край ледника находился в пределах развития малопрочных песчано-глинистых осадочных пород, вне пределов кристаллического щита.

В результате спорово-пыльцевого анализа донных отложений озер выявлены палинологические зоны, соответствующие стадиям среднего дриаса (12000–11800 л. н.), межстадиалу аллерёд (11800–10800 л. н.) и стадиям позднего дриаса (10800–10.200 л. н.). Как доминирующий компонент во всех спорово-пыльцевых спектрах позднеледниковья присутствует пыльца древесных. Учитывая данные по концентрации пыльцы [6], особенности формирования позднеледниковых отложений, дальность разноса пыльцы [5], отсутствие макрофоссилий древесных пород, результаты палеоэкологического анализа, разработанного под руководством В. П. Гричука [1], — большую часть пыльцы *Picea*, *Pinus*, *Betula* sect. *Albae* следует считать дальнезаносной и перетолженной. О формировании спектров в условиях интенсивного перетолжения свидетельствует постоянное участие в них дочетвертичных спороморф.

Природные условия позднеледниковья, а, следовательно, и растительность отличались большим своеобразием и не имеют аналогов в современности, что в значительной степени ограничивает возможности применения принципа актуализма в реконструкции растительности позднеледниковой эпохи. В этом случае большое значение приобретают определения пыльцы до ранга не только семейства и рода, но и вида. Привлечение видо-

вых определений пыльцы и спор, имеющих определенную эколого-ценотическую приуроченность, позволяют более детально, объективно и достоверно реконструировать растительность прошлых эпох. Кроме видовых определений пыльцы и спор, при анализе флоры использовались и определения макрофоссилий: в донных отложениях оз. Тамбичозеро (юго-восточная Карелия) определены *Betula nana*, *Dryas octopetala*, *Salix herbacea*, *Saxifraga oppositifolia*, *Rorippa islandica*, *Menyanthes trifoliata*, *Potamogeton filiformis*, *Warnstorfia exannulata*, до ранга рода — *Minuartia* sp., *Draba* sp., *Carex* sp. и др. {6}; в озерах Олонецкой возвышенности определены *Polygonum viviparum*, *Dryas octopetala*, *Potamogeton rutilus*, *Scirpus sylvaticus*, *Isoetes lacustris*, до ранга рода определены *Potentilla* sp., *Batrachium* sp., *Carex* sp., а также *Bryales* (определения Э. А. Крутоус). Отметим, что флора оставалась практически неизменной, как во время интерстадиального потепления, так и стадиального похолодания, что указывает на суровый климат всего позднеледникового времени.

Анализ экологической приуроченности, ценотических связей и современных ареалов видов растений, определенных по пыльце и макрофоссилиям в разрезах позднеледниковых отложений показал, что ископаемая флора принадлежит разным экологическим группам и характерна для разнообразных местообитаний. Для более полного анализа ископаемой флоры привлечены роды, объединяющие виды со сходной эколого-ценотической приуроченностью (*Ephedra*, *Larix*). Выяснилось, что первое место занимают виды, характерные для тундровых и лесотундровых сообществ (*Alnaster fruticosa*, *Betula czerepanovii*, *Betula nana* и др.), второе место — виды лесных сообществ (*Larix*, *Betula pubescens*, *Polygonum bistorta* и др.), причем половина из них присуща также и тундровым сообществам. Третье место принадлежит видам, тяготеющим к каменистым и щебнистым субстратам (*Cryptogramma crispa*, *Dryas octopetala*, *Diphasiastrum alpinum*, *Helianthemum* и др.), затем следуют виды, свойственные степным сообществам (*Eurotia ceratoides*, *Ephedra*, *Kochia prostrata* и др.) временным сообществам на грунтах с несформированным или нарушенным почвенным покровом (*Chenopodium album*, *Ch. rubrum*, *Kochia scoparia* и др.) и замыкают ряд виды болотных (*Rubus chamaemorus*, *Menyanthes trifoliata* и др.), прибрежных сообществ и сообществ водоемов (*Polygonum amphibium*, *Typha latifolia* и др.)

Анализ распределения видов по географическим элементам флоры показал, что первое место среди пыльцы, обнаруженной в отложениях позднеледниковья Карелии, занимает пыльца бореальных видов растений (*Larix*, *Betula pubescens*, *Valeriana officinalis* и др.), что в значительной степени связано с аллохтонным ее характером, на втором месте — пыльца арктоальпийских (*Arctostaphylos alpina*, *Dryas octopetala*, *Salix reticulata* и др.) и гипоарктических (*Betula czerepanovii*, *Betula nana*, *Rubus chamaemorus* и др.), видов, менее богато представлены арктические (*Melandrium andustiflorum* и др.), степные (*Eurotia ceratoides* и др.) и плюризональные виды (*Myriophyllum alterniflorum* и др.).

Большинство определенных по пыльце и макроостаткам видов имеют циркумполярное распространение, на втором месте — виды растений, характеризующиеся

европейским ареалом, третье место делят голарктические, циркумбореальные, евразийские виды.

Среди ископаемой флоры выделены ксерофиты, мезофиты, гидрофиты, гигрофиты. В ископаемой флоре присутствуют псаммофиты (*Hippophae rhamnoides*), петрофиты (*Saxifraga oppositifolia*), галофиты (*Salsola kali*). Зафиксированы гелиофиты (*Helianthemum*, *Pleurospermum*).

Хотелось бы отметить, что в настоящее время представители 8 видов и 2 родов растений, определенных по пыльце и макроостаткам, не встречаются на территории Карелии: *Kochia laniflora*, *Kochia prostrata*, *Eurotia ceratoides*, *Melandrium angustiflorum*, *Potentilla nivea*, *Saxifraga oppositifolia*, *Thalictrum alpinum*, *Hippophae rhamnoides*, растения из родов *Ephedra*, *Pleurospermum*. Ограниченное распространение имеют *Cryptogramma crispa*, *Betula czerepanovii*, *Diphasiastrum alpinum* (север республики), *Dryas octopetala* (горно-тундровый пояс лесной зоны Карелии), *Sanguisorba officinalis*, *Larix* (юго-восток республики), *Helianthemum*. *Atriplex nudicalis*, *Salicornia herbacea* произрастают ныне на побережье Белого моря. Как сорные растения встречаются виды рода *Chenopodium* (*Ch. album*, *Ch. rubrum*, *Ch. polyspermum*, *Ch. foliosum*).

Как явствует из анализа спорово-пыльцевых спектров и эколого-ценотического анализа ископаемой флоры растительный покров Карелии имел сложный мозаичный характер и представлял собой сочетание самых разнообразных по экологии палеосообществ (ПС). Судя по низкой концентрации пыльцы, находкам *Cenococcum geophilum* (индикатора оголенных субстратов) {6}, пыльцы растений-гелиофитов, растительный покров не был сомкнутым — участки, занятые палеосообществами чередовались с оголенными субстратами.

Видовые определения пыльцы и спор позволили более детально, объективно и достоверно реконструировать ПС позднеледникового времени, природные условия которого не имеют аналогов в современности. Благодаря близости ледникового покрова и крупных приледниковых водоемов, а также вследствие незакрепленности грунтов растительностью, процессы ветровой эрозии и аккумуляции были намного интенсивней, чем в наши дни. Таяние массивов мертвого льда и многолетней мерзлоты сопровождалось процессами солифлюкции — скольжения и оползания грунтовых масс по вечной мерзлоте. Протаивание мерзлых грунтов и захороненных блоков мертвого льда приводило к формированию гляцио- и термокарстового рельефа — сложного сочетания воронок, провалов, холмов и гряд. Таким образом, на обширных участках земная поверхность была не стабильна и быстро изменялась под воздействием солнца, ветра и гравитации. Отметим также, что уровень приледниковых водоемов быстро менялся при общей тенденции к понижению. В результате осушались участки мелководий, как песчаных, так и каменистых.

Отложения среднего дриаса (12000—11800 л. н.) выделены лишь в центральной части Онежского озера на основании варвометрических исследований [2, 3]. По палеогеографическим реконструкциям, основанным на строении поверхностных отложений и слагаемых ими форм рельефа, в южной и юго-восточной Карелии в

бллинг и среднем дриасе были чрезвычайно широко распространены поля мертвых льдов [3]. На свободной от блоков мертвого льда территории основной фон ландшафта был представлен оголенными минеральными субстратами с участками палеосообществ с видами, приуроченными к щебнистым и каменистым грунтам и к субстратам с несформированными и нарушенными почвами, а также тундровыми дриадовыми, ерничково-зеленомошными и перигляциальными поlynно-маревыми ПС со злаками и набором арктоальпийских ксерофитов.

В аллерёде (11800–10800 л. н.), характеризующимся наиболее четким потеплением в рамках позднеледникового времени, по-прежнему широко развиты поля мертвых льдов. Оголенные минеральные субстраты чередовались с участками, занятыми палеосообществами. В юго-восточной Карелии преобладали тундровые (ерничковые и ерничково-зеленомошные), тогда как в южной Карелии, на Олонецкой возвышенности — перигляциальные поlynно-маревые, ксерофильные травянистые ПС. Такая дифференциация определена рядом причин — преобладанием суглинистых субстратов в юго-восточной Карелии, наиболее благоприятных для распространения тундровых ПС. Кроме того, таяние массивов мертвого льда, активизировавшееся в условиях относительно теплого климата аллерёда, обеспечивало здесь повышенное увлажнение грунтов. Преобладание на Олонецкой возвышенности песчаной и супесчаной разновидностей морены, обладающей значительной дренирующей способностью, определило преимущественное развитие ксерофильных ПС. В отложениях аллерёда, как южной, так и юго-восточной Карелии не были обнаружены макроостатки древесных пород, при этом в спорово-пыльцевых спектрах разрезов южной Карелии отмечается более высокое содержание пыльцы *Betula sect. Albae*. Возможно, в аллерёде здесь уже распространялись редкостойные березовые ПС, что определялось, вероятно, смягчающим влиянием на климат Онежского и Шуйского приледниковых озер. Возможности распространения березовых ПС обусловил и преобладающий здесь вещественный, гранулярный состав морены, оттаивающей быстрее и на большую глубину, чем глинистая и суглинистая морена юго-восточной Карелии.

Новое и значительное похолодание в позднем дриасе (10800–10200 л. н.) вызывает очередное наступление ледникового края, известное как стадия сальпаусселька. Глобальное изменение климата в сторону понижения тепло-и влагообеспеченности привело к деградации редкостойных березовых ПС. В юго-восточной Карелии сократились площади, занятые тундровыми ПС в пользу поlynно-маревых. В южной Карелии, на Олонецком плато, доминирующие позиции по-прежнему занимали перигляциальные ксерофильные травянистые ПС.

Таким образом, освобождение южной и юго-восточной Карелии от материкового льда произошло 13000–14000 л. н., а распространение растительности началось не ранее среднего дриаса — начала аллерёда (около 12000–11800 л. н.). Лимитирующее воздействие на распространение растительности оказывало длительное существование массивов мертвого льда и многолетней мерзлоты.

В центральной и западной Карелии, освободившейся ото льда на протяжении аллерёда и позднего дриаса (11800–10200 л. н.), развитие растительности началось почти синхронно времени отступления ледника. Причина кроется в следующем: на заключительных этапах дегляциации Карелии, ледник продвигался по прочным кристаллическим породам Балтийского щита и был незначительно обогащен обломками горных пород. В результате не возникало условий для формирования наледникового комплекса отложений и относительно чистый лед таял быстро, без формирования обширных полей мертвого льда.

Начало пребореала было важным рубежом в изменении всей физико-географической обстановки и ознаменовалось нарастанием тепло- и влагообеспеченности, вызвав необратимые последствия в растительном покрове, выразившиеся в распространении древесных ПС. Тем не менее связь с предыдущей эпохой продолжала существовать и отразилась она в сохранении перигляциальных и тундровых ПС, существовавших вплоть до бореального времени, что во многом объясняется длительной консервацией мертвого льда и многолетней мерзлоты.

Литература

1. Гричук В. П., Малыгина Е. А., Монозон М. Х. Значение палеоботанических материалов для стратиграфии валдайских отложений // Последний ледниковый покров на Северо-Западе Европейской части СССР. М.: Наука, 1969. С. 57–105.
2. Демидов И. Н. Строение ленточных глин и особенности дегляциации Центральной Карелии // Вопросы геологии докембрия Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1993. Вып. 7. С. 127–153.
3. Демидов И. Н. Деградация поздневалдайского оледенения в бассейне Онежского озера // Геология и полезные ископаемые Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2005. Вып. 8. С. 134–142.
4. Лаврова Н. Б. Флора и растительность позднеледниковья Карелии: Автореферат дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 2005. 24 с.
5. Лийвранд Э. Методические проблемы палиоэкологической стратиграфии плейстоцена. Таллинн: Валгус, 1990. 176 с.
6. Wohlfarth B., Filimonova L., Bjorkman L. et al. Late-Glacial and Early Holocene Environmental and Climatic Change at Lake Tambichozero, Southeastern Russian Karelia // Quaternary Research, 2002. Vol. 58. P. 261–272.

ИЗМЕНЕНИЯ ПАЛЕОКЛИМАТА ПОЗДНЕПЛЕЙСТОЦЕНОВОГО КАЗАНЦЕВСКОГО МЕЖЛЕДНИКОВЬЯ БОРЕАЛЬНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ И СРЕДНЕЙ СИБИРИ (ПО ДАННЫМ ПАЛИНОЛОГИИ И $^{230}\text{Th}/\text{U}$ ДАТИРОВАНИЯ)

С. А. Лаухин

Российский государственный геологоразведочный университет, Москва; valvolgina@mail.ru

Ревизия стратотипов и опорных разрезов каргинского горизонта Западно-Сибирской равнины с использованием сопряженных $^{230}\text{Th}/\text{U}$ и усовершенствованного ^{14}C -датирования показало невалидность многих ^{14}C -дат 60–70-х годов и докаргинский возраст принятых в современных стратиграфических схемах плейстоцена Западной Сибири стратотипов подгоризонтов каргинского горизонта. Анализ с применением $^{230}\text{Th}/\text{U}$ и ^{14}C дат, опубликованных и полученных новых палеоботанических данных, позволил существенно уточнить и детализировать событийную, особенно палеоклиматическую шкалу позднего плейстоцена равнины. В бореальной зоне Западной Сибири выявлены оптимумы, соответствующие климатическим событиям ледового керна Гренландии, 5e5, 5e1 и выявляются пессимумы на уровне событий 5e2 и 5e4. $^{230}\text{Th}/\text{U}$ -даты, даже при их широком доверительном интервале позволяют выявить не только основные, но и некоторые частные, климатические события в пределах казанцевского межледниковья в бореальной зоне Западной Сибири. В среднем течении Оби выявлены слои, соответствующие подстадии МИС-5с. Предшествовавшее ему похолодание не уступало по глубине более поздним стадиям зырянского оледенения. Это похолодание сопоставляется с подстадией МИС-5d и позволяет ряду авторов относить начало зырянского оледенения ко второй половине стадии МИС-5, а не целиком к стадии МИС-4. Полученные материалы не позволяют говорить о необходимости ликвидации или об уменьшении объёма каргинского горизонта. Однако стратотипы его региональных подгоризонтов, выбранные, в основном, в 60–70-е годы XX века, оказались невалидными.

$^{230}\text{Th}/\text{U}$ -датирование погребенных торфяников (описание методики приведено в [9, 13, 18, 19, 24 и др.] и палинологическое изучение этих торфяников, а также — подстилающих и перекрывающих их отложений позволило детализировать реконструкцию эволюции растительности и палеоклиматов казанцевского межледниковья (эемское, микулинское) позднего плейстоцена Сибири. Полученные в ходе исследований спорово-пыльцевые диаграммы разместить здесь невозможно, но в этом нет необходимости, т. к. они опубликованы в разное время [4, 10, 11, 20–22, 26]. Здесь приводится обсуждение основных выводов из этих диаграмм. Палеоклиматические события, выявленные с помощью спорово-пыльцевых диаграмм, подтверждены макрофлорой из этих же торфяников [10, 11, 23, 36]. Относительно методики $^{230}\text{Th}/\text{U}$ -датирования необходимо отметить только то, что дата получается двумя методами: способом полного выщелачивания (L/L) и способом полного растворения (TSD). Если оба способа давали близкие значения, дата признавалась представительной. Полученные даты имеют широкий доверительный интервал. С помощью палеоботанических данных доверительный интервал можно существенно сузить [23]. Относительно большого массива палинологических данных, полученных для верхнего плейстоцена Западной Сибири до начала наших исследований [3, 5 и мн. др.], необходимо отметить, что проведенное нами сопряженное $^{230}\text{Th}/\text{U}$ и ^{14}C датирование и новые сборы макрофлоры для стратотипов и опорных разрезов подгоризонтов каргинского горизонта показало их более древний возраст — зырянский или казанцевский (МИС-4 или МИС-5). Это позволило рассмотреть с позиций новых данных о возрасте этих стратотипов ранее опубликованные палинологические данные, частично уточнить и детализировать их интерпретацию. В частности, стало возможно

существенно детализировать эволюцию палеоклимата и палеорастительности казанцевского времени бореальной зоны Западно-Сибирской равнины.

Изученные палеоклиматические события сопоставлены [23] с подстадиями МИС и палеоклиматическими событиями ледового керна Гренландии [17]. Показано, что в бореальной зоне Сибири это межледниковье началось раньше, чем МИС-5, как это принято в [14, 16]: ТЛ даты до 140–150 тыс. лет назад (тлн) разрезов Западной Сибири [2]; $^{230}\text{Th}/\text{U}$ дата до 137.0+11.0/-9.2 тлн торфяника Шур 1 [1]; $^{230}\text{Th}/\text{U}$ даты 140–138 тлн донных осадков оз. Байкал [6]; ЭПР даты для Таймыра до 150 (или 147?) тлн [25] и т. д.. В разрезе Шурышкары (66° с.ш., 65°30' в.д.) три уровня торфяников: нижний (Шур 1) имеет $^{230}\text{Th}/\text{U}$ дату 133.7+13.5/-11.5 (L/L) и 137.0+11.0/-9.2 (TSD) тлн; палиноспектры характерны для южной тайги с примесью *Quercus*, *Ulmus*, *Tilia*, *Fagus* [4]; в среднем и верхнем торфяниках вверх по разрезу сменяется восемь фаз растительности: лесотундра — северо-таёжное редколесье — южная часть северной тайги — темнохвойные леса с примесью сосны и березы (вероятно южная тайга) — редкостойные темнохвойные леса — тундра — лесотундра [3]. Две стадии южной тайги фиксируют два оптимума в палеоклиматическом событии 5e5. Таким образом, колебания климата в пределах палеоклиматического события 5e5 были весьма значительными, и, возможно, глубина пессимума могла превышать показатели палеоклимата в МИС-5с, но продолжительность главного пессимума 5e5 во много раз была меньше, чем продолжительность МИС-5с и едва ли этот пессимум проявился в чём-либо, кроме кратковременного, но резкого, смещения растительных зон к югу. В Бедобе (58°47' с.ш., 97°30' в.д.) $^{230}\text{Th}/\text{U}$ дата 126.7+10.3/-8.6 (L/L) и 148.5+11.2/-9.3 (TSD) тлн. получена выше оптимума с палиноспектрами [20] южной тайги с *Corylus*,

Tilia, *Quercus* (палеоклиматическое событие 5e5). Распространенность бореальной зоны отразила потепление раньше начала МИС-5 в океане (т.е. распреснение океана). В опорном разрезе Горная Суббота (59°30' с.ш., 70° в.д.) над торфяником эпизод Блейк (128 тлн.), в алевроите вверху торфяника ТЛ-дата 130±31 тлн [2]. Внизу торфяника палиноспектры южной тайги без широколиственных пород, выше — с *Tilia*, *Ulmus*, *Quercus*, *Corylus*; вверху торфяника — сначала палиноспектры средней и затем северной тайги [7]. Отражены палеоклиматические события 5e5 и 5e4. В разрезе Чембакчино (60° с.ш., 70° в.д.) под торфяником изучены палиноспектры [9] сосновых лесов с *Corylus*, *Tilia*, *Ulmus*, *Acer*; в торфянике — палиноспектры редколесья, потом темнохвойных лесов с *Quercus*, *Ulmus*, *Corylus* и с ²³⁰Th/U датой 114.2±22.1/ 14.7 (L/L) и 110.0±6.7/5.9 (TSD) тлн. Вверху торфяника кедровые леса с единичными *Corylus*, *Quercus* сменяются палиносpectрами средней тайги. Отражены два оптимума (ниже торфяника и в середине его); они сопоставлены с палеоклиматическим событием 5e1. Время начала палеоклиматического события 5e5 бореальной зоны Сибири древнее, чем начало МИС-5. Чем выше по разрезу, тем время проявления палеоклиматических событий в бореальной зоне Западной Сибири ближе к палеоклиматическим событиям кривой Гренландского ледового ядра. На уровне МИС-5с эти отклонения близки к точности ²³⁰Th/U датирования. Северная тайга реконструирована для торфяника Кирьяс (61° с.ш., 75°45' в.д.) с ²³⁰Th/U датой 105.5±3.6/3.3 (L/L) и 104.4±4.4/3.9 (TSD) тлн. [22], что коррелируется с МИС-5с. Осадки ниже этого торфяника содержат палиноспектры тундростепи, типичные для MIS-5d [12]. Это позволяет ряду исследователей начинать валдайское (вислинское) ледниковое время с подстадии МИС-5d [8 и др.]. В Западной Сибири выделяются палеоклиматические события Гренландского ледового ядра 5e5, 5e4 и 5e1, менее четко — 5e2 и 5e3. В оптимум 5e5 на северо-западе Западной Сибири смещение южной тайги к северу превышало 700 км, Южная тайга с примесью широколиственных пород достигала тогда берега моря казанцевской трансгрессии и многолетняя мерзлота в континентальной части северо-запада Западной Сибири отсутствовала. Развитие её было, вероятно, на островах, которые сохранялись на месте п-ва Ямал. На северо-востоке Западной Сибири развитие многолетней мерзлоты было возможно на севере Таймыра, а северная тайга в Приенисейской Сибири продвигалась, вероятно, на 500 км севернее её современного положения [15].

Автор выражает искреннюю признательность Г. Н. Шиловой за проведение палинологических анализов; Ф. Ю. Величкевичу за определение макрофлоры; В. Ю. Кузнецову, Ф. Е. Максимова и Х. А. Арсланову за проведение ¹⁴C и ²³⁰Th/U датирование.

Работа проведена при финансовой поддержке ИНТАС, проект 01-0675 и РФФИ, проект 06-05-64996.

Литература

1. Арсланов Х. А., Максимов Ф. Е., Лаухин С. А. и др. Применение усовершенствованных вариантов ¹⁴C и ²³⁰Th/U методов для обоснования хронологии позднеледниковых отложений Западной Сибири // Фунда-

ментальные проблемы квартера: итоги изучения и основные направления дальнейших исследований. М.: ГЕОС, 2007. С. 18–20.

2. Архипов С. А. Хронология геологических событий позднего плейстоцена Западной Сибири // Геология и геофизика. 1997. Т. 38, № 12. С. 1863–1884.

3. Архипов С. А., Волкова В. С. Геологическая история, ландшафты и климаты плейстоцена Западной Сибири. Новосибирск: ИГИГ СО РАН, 1994. 106 с.

4. Астахов В. И., Арсланов Х. А., Максимов Ф. Е. и др. Возраст межледникового торфяника на нижней Оби // Доклады АН, 2005. Т. 401. № 1. С. 95–99.

5. Волкова В. С., Архипов С. А., Бабушкин А. Е. и др. Кайнозой Западной Сибири. - Новосибирск: ГЕО, 2003. 247 с.

6. Гольдберг. Е. Л., Грачев М. А., Эджингтон Д. и др. Уран-ториевая датировка двух последних межледниковий в осадках озера Байкал // Основные закономерности глобальных и региональных изменений климата и природной среды в позднем кайнозое Сибири. Новосибирск: ИАиЭ СО РАН, 2002. С. 92–99.

7. Гуртовая Е. Е., Кривоногов С. К. Фитологическая характеристика континентальных отложений казанцевского горизонта // Микрофитофоссилии и стратиграфия мезозоя и кайнозоя Сибири. Новосибирск: ИГИГ СО РАН, 1988. С. 69–91.

8. Климаты и ландшафты Северной Евразии в условиях глобального потепления. Ретроспективный анализ и сценарии. М.: ГЕОС, 2010. 220 с.

9. Кузнецов В. Ю. Радиохронология четвертичных отложений. СПб: СПбГУ, 2008. 312 с.

10. Лаухин С. А., Шилова Г. Н., Величкевич Ф. Ю. Палеоботаническая характеристика и палеоклиматы каргинского времени на Западно-Сибирской равнине // Вестник археологии, антропологии и этнографии, 2006. № 7. С. 203–225.

11. Лаухин С. А., Арсланов Х. А., Максимов Ф. Е. и др. Новое обнажение погребенного торфяника казанцевского возраста в низовьях Иртыша // Доклады АН, 2008. Т. 418. № 5. С. 689–692.

12. Левина Т. П. Палинологическая характеристика отложений позднечетвертичной ледниковой эпохи в долине Средней Оби // Стратиграфия и палинология мезозоя и кайнозоя Сибири. Новосибирск: ИГИГ СО РАН, 1979. С. 74–98.

13. Максимов Ф. Е. Геохронология среднего и позднего неоплейстоцена по результатам ²³⁰Th/U датирования торфяников Сибири и Восточной Европы. Автореф. канд. диссертации. СПб: СПбГУ, 2008. 16 с.

14. Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. СПб.: ВСЕГЕ, 2008. Вып. 38. 127 с.

15. Стрелецкая И. Д., Гусев Е. А., Васильев А. А. и др. Новые результаты комплексных исследований четвертичных отложений Западного Таймыра // Криосфера Земли, 2007. Т. XI. № 3. С. 14–28.

16. Bassinot F. E., Laberie L. D., Vincent E. et al. The astronomical theory of climate and the age of the Brunhes-Matuyama magnetic reversal // Earth Planet. Sci. Lett, 1994. Vol. 126. P. 91–108.

17. Dansgaard W., Johnsen S. J., Clausen H. B. et al. Evidence for general instability of past climate from a 250-kyr ice core record // Nature, 1993. Vol. 364. № 6434. P. 218–220.

18. Geyh M. A. Reflection on the $^{230}\text{Th}/\text{U}$ dating of the dirty material // *Geochronometria*, 2001. Vol. 20. P. 9–10.
19. Geyh M. A. Selection of suitable data sets improved $^{230}\text{Th}/\text{U}$ dates of dirty material // *Geochronometria*, 2008. Vol. 30. P. 69–77.
20. Laukhin S. A., Shilova G. N. Results of palynological analysis of Bedoba section (Late Pleistocene of Middle Siberia) // *Geologija*, 2005. № 49. P. 40–47.
21. Laukhin S. A., Shilova G. N. Palynological characteristic of Karganian deposits in Surgut Priobye (Late Pleistocene of West-Siberian Plain) // *Geologija*, 2007. № 58. P. 25–33.
22. Laukhin S. A., Arslanov Kh., A., Maksimov F. E., Kuznetsov V. Yu. The first Early Interstadial of Zirianin traces (Early Würm) Glaciation in Siberia: U/Th date and paleobotanical data // *Geologija*, 2007. № 59. P. 47–58.
23. Laukhin S. A., Gaigalas A. On the palaeoclimatic structure of MIS-5 analogs in the midland part of Siberia (palaeobotanical and U/Th-dating data) // *Geologija*, 2008. Vol. 50. № 3. P. 176–187.
24. Maksimov F., Arslanov Kh., Kuznetsiv V., Chernov S. $^{230}\text{Th}/\text{U}$ and ^{14}C dating of Upper and Middle Pleistocene interglacial and interstadial organic deposits from the East European Plain and Siberia // *Pleistocene environments in Eurasia* // Hannover: Geoscience Center, 2006. P. 45–48.
25. Molodkov A., Bolikhovskaya N. Climato-chronostratigraphic framework of Pleistocene terrestrial and marine deposits of Northern Eurasia, based on pollen, electron spin resonance, and infrared optically stimulated luminescence analysis // *Estonian Journ. of Earth Sciences*, 2010. Vol. 59. № 1. P. 49–62.
26. Velichkevich F., Sanko A., Laukhin S. et al. Paleobotanical and paleomalacological characteristics of Middle Siberia Kazantsovian Interglacial according to Bedoba section data // *Geologija*, 2004. № 46. P. 17–26.

ПАЛЕОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ЛЕТОПИСИ ОЗЕРА ЭЛЬГЫГЫТГЫН, СЕВЕРО-ВОСТОК РОССИИ

А. В. Ложкин¹, П. М. Андерсон², П. С. Минюк¹

¹Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт ДВО РАН, Магадан;

lozhkin@neisri.ru, minyuk@neisri.ru

²Центр четвертичных исследований Вашингтонского университета, Сиэтл, США; *pata@u.washington.edu*

Оз. Эльгыгытгын образовалось в метеоритном кратере на севере Чукотки в районе с координатами $67^{\circ}30' \text{ с. ш.}, 172^{\circ}05' \text{ в. д.}$ При пилотных исследованиях были пройдены скважины, вскрывшие верхние слои осадков озера: скв. PG-1351 глубиной 1283 см и скв. LZ-1024 – 1670 см. Палинологический анализ осадков позволил получить непрерывные летописи изменений климата и растительности северо-восточной Азии от среднего плейстоцена до современности. Выделенные пыльцевые зоны показывают чередование трех главных типов растительности: 1) доминирование кустарников, 2) преобладание трав и 3) смешанный, представленный широко распространенными травянисто-кустарниковыми сообществами. Летопись скв. PG-1351 отвечает изотопно-кислородным стадиям 1–8, летопись скв. LZ-1024 – стадиям 1–10. Эти летописи обнаруживают полное сходство в смене пыльцевых зон, что является убедительным доказательством достоверности климатических реконструкций.

Палинологический анализ осадков оз. Эльгыгытгын позволил получить одни из наиболее «богатых» и продолжительных летописей Арктики, документирующих значительные изменения растительности и климата от среднего плейстоцена до современности. Древность летописей конкурирует с данными по Гренландскому ледяному щиту, но, в отличие от ледяного керна осадки оз. Эльгыгытгын отражают непрерывную картину реакции наземной растительности на глобальное изменение климата за период не менее 350 тыс. лет. Оз. Эльгыгытгын находится в кратере, образовавшемся при падении метеорита 3.6 млн л. н. в Центральной Чукотке в 100 км севернее Полярного круга. Пионерная пыльцевая летопись была получена при комплексном изучении верхнего 1283-сантиметрового слоя осадков озера (скв. PG-1351). Она охватывает время экстремальных перестроек климатов и растительности в восточном секторе Арктики в течение морских изотопно-кислородных стадий 1–8 [2]. Границы 13 пыльцевых зон и их сопоставление с изотопными стадиями определяют радиоуглеродные, оптико-люминесцентные датировки и палеомагнитные данные (см. рисунок). Возраст магнитных явлений Laschamp, Blake, Jamaica/Pringle Falls при-

нимался как независимая оценка радиометрической возрастной шкалы. Люминесцентные датировки довольно близки смоделированному линейной экстраполяцией возрасту. Последующая международная экспедиция получила керн осадков оз. Эльгыгытгын длиной 1670 см (скв. LZ-1024). Новая колонка идентична колонке PG-1351, а также ее детализирует и полностью характеризует стадию 8 и дополняет пыльцевыми зонами, относящимися к изотопным стадиям 9 и 10. Идентичность колонки LZ-1024, включающей 22 пыльцевые зоны, колонке PG-1351 убедительно подтверждает рисунок. Другими словами, обе колонки дают надежную информацию об изменениях арктических климатов в течение изотопных стадий 1–8, а новая колонка – дополнительно стадий 8–10. Пыльцевой анализ растительной истории в осадках оз. Эльгыгытгын по данным колонок PG-1351 и LZ-1024 показывает чередование трех основных типов растительности: 1) доминирование кустарников, 2) преобладание трав, 3) смешанный, представленный травянисто-кустарниковыми сообществами. Так как среди пыльцевых зон наблюдается сходство, их можно объединить в группы с повторяющимися характеристиками. Поскольку колонка LZ-1024

содержит наиболее полную информацию, мы используем нумерацию пыльцевых зон, приведенную в этой колонке (см. рисунок).

1. Сообщества с доминированием кустарников — пыльцевые зоны 1, 2, 4, 8, 9, 10, 13, 20, 21. Зона 1 отражает развитие современной региональной растительности. Использование возрастной модели «пыльца — изотопная стадия» показывает, что *Pinus pumila*, как важнейший компонент современных региональных растительных сообществ, распространяется около 9.6 тыс. л. н. Зона 2, включающая позднее ледниковое и ранний голоцен, отражает развитие тундры с доминирующими *Betula* и *Alnus*. Региональное распространение березы датируется 12.8 тыс. л. н., но пыльцевая продуктивность (PAR) показывает, что этот таксон не был широко представлен до 9.9 тыс. л. н. Процентное содержание пыльцы *Alnus* отражает распространение ольховника 10.7 тыс. л. н., а PAR подчеркивает его обилие около 9.9 тыс. л. н. Зона 8 охватывает изотопные подстадии 5a, 5b и 5c. Спорово-пыльцевые спектры свидетельствуют о существовании *Betula-Alnus* кустарниковой тундры с рассеянными популяциями *Pinus pumila*. Региональная растительность, по всей вероятности, развивалась от кустарниковой *Betula* тундры с локальным увеличением роли *Alnus* и *Pinus pumila* до высококустарниковой тундры из *Pinus*

pumila, *Alnus* и *Betula*. *Larix*, возможно, произрастала в ранней фазе этой стадии в окрестностях озера. Спектры зоны 9, а особенно зоны Eg7 в колонке PG-1351, показывают, что кустарниковая сосна образовывала «плотную» высококустарниковую тундру внутри бассейна, а также доминировала в региональном ландшафте. Пыльцевая зона 10, отвечающая максимуму последнего межледникового (ранний термохрон поздней поры неоплейстоцена, изотопная подстадия 5e), свидетельствует о развитии растительных сообществ, близких сообществам постгляциального термического максимума Северо-Востока Сибири [3]. Для зоны 10 характерны самые высокие значения PAR, подчеркивающие наиболее «продуктивную» растительность — открытые листопадные леса с участками, занимаемыми осоково-злаковыми сообществами. Зона 13 с доминирующей пыльцой *Alnus* отражает растительные сообщества среднеплейстоценового интерстадиала (изотопная стадия 7). Пыльцевые зоны 20 и 21 относятся к максимуму среднеплейстоценового межледникового (изотопная стадия 9, нижняя граница которой проводится на уровне 337 тыс. л. н.). Хотя пыльцевой анализ не показывает достаточно убедительно присутствие пыльцы древесных видов *Betula*, а макрофоссилии отсутствуют, можно полагать, что *Betula* и *Alnus* и, вероятно, *Salix* были представлены деревьями и крупными кус-

Спорово-пыльцевые спектры осадков оз. Эльгыгытгын, скважина PG 1351

Спорово-пыльцевые спектры осадков оз. Эльгыгытгын, скважина LZ 1024

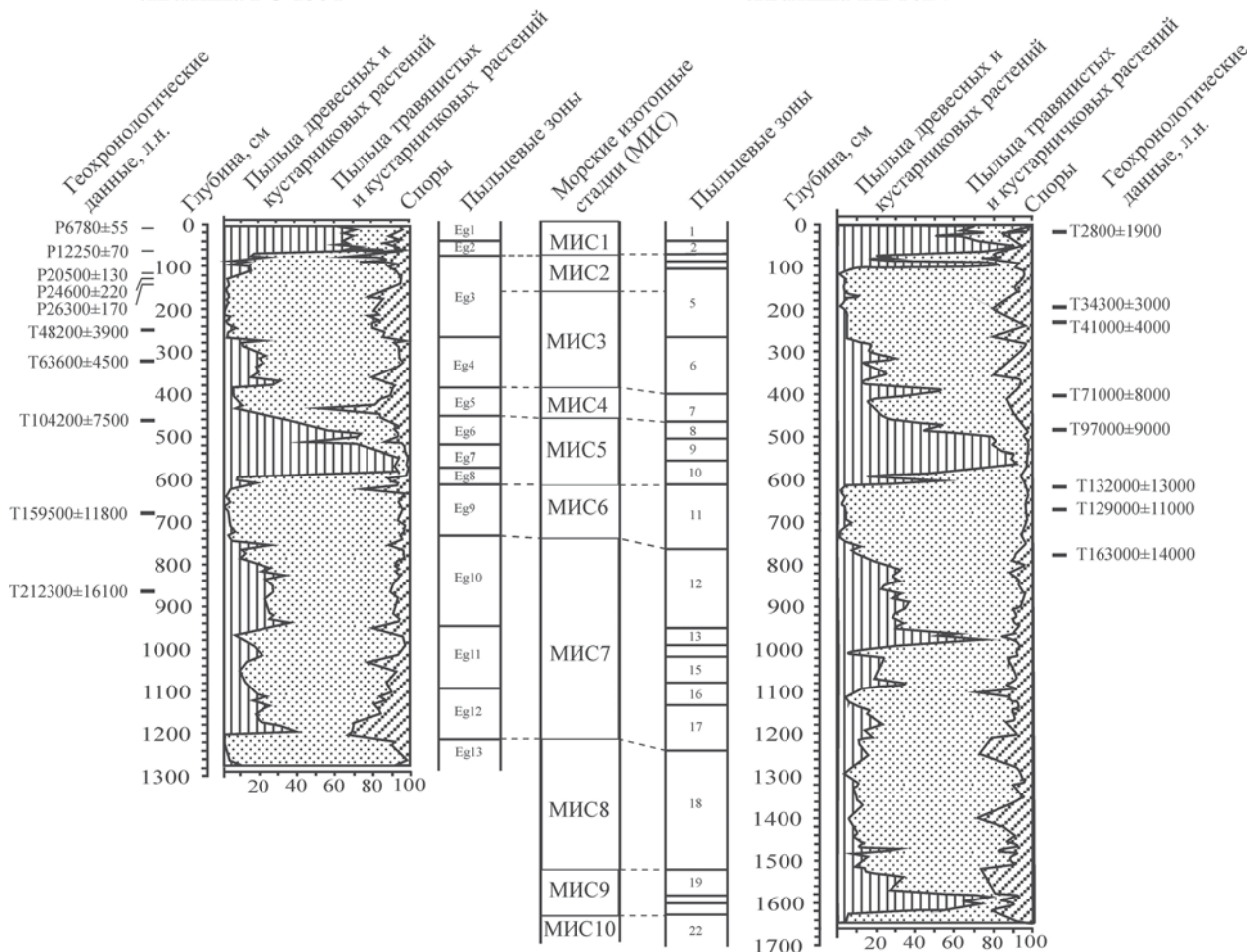


Рис. 1. Корреляция пыльцевых зон осадков оз. Эльгыгытгын (скв. PG-1351, LZ-1024) с изотопно-кислородными стадиями

тарниками высоты деревьев. Присутствующая в зоне 20 пыльца гаплоидных сосен, очевидно, продуцирована *Pinus pumila*.

2. Сообщества с преобладанием травянистых растений — пыльцевые зоны 5, 7, 11, 14, 16, 18, 22, характеризуют тундровую растительность ледниковых стадий. Ива, представленная стелющимися формами, была наиболее распространенным кустарниковым таксоном в районе оз. Эльгыгытгын. *Betula*, *Alnus* и *Pinus pumila* отсутствовали в бассейне. Редкая пыльца этих таксонов была принесена ветром с дальних площадей и из рассеянных популяций. Низкие значения PAR свидетельствуют, что растительный покров вокруг озера сменялся ландшафтами, лишенными растительности. Современные аналоги «ледниковых» зон находятся на о. Врангеля и отражают растительность от осоково-злаковой тундры до полярной пустыни [1].

3. Смешанные травянистые и кустарниковые сообщества — пыльцевые зоны 3, 6, 12, 15, 17, 19. Пыльцевые данные относятся к изотопным стадиям 3, 7, 9 и несут черты ледниковых и межледниковых спектров. В этих «промежуточных» пыльцевых комплексах отчетливо проявляются изменения в содержании основных таксонов, особенно для пыльцы *Betula*, но вариации в пыльцевой концентрации и PAR относительно тонкие и свидетельствуют, что степень изменения растительности в интерстадиалы не была такой значительной, как в межледниковья. В зоне 6 в региональной и локальной растительности доминировала сухая Роасеае-*Artemisia* тундра с *Salix* как преобладающим кустарником. Аналоги такой растительности, хотя и встречаются в более южных районах континентальной Чукотки, но доминируют на о. Врангеля, подчеркивая таким образом, небольшие различия между ледниковой и интерстадиальной растительностью. Пыльцевые зоны 12, 15, 17, 19 в основном имеют «интерстадиальные» характеристики. В образцах, относящихся к среднему плейстоцену, количество пыльцы *Betula* достигает высоких значений, а пыльцы Роасеае весьма высоких. Аналоги спектров изотопной стадии 7, особенно пыльцевых зон 12 и 15, представляют как бы «смесь» спектров о. Врангеля, северных склонов хр. Брукс на Аляске и северо-запада Аляски [1]. Растительность зоны 17 наиболее подобна зоне 6. Злаково-осоковая тундра доминировала в районе оз. Эльгыгытгын, хотя местами, возможно, была более умеренно влажная по сравнению с зоной 6, как показывают несколько меньшие содержания пыльцы *Artemisia*. Процентные содержания пыльцы *Betula* в спектрах зон 12 и 17 в основном подобны или превышают ее содержание в современ-

ных спектрах, но другие черты комплексов значительно различаются: высокие содержания пыльцы Роасеае в спектрах зон 12 и 17 — низкие в современных спектрах; низкие содержания пыльцы *Pinus* в спектрах зон 12, 17 — высокие в современных спектрах. В зонах 12, 17 и 19 кустарниковая береза в региональном плане, как и в настоящее время, играла важную роль. Палинологические данные, полученные при комплексном изучении осадков оз. Эльгыгытгын в скважине LZ-1024, послужили хорошим основанием для дальнейших исследований этого уникального природного объекта. С октября 2008 г. по май 2009 г. международная экспедиция «El'gygytyn Drilling Project» подняла керн в центральной части озера на глубине 173 м, вскрыв 317 м озерных осадков и около 200 м подстилающих импактитов (скв. D1). Хронологические рамки осадков определяются радиоуглеродными и опико-люминесцентными датировками сверху и магнитной инверсией снизу. Несмотря на большую работу, связанную с просмотром палинологических образцов, мы надеемся в ближайшее время иметь непрерывную летопись изменений арктических климатов и растительности в течение всего четвертичного периода, включая гелазий. Нижняя граница четвертичной системы (2.588 млн л. н.) в колонке D1 проводится на глубине около 125 м. Уже получены первые сведения для арктических и субарктических областей северо-восточной Сибири о климатических флюктуациях и реакции растительности на изменение климата в течение изотопных стадий 10, 11 и 12. Установлены: потепление климата 352–453 тыс. л. н., более значительное, чем потепление раннего термохрона позднего неоплейстоцена; климатические события в гелазский век и позднем плиоцене.

Исследования поддержаны Дальневосточным отделением РАН (проекты 09-1-ОНЗ-11, 09-II-УО-08-003), РФФИ-АГФИР 10-05-92514, CRDF-16674.

Литература

1. Андерсон П. М., Ложкин А. В. Предисловие к пыльцевым летописям озерных отложений Берингии // Климатические летописи в четвертичных осадках Берингии. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2004. С. 4–26.
2. Шило Н. А., Ложкин А. В., Андерсон П. М. и др. Первая непрерывная летопись изменений климата и растительности Берингии за последние 300 тысяч лет // ДАН, 2001. Т. 2. С. 231–234.
3. Lozhkin A. V. Geochronology of late Quaternary events in northeastern Russia // Radiocarbon, 1993. 35. P. 429–433.

ВЛИЯНИЕ КАТАСТРОФИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ СПОРОВО-ПЫЛЬЦЕВЫХ СПЕКТРОВ

М. С. Лящевская

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток; *lyshevskay@mail.ru*

Рассмотрено влияние природных катастрофических событий, таких как цунами, извержения вулканов и пожары, на формирование спорово-пыльцевых спектров голоценовых торфяников островов Шикотан и Кунашир, и юго-восточного побережья Камчатки, а также полигенетичных буроземов п-ва Муравьева-Амурского (южная часть Приморского края).

Изучение влияния катастрофических событий на природную среду и растительный компонент ландшафтов, а также прогноз их возможных последствий в будущем, безусловно, является одной из актуальнейших задач при изучении районов, расположенных в зонах активного проявления катастрофических природных процессов. К таким районам относятся, например, Курильские острова и п-ов Камчатка, которые характеризуются высокой сейсмичностью и активным вулканизмом.

Мощные извержения вулканов оказывают поражающее воздействие на окружающие экосистемы, что приводит к экологическим катастрофам из-за тотального уничтожения растительного покрова или его сильного поражения. Одним из наиболее значимых агентов вулканической деятельности является тефра. Воздействие тefры на экосистемы определяется ее мощностью [2, 12, 20—22, 25], температурой обломков в момент отложения [21, 28], а также химическим составом извергаемого материала, в первую очередь, водорастворимых соединений [1, 12, 24, 26]. Другим вулканическим агентом является пирокластическая волна — мощный турбулентный поток раскаленной до 200–300° клубящейся смеси газа и пирокластики, который пронесется по склону вулкана с огромной скоростью — до 300 км/час, разрушая и опаливая все на своем пути [4].

При землетрясениях с магнитудой более 7.5 могут возникать цунами, которые также нарушают сложившиеся тенденции развития геоконплексов [14], приводят к сильнейшим разрушениям на побережьях [8, 10]. Цунами вызывают угнетение растительного покрова прибрежной низменности в результате засоления почв, поступления огромного количества рыхлого материала и уничтожения (путем размыва) растений.

К числу катастрофических событий можно также отнести и пожары. В результате интенсивных лесных пожаров в значительной степени сокращается площадь леса, погибает подрост и кустарник, сильно изменяется видовой состав древесного яруса лесов (распространение лиственных пород). Пожары делают экосистемы еще менее устойчивыми к внешним воздействиям, вызывая эрозию почвенного покрова до его полного уничтожения. В короткие сроки такие экосистемы переходят на более низкий уровень организации за счет функционального упрощения компонентов и снижения их биологического разнообразия [18, 19].

Цель настоящей работы — выявление особенностей формирования спорово-пыльцевых спектров в разрезах голоценовых отложений Курильских островов, п-ва Камчатка и Приморского края под воздействием при-

родных катастрофических событий (см. рисунок). Химико-технологическая обработка образцов для спорово-пыльцевого анализа и статистический подсчет проводился по стандартным методикам [3].

Острова Кунашир и Шикотан расположены на юге Курильской дуги и максимально приближены к склону Курило-Камчатского желоба, где расположено большинство эпицентров землетрясений, которые вызывают цунами в этом районе. Кроме того, это еще и область активного вулканизма.

На тихоокеанском побережье о. Шикотан был заложен и изучен разрез торфяника, расположенный в южной части бух. Димитрова в 320 м от береговой линии (2.8 м н. у. м.). Его мощность составляет 1.65 м. Разрез включает многочисленные прослойки мелкозернистого хорошо сортированного морского песка цунамигенного происхождения, имеющего покровное залегание [15].



Схема расположения исследованных разрезов (▲)

Изучение цунамигенных осадков включало палинологический, структурно-вещественный и гранулометрический анализы. Слои имеют четкие границы, их мощность составляет до 15 см. Следы, которые оставляли палеоцунами на тихоокеанском побережье о. Шикотан, связаны здесь с характером прохождения цунами и строением побережья: со стороны Тихого океана берег открыт для фронта прохождения волны цунами, которые здесь имеют максимальные заплески и зоны затопления [7, 9, 11, 17].

Кроме того, разрез имеет два пепловых прослоя: влк. Тятя о. Кунашир (извержение около 1.6 тыс. л. н.) и влк. Тарумаи о. Хоккайдо (возраст около 2.3 тыс. л.н.). Временная привязка была сделана по данным радиоуглеродного датирования (ГИН РАН, г. Москва) и тефростратиграфии [14]. Химический анализ вулканического стекла выполнен в Радиовом институте им. В. Г. Хлопкина, г. Санкт-Петербург).

В среднеголоценовой части разреза всего обнаружено 4 прослоя морского песка цунамигенного происхождения. В двух достаточно мощных прослоях (10 и 8 см) отмечается изменение состава палиноспектров по отношению к вмещающим отложениям: резко увеличивается доля спор папоротников *Polypodiaceae* с 2 до 56 % и соответственно уменьшается количество пыльцы травянистых растений и кустарничков с 84 до 35 %. В менее мощном прослое (4 см) фиксируется только уменьшение количества пыльцы древесной растительности почти в 2 раза.

Спорово-пыльцевой спектр, выделенный из прослоя вулканического пепла влк. Тарумаи о. Хоккайдо, характеризуется резким уменьшением количества пыльцы древесных растений с 27.1 % до 10.0 %.

Позднеголоценовая часть разреза содержит 8 прослоев цунамигенных песков, которые отличаются от среднеголоценовых меньшей мощностью и не всегда имеют покровное залегание, иногда они залегают пятнами [15]. В спорово-пыльцевых спектрах двух прослоев цунамигенного песка отмечается увеличение доли спор семейства *Polypodiaceae* с 7 % до 35 % и уменьшение количества трав и кустарничков с 66 % до 43 %. Эти два палеоцунами были достаточно сильными, поэтому и вызвали угнетение растительного покрова прибрежной низменности. Восстановление существовавшего ранее фитоценоза происходило с заселения пионерными сообществами папоротников сем. *Polypodiaceae*.

В интервале от 0.05 до 0.33 м только в одном прослое морского песка, мощностью 2 см, зафиксировано изменение в составе его палиноспектра. Количество спор папоротников в нем увеличивается в 3 раза и соответственно уменьшается количество травянистой и древесной пыльцы.

На о. Кунашир изученный разрез торфяника расположен на низкой заболоченной равнине (3.5 м н. у. м.) тихоокеанского побережья Южно-Курильского перешейка, в 1.5 км от береговой линии. Мощность торфа составляет 1.5 м. На глубине 0.65 м встречен прослой песка цунамигенного происхождения. Разрез также содержит прослой вулканических пеллов, один из которых, представленный светло-желтым алевритом, сопоставляется с маркирующим пеплом Та-с влк. Тарумаи (извержение около 2.3 тыс. л. н.), выше

и ниже по разрезу залегают два прослоя тефры влк. Менделеева (извержения около 2 тыс. л. н. и 222040 л. н. (ГИН-12689), в кровле разреза встречен вулканический пепел влк. Комагатаке Ко-с2 (о. Хоккайдо, извержение 1694 г.) [27].

Анализ спорово-пыльцевых спектров разреза торфяника о. Кунашир также зафиксировал изменения в составе палиноспектров под влиянием катастрофических событий. В палиноспектре, полученном из прослоя песка цунамигенного происхождения (мощность 2 см), отмечается уменьшение количества пыльцы древесных и кустарников (с 28.5 до 15.9 %) и резкое увеличение количества спор сфагновых мхов (с 12.8 до 53.5 %). Схожий палиноспектр выделен из вышерасположенного слоя отложений: количество пыльцы в древесной группе — 18.6 %, спор сфагновых мхов — 49.6 % от общего состава. Выше по разрезу ситуация меняется и в общем составе палиноспектров начинает доминировать древесная пыльца (58.3 %), а количество спор (в частности сфагновых мхов) резко сокращается (16.2 %). Обследование проявлений современных цунами часто фиксирует усыхание древесной растительности в результате затопления прибрежной зоны [6, 8, 16], ее заболачивание. Полученные ^{14}C -даты 428040 и 3120 ± 50 (ГИН-12689) [14] говорят о том, что данное цунами произошло в среднем голоцене.

Спорово-пыльцевой спектр, выделенный из прослоя тефры влк. Менделеева характеризуется резким уменьшением количества пыльцы древесных растений (с 44.6 до 15.8 %). Полученная радиоуглеродная датировка из этого образца (2220 ± 40 (ГИН-12689) позволяет определить время его извержения [14]. Палиноспектр, полученный из пепла влк. Комагатаке, не зафиксировал существенных изменений в его составе.

В ходе проведения полевых работ Береговым отрядом ИВиС ДВО РАН в 2010 г. на восточном побережье Камчатки в бух. Жировой был изучен разрез голоценового торфяника (мощность 285 см), заложенный на высоте 3–4 м над уровнем моря, в 1.5 км от береговой линии. Анализ данных спорово-пыльцевого анализа показал, что состав спорово-пыльцевых спектров, полученных из пепловых прослоев и отложений цунами, отличается от состава спорово-пыльцевых спектров вмещающих отложений.

Цунами 1952 г. вызвало большие разрушения на территории южной части побережья Камчатки и Курильской дуги. Непосредственно в бух. Жировой была разрушена и смыта в море база рыбзавода. Волна цунами, поднимаясь от устья вверх по руслу р. Жировой, вызвала большое наводнение, была затоплена вся прибрежная низменность. Заплеск волны цунами не достиг торфяного болота, расположенного за береговыми валами, но в исследованном разрезе на глубине 8–9 см содержится прослой светлоокрашенного наилка, который образовался в результате разлива реки. Полученный из него спорово-пыльцевой спектр содержит повышенное количество спор папоротников и хвоща болотного (доля спор в общем составе увеличивается с 8.8 до 22.6 %).

Прослой пепла влк. Ксудач (извержение 1907 г.) расположен на глубине 25–29 см и представлен светлыми пемзочками с черными зернами. Спорово-пыль-

цевой спектр, полученный из него, также фиксирует увеличение доли спор в общем составе от 7.8 % в ниже лежащих отложениях до 23.3 % непосредственно в самом пепле, кроме того, в группе травянистых растений уменьшается количество пыльцы злаков с 354 до 171 %.

Изученный разрез интересен еще и тем, что в нем содержится пачка коллювиальных отложений (неокатаные и плохокатаные обломки горных пород с песчано-гравийным заполнителем) на глубине 53–78 см. Спорово-пыльцевой спектр характеризуется уменьшением количества пыльцы трав и кустарничков с 40.7 до 4.8 % и увеличением доли спор папоротников.

Интересные результаты о влиянии пожаров на формирование спорово-пыльцевых спектров были получены при изучении трех почвенных разрезов полигенетических буроземов п-ва Муравьева-Амурского (южная часть Приморского края) (мощность до 230 см), которые были заложены на его западном и восточном побережье на высотах до 125 м н.у.м.. Они состоят из современного элементарного почвенного профиля и одного нижнего погребенного. Отбор проб на спорово-пыльцевой анализ проводился из генетических горизонтов почв на тех же глубинах, что и для почвенных анализов. Характерной чертой морфологического строения этих почв являются включения частиц древесного угля в погребенных горизонтах [AY] и [BM], что свидетельствует об активном пирогенном воздействии как на сами почвы, так и ландшафт в целом. Спорово-пыльцевые спектры, полученные из этих горизонтов, фиксируют резкое уменьшение пыльцы трав и кустарничков: в общем составе присутствуют только единичные зерна, что свидетельствует об уничтожении напочвенного покрова. В этих же спектрах отмечается увеличение спор папоротников. В группе древесных растений значительно возрастает количество пыльцы березы. Из погребенного горизонта [AY] (разрез 5-09) была получена радиоуглеродная дата — 150 ± 60 л. н. Ki-16630. Радиоуглеродный анализ погребенных горизонтов [AY] разрезов 7-09 и 3-09 также показал их современный возраст [13].

В период активного освоения территории п-ва Муравьева-Амурского в конце XIX — начале XX века шла особенно усиленная вырубка строевого леса гористых окрестностей г. Владивостока, сопровождавшаяся существенной антропогенной трансформацией хвойно-широколиственных лесов во вторичные широколиственно-мелколиственные леса. Прокладка дорог вдоль горных склонов и их обезлесивание сопровождалась активизацией пирогенного воздействия. В результате дальнейшей активизации эрозионных и солифлюкционных процессов происходило перекрытие буроземов эрозионно-солифлюкционными отложениями с последующим формированием на них верхнего (современного) элементарного профиля почв полигенетических буроземов.

Вышеописанные катастрофические события повлияли на развитие обстановок осадконакопления, способствуя их смене, и вызвали изменения в структуре ландшафтов, особенно их растительного компонента, как самого чуткого индикатора природной среды. Прохождение мощных исторических и палеоцунами приводило к изменению естественной тенденции развития раститель-

ных сообществ прибрежных низменностей на локальном уровне, что отразилось на составе спорово-пыльцевых спектров, полученных непосредственно из цунамигенных отложений. В результате эрозионного действия цунами происходил смыв растительности из верхнего слоя почвы, а также аккумуляция рыхлого материала, иногда в огромном количестве. В ходе первичной сукцессии пионерной растительностью выступали папоротники сем. Polypodiaceae или сфагновые мхи в результате активного заболачивания территории. Вторичная сукцессия носила унаследованный характер восстановленной растительности и была связана с вегетативным возобновлением, где источниками возобновления могли выступать растения из рефугиумов и семенной банк погребенной почвы [5], что определяло относительно высокие темпы восстановления растительного покрова, существовавшего до прохождения цунами. Изученные разрезы голоценовых торфяников находятся в бухтах, по-разному ориентированных к фронту прохождения цунами. Тихоокеанское побережье о. Шикотан наиболее открыто для воздействия волн цунами, имеющих здесь максимальные заплески и зоны затопления. Таким образом, изученный разрез в бух. Димитрова содержит многочисленные прослой цунамигенных песков, которые имеют большую мощность и хорошо прослеживаются в разрезе по простирацию.

Спорово-пыльцевые спектры, выделенные из пепловых прослоев характеризуются резким уменьшением количества пыльцы древесных растений. Пеплопады, возникающие при извержениях вулканов, могли приводить к снижению прироста и пылеценности древесных пород, возможно, и к их уничтожению, что было зафиксировано при анализе палиноспектров пепловых прослоев.

Изучение спорово-пыльцевых спектров погребенных горизонтов полигенетических буроземов с включениями частиц древесного угля, позволило реконструировать лесовосстановительные сукцессии после пожаров и рубок в лесах п-ва Муравьева-Амурского.

Детальные описания состава спорово-пыльцевых спектров цунамигенных и пепловых прослоев, пирогенезированных почвенных горизонтов очень важны, поскольку они позволяют получить информацию о масштабах воздействия конкретных катастрофических событий на развитие растительного покрова и этапах сукцессионного процесса.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ по проектам № 11-05-00497, № 09-04-00923 и гранта Президиума ДВО № 09-III-A-09-510.

Литература

1. Быкасов В. Е. Шлаково-пепловый чехол извержения 1975г. и поражение растительности Толбачинского дола // Вулканология и сейсмология, 1981. № 1. С. 76–78.
2. Быкасов В. Е. Восстановление растительности на шлаково-пепловых отложениях Толбачинского дола // Вопросы географии Камчатки, 1990. Вып. 10. С. 193–194.
3. Гричук В. П., Заклинская Е. Д. Анализ ископаемых пыльцы и спор и его применение в палеогеографии. М.: Географгиз, 1948. 224 с.
4. Гришин С. Ю. Динамика растительного покрова андезитовых вулканов (на примере районов катастрофи-

ческих извержений) // Растения в муссонном климате: Материалы V научной конференции. Владивосток: Дальнаука, 2009. С. 50–53.

5. Дирксен В. Г., Дирксен О. В. Реконструкция восстановления растительности после катастрофического извержения Курильское озеро-Ильинская 7700 ¹⁴С л.н. на Южной Камчатке // Вестн. КРАУНЦ, Серия науки о Земле. 2004. № 3. С. 57–85.

6. Иванов В. В. Исследование влияния цунами на осадконакопление по следам цунами 4 октября 1994 года // Проявления конкретных цунами. Цунами 1993 и 1994 годов на побережье России. Южно-Сахалинск: Ин-т мор. геологии и геофизики ДВО РАН, 1997. С. 119–128.

7. Иващенко А. И., Гусяков В. К., Джумагалиев В. А. и др. Шикотанское цунами 5 октября 1994 г. // Доклады АН СССР, 1996. Т. 348. № 4. С. 532–538.

8. Кайстренко В. М., Гусяков В. К., Джумагалиев В. А. и др. Проявление цунами 4 октября 1994 года на Шикотане // Проявления конкретных цунами. Цунами 1993 и 1994 годов на побережье России. Южно-Сахалинск: Ин-т мор. геологии и геофизики ДВО РАН, 1997. С. 55–73.

9. Левин Б. В., Иващенко А. И., Куликов Е. А. Заключение подкомиссии по цунами и морским наводнениям о результатах обследования последствий землетрясения и цунами 4(5).10.1994 г. в береговой зоне Южных Курильских островов // Шикотанское землетрясения 4(5).10.94. Информационно-аналитический бюллетень ФССН. Экстренный выпуск, 1994. С. 5–7.

10. Левин Б. В., Носов М. А. Физика цунами и родственных явлений в океане. М.: «Янус-К», 2005. С. 360.

11. Леонов Н. Н., Оскорбин Н. С., Поплавская Л. Н. и др. Шикотанское землетрясение и цунами 11 августа 1969 г. // Землетрясения в СССР в 1969 г. М.: Наука, 1973. С. 164–179.

12. Манько Ю. И., Сидельников А. Н. Влияние вулканизма на растительность. Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. 161 с.

13. Пиеничников Б. Ф., Пиеничникова Н. Ф., Ляцевская М. С. и др. Влияние педоантропогенеза на морфологическое строение и экологические функции приокеанических буроземов юга Дальнего Востока // Ресурсный потенциал почв — основа продовольственной и экологической безопасности России: Материалы Международной научной конференции. СПб.: Издательский дом СПбГУ, 2011. С. 451–454.

14. Разжигаева Н. Г., Ганзей Л. А. Обстановки осадконакопления островных территорий в плейстоцене-голоцене. Владивосток: Дальнаука, 2006. 365 с.

15. Разжигаева Н. Г., Ганзей Л. А., Гребенникова Т. А. и др. Геологическая летопись палеоцунами на о. Шико-

тан (Малая Курильская гряда) в голоцене // Вулканология и сейсмология, 2008. № 2. С. 1–16.

16. Сабиров П. Н. Дендроиндикация цунами на острове Шикотан // Проявления конкретных цунами. Цунами 1993 и 1994 годов на побережье России. Южно-Сахалинск: Ин-т мор. геологии и геофизики ДВО РАН, 1997. С. 137–144.

17. Соловьев С. Л. Основные данные о цунами на тихоокеанском побережье СССР, 1937–1976 гг. // Изучение цунами в открытом океане. М.: Наука, 1978. С. 61–136.

18. Шлотгауэр С. Д., Крюкова М. В., Антонова Л. А. Сосудистые растения Хабаровского края и их охрана. Владивосток–Хабаровск: Изд-во ДВО РАН, 2001. 195 с.

19. Шлотгауэр С. Д., Крюкова М. В. Воздействие пирогенного фактора на состояние растительного покрова в бассейне Амура // Вестн. ДВО РАН, 2008. Вып. 1. С. 59–68.

20. Antos A. J., Zobel D. B. Recovery of forest understories buried by tephra from Mount St. Helens // Vegetatio, 1985. Vol. 64. P. 103–111.

21. Antos A. J., Zobel D. B. Seedlings establishment in forests affected by tephra from Mount St. Helens // American Journal of Botany, 1986. Vol. 73. P. 495–499.

22. Banks N. G., Hoblitt R. P. Summary of temperature studies of 1980 deposits // The 1980 eruption of Mount St. Helens, Washington. 1981. Geological Survey Professional Paper, 1250. P. 295–315.

23. del Moral R. Initial recovery of subalpine vegetation on Mount St. Helens, Washington // American Midland Naturalist, 1983. Vol. 109. P. 72–80.

24. Gough L. P., Severson R. C., Lichte F. E. et al. Ashfall effects on the chemistry of wheat and the Ritzville soil series, eastern Washington // The 1980 eruption of Mount St. Helens, Washington. 1981. Geological Survey Professional Paper 1250, P. 761–788.

25. Grishin S. Yu., del Moral R., Krestov P. V., Verkholat V. P. Succession following the catastrophic eruption of Ksudach volcano (Kamchatka, 1907) // Vegetatio, 1996. Vol. 127. P. 129–153.

26. McKnight D. M., Feder G. L., Stiles E. A. Effects on a blue-green alga of leachates of ash from the May, 18 eruption // The 1980 eruption of Mount St. Helens, Washington. 1981. Geological Survey Professional Paper 1250, P. 733–743.

27. Nakagawa M. et al. Tyatya Volcano, southwestern Kurile arc: Recent eruptive activity inferred from widespread tephra // The Island Arc, 2002. Vol. 11. P. 236–254.

28. Winner W. E., Casadevall T. J. Fir leaves as a thermometers during the May, 18 eruption // The 1980 eruption of Mount St. Helens, Washington. 1981. Geological Survey Professional Paper 1250, P. 315–323.

ПАЛИНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОТЛОЖЕНИЙ ВЕРХНЕГО ПЛЕЙСТОЦЕНА В КОМИ РЕСПУБЛИКЕ

Т. И. Марченко-Вагапова

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар; timarchenko@mail.ru

Отложения верхнего плейстоцена широко распространены в регионе, по ним получено достаточно много данных. Анализ флоры микулинского межледниковья позволяет установить то, что растительность климатического оптимума имела южно-таежный облик и была представлена обычными бореальными видами с единичным присутствием широколиственных элементов. Комплексы средневалдайского межстадиала указывают на то, что климат был самым холодным по сравнению с другими межледниковьями. В это время происходило изменение растительности от тундровых и лесотундровых сообществ до лесов таежного типа с примесью широколиственных пород. Отмечено отсутствие климатических оптимумов и наличие трех периодов потепления.

Отложения верхнего плейстоцена широко распространены на европейском севере России. Микулинский межледниковый горизонт сложен преимущественно континентальными фациями: аллювием и озерно-болотными отложениями, и лишь на севере Печорской низменности — морскими осадками: глинами, песками, галечниками с обильной фауной моллюсков [1]. Образование бореальной трансгрессии имеют почти непрерывное распространение от Финского залива до Белого моря и прослеживаются по долинам крупных рек (Северная Двина, Мезень, Печора) до абсолютных отметок 100—110 м [8]. К югу морские осадки переходят в лиманные, озерные и аллювиальные. Отложения, отнесенные к средневалдайскому межстадиалу, залегают на осадках различного возраста и генезиса, перекрыты толщей поздневалдайского (полярного) ледникового горизонта. Представлены преимущественно аллювиальными, озерными и озерно-болотными отложениями в основании первой надпойменной террасы в южной части региона, а на севере слагают более высокие террасовые уровни.

Спорово-пыльцевые комплексы из микулинских отложений свидетельствуют о том, что в это время на данной территории господствовала лесная растительность. Наибольшее распространения достигали темнохвойные еловые, сосновые леса с участием берез *Betula* sect. *Albae* и *Betula* sect. *Fruticosae*, ольхи. Отмечено невысокое процентное содержание пыльцы широколиственных пород: дуба *Quercus* sp. и граба *Carpinus* sp. Большое участие принимали луговые формации, что отражается в составе мезофильного разнотравья. Были развиты водоемы с водной растительностью, отмечена пыльца водных растений *Nuphar lutea* (L.) Smith, *Alisma* sp. Флора климатического оптимума имела южно-таежный облик и была представлена обычными бореальными видами. Растительный комплекс характеризует довольно теплые и влажные климатические условия, что подтверждается более ранними исследованиями [3, 4, 9—13].

Спорово-пыльцевые комплексы из отложений средневалдайского возраста указывают на то, что в районе преобладали безлесные (типа тундры) и слабозалесенные пространства [2, 5—7]. Исследования позволили выделить семь этапов изменения растительности, характеризующих потепления и похолодания.

Начальная фаза (Vz_I) отвечает начальному этапу в развитии растительности средневалдайского интервала. В спорово-пыльцевых спектрах доминируют недревесные компоненты: споры и травы. Среди древесных пород

основное количество приходится на пыльцу берез, среди которых преобладает *Betula* sect. *Nanae*. Содержания хвойных пород невелики и примерно одинаковы. Среди травянистых растений значительно участие маревых и злаков, полыней несколько меньше, отмечены также осоки *Cyperaceae* и вересковые *Ericaceae*, разнотравье. Единично встречается *Ephedra* sp. Среди споровых преобладают сфагновые мхи.

Состав растительности отражает существование в этот период разреженных редколесий, образованных в первую очередь березой, где сосна и ель занимают подчиненное положение. Развиты кустарничковые и травянистые ассоциации, образованные маревыми, злаковыми, полынями. Комплекс свидетельствует о времени похолодания и аридизации климата.

В фазу раннего потепления (Vz_{II}) в общем составе спорово-пыльцевых спектров происходит увеличение доли древесных растений, содержание спор и трав довольно велико. Среди древесных форм наибольшее значение имеет пыльца березы *Betula* sect. *Albae*, ее значение на севере изученной территории достигает 65%. Участие хвойных пород *Pinus sylvestris* и *Piceae* sp. возрастает, причем при движении на северо-восток доля ели увеличивается. В спектрах южных разрезов изредка в виде единичных пыльцевых зерен отмечены широколиственные *Tilia* sp., *Ulmus* sp., *Corylus* sp. Отмечена также пыльца ольхи и ивы. В составе травянистых растений основное место занимают злаки. Среди разнотравья постоянно присутствуют представители *Ranunculaceae*, *Brassicaceae*, *Rosaceae*, *Polygonaceae*, *Caryophyllaceae* и *Asteraceae*. Из споровых преобладают зеленые, сфагновые мхи, папоротники. Единично присутствуют лесные виды.

Таким образом, спорово-пыльцевой комплекс отражает некоторое потепление и характеризует более широкое развитие елово-березовых, елово-сосновых, березовых лесных группировок. Открытые участки были заняты разнотравными луговыми ценозами и травянистыми ассоциациями из полыней, маревых и злаков. Флора, сформированная в эту эпоху, включала в себя как бореальные элементы, так и типарктические и ксерофитные перигляциальные элементы.

Фаза раннего похолодания (Vz_{III}). В общем составе спорово-пыльцевых спектров преобладают пыльца трав и споры. Участие *Betula* sect. *Nanae* возрастает. Содержание пыльцы ели и сосны в комплексе постепенно уменьшается и на севере территории они отмечены единично. Среди травянистых растений вновь все большее значе-

ние приобретают полыни (до 50 %), достаточно велико участие маревых, присутствуют злаки и осоки. Среди споровых господствуют зеленые, сфагновые мхи и папоротники.

Анализируя состав спектров этого времени, можно сделать вывод, что лесные группировки утратили свое господствующее положение, на смену им пришли редколесья, образованные березой с участием сосны и ели. Значительно развиты кустарничковые и травянистые ассоциации открытых мест обитаний. Большее распространение получили также болотно-тундровые формации наряду с ксерофитными сообществами, образованными полынными, маревыми и злаками. Климат был достаточно холодным и влажным.

Среднее потепление (Bz_V). В общем составе спорово-пыльцевых комплексов доля древесных пород увеличивается. Среди древесных форм господствуют мелколиственные породы, в первую очередь это виды рода *Betula* sp. Отмечена пыльца хвойных пород *Piceae* sp. и *Pinus sylvestris*. Единично и не во всех образцах встречается пыльца широколиственных пород: вяза и липы, лещины. В составе отмечена пыльца *Salix* sp., *Alnus* sp., *Alnaster* sp.

Состав пыльцы травянистых растений на юге территории достаточно однороден. Преобладает пыльца мезофильного разнотравья. Полыни, маревые и осоки представлены в незначительном количестве, тогда как к северу элементов ксерофитной перигляциальной флоры становится больше. Во всех образцах преобладают сфагновые и зеленые мхи, в меньшем количестве встречаются папоротники. Разнообразен состав плаунов — *Lycopodium clavatum*, *L. complanatum*, *L. selago*. Отмечены *Botrychium* sp., *Pteridium* sp., *Osmunda cinnamomea*, *Equisetum* sp.

Таким образом, по-видимому, на исследуемой территории в это время широкое развитие получили лесные группировки, здесь наряду с березой было велико участие ели и сосны. Часть территории была занята лугами, что находит свое подтверждение в составе пыльцы травянистых растений, принадлежащей злакам и луговому разнотравью (семействам гвоздичных, лютиковых, розоцветных, астровых), а также ксерофитными перигляциальными сообществами. Значительную роль играли болота. Климат был достаточно влажным и бореальным.

Фаза позднего похолодания (Bz_V). В общем составе спорово-пыльцевых спектров преобладают недревесные формы: споры и травы, участие пыльцы древесных снижается до 13 % на юге территории. На севере участие древесных форм сильно уменьшается: они либо отсутствуют в составе комплекса, либо отмечены в незначительных количествах. В целом состав пород сохраняет свои черты. Среди деревьев преобладают виды сем. *Betulaceae* (до 60 %). Доля хвойных пород занимает подчиненное положение, на протяжении всего периода пыльца ели и сосны встречается примерно в одинаковых количествах. В южных районах участие сосны постепенно возрастает (до 50 %). Среди травянистых растений довольно часто преобладают полыни. Среди споровых доминируют зеленые и сфагновые мхи, несколько меньше папоротников.

Таким образом, основными компонентами растительного покрова были, по-видимому, разреженные лесные сообщества, состоящие из березово-сосновых компонен-

тов с участием ели, разнообразны кустарничковые группировки. Большое распространение имели болотно-тундровые формации наряду с ксерофитными сообществами. Климат был холодным, но достаточно влажным.

Фаза позднего потепления (Bz_{VI}). В общем составе, несмотря на то, что преобладают споровые растения, резко возрастает участие пыльцы древесных пород. Среди пыльцы древесных господствует пыльца березовых. Увеличивается доля хвойных пород, особенно в южных спектрах. Присутствует пыльца ивы, жимолости. В составе травянистых растений преобладают злаки, много полыней, постоянно присутствуют осоки, маревые, вересковые *Ericaceae*. Мезофильное разнотравье представлено *Ranunculaceae*, *Brassicaceae*, *Rosaceae*, *Polygonaceae*, *Caryophyllaceae* и *Asteraceae*. Среди споровых преобладают сфагновые мхи. В меньшем количестве отмечены папоротники и зеленые мхи.

Таким образом, основным компонентом растительного покрова, по-видимому, были разнообразные разреженные лесные группировки: березовые, березово-еловые, березово-сосновые на юге изучаемой территории и березовые, сосновые и еловые редколесья — на севере. Открытые площади были заняты луговыми ценозами, что отражается в составе пыльцы травянистых растений (встречено много пыльцы злаков и разнотравья). Комплекс характеризует менее холодные климатические условия.

Конечная фаза (Bz_{VII}) вновь характеризуется резким похолоданием. В общем составе спорово-пыльцевого спектра господствуют недревесные компоненты, количество пыльцы древесных пород существенно уменьшается или совсем отсутствует. Среди последних господствует пыльца берез. Участие хвойных пород снижается. В небольших количествах отмечены ольха и ива. Практически отсутствуют представители ксерофитных форм (полыней, маревых), преобладают злаки. Среди споровых доминируют зеленые и сфагновые мхи, значение других невелико. Единично присутствует *Selaginella selaginoides*.

Состав флоры этого периода свидетельствует о том, что основным компонентом растительного покрова были березовые редколесья и разнообразные кустарничковые группировки. Значительное развитие получили гигрофильные травянистые ассоциации, что близко зоне лесотундры и тундры. Такие спектры связаны с концом раннего и среднего валдая и приурочены к отложениям, предшествующим максимумам оледенений [14].

Работа выполнена при финансовой поддержке программы ОНЗ РАН 14 «Состояние окружающей среды и прогноз ее динамики под влиянием быстрых глобальных и региональных природных и социально-экономических изменений».

Литература

1. Андреева Л. Н. Плейстоцен европейского Северо-Востока. Екатеринбург: УрО РАН, 2002. 322 с.
2. Андреева Л. Н., Дурагина Д. А. Стратиграфия и палеогеография позднего плейстоцена северо-востока Русской равнины // Сыктывкарский палеонтологический сборник. Сыктывкар, 2005. № 6. С. 155–161. (Тр. Ин-та геологии Коми науч. центра УрО РАН. Вып. 117).
3. Бердовская Г. Н. Палинологические комплексы плейстоценовых отложений района Нижней Печоры //

Бюлл. Комисс. по изучению четвертичного периода. М.: Наука, 1976. № 45. С. 125–129.

4. *Вострухина Т. М., Ильинова А. А.* Биостратиграфия разреза Вастьянский Конь на р. Печоре // Палинология плейстоцена и голоцена. М.: Наука, 1973. С. 39–43.

5. *Гуслицер Б. И., Дурягина Д. А.* Природные обстановки в бассейне верхней Вычегды в средне-поздневалдайское время / Геология и полезные ископаемые европейского северо-востока СССР. Сыктывкар, 1983, С. 26–27 (Тр. Института геологии Коми филиала АН СССР, вып. 44).

6. *Дурягина Д. А., Коноваленко Л. А.* Палинология плейстоцена Северо-Востока европейской части России. СПб.: Наука, 1993. 124 с.

7. *Лаэров А. С., Никифорова Л. Д., Потапенко Л. М.* Динамика плейстоценовых ледниковых покровов, растительность и климат на северо-востоке Европейской части СССР // Новые материалы по палеогеографии и стратиграфии плейстоцена. Уфа, 1986. С. 69–77.

8. *Lavruschin Yu. A., Spiridonova E. A.* The late pleistocene events in the north of european Russia: geology and paleoenvironments // Preprint of research materials for IGU conference «Global changes and geography». Moscow, 1995, P. 63–68.

9. *Лосева Э. И., Дурягина Д. А.* Позднеплейстоценовые озерные осадки в центре Малоземельской тундры (бассейн р. Соймы) // Геология и полезные ископаемые

Северо-Востока европейской части СССР. Сыктывкар, 1976. С. 54–61. (Ежегодник — 1975).

10. *Лосева Э. И., Дурягина Д. А.* Палеоботаническое обоснование расчленения кайнозойских отложений Центрального Пай-Хоя // Палеонтология фанерозоя Севера европейской части СССР. Сыктывкар, 1983. С. 56–68. (Тр. Института геологии Коми фил. АН СССР. Вып. 43).

11. *Лосева Э. И., Дурягина Д. А.* Возраст верхнекайнозойских отложений по данным диатомового и спорово-пыльцевого анализов на Северо-Востоке европейской части СССР // Геология и полезные ископаемые европейского северо-востока СССР. Сыктывкар, 1983. С. 25–26 (Тр. Института геологии Коми филиала АН СССР. Вып. 44).

12. *Лосева Э. И., Дурягина Д. А.* Плейстоценовые озерные отложения на крайнем Северо-востоке европейской части СССР // Стратиграфия и палеогеография фанерозоя Европейского Северо-Востока СССР. Тр. X геол. конф. Коми АССР. Сыктывкар, 1987. С. 138–141.

13. *Лосева Э. И., Дурягина Д. А.* Расчленение четвертичной толщи в северо-западном Притиманье // Биостратиграфия фанерозоя Тимано-Печорской провинции. Сыктывкар, 1989. С. 62–74 (Тр. Института геологии Коми научного центра УрО АН СССР. Вып. 73).

14. *Спиридонова Е. А.* Опыт восстановления палеоландшафтов верхнего плейстоцена по данным палинологического анализа / Естественнонаучные методы в археологии. М.: Наука, 1989. С. 176–193.

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ДИНОЦИСТАХ И ПАЛИНОКОМПЛЕКСАХ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ЭОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ТИГИЛЬСКОГО РАЙОНА ЗАПАДНОЙ КАМЧАТКИ

Е. Ю. Мещерякова, О. В. Кочубей, О. Ф. Дзюба

Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт, Санкт-Петербург;
kotya101@mail.ru

Представлены оригинальные результаты исследования микрофитофоссилий из эоценовых отложений, вскрытых новой скважиной, пробуренной в Тигильском районе Западной Камчатки. Сопоставлены комплексы диноцист и палинокомплексы, выделенные из отложений этой скважины, с таковыми из опорного Точилинского и других разрезов территории исследования.

Тигильский район расположен на северо-западном побережье Камчатки. Опорным для него считается Точилинский разрез, вскрытый в обрывах побережья Охотского моря между устьями рек Тигиль (на юге) и Воямполки (на севере), являющийся уникальным благодаря своей непрерывности, отсутствию крупных нарушений и хорошей палеонтологической охарактеризованности всех выделенных здесь стратиграфических подразделений [1]. Детальное изучение и анализ палинокомплексов Точилинского разреза впервые были проведены в середине 70-х годов XX века [2, 5]. В 2003 году этот разрез вновь привлек к себе внимание специалистов, что дало возможность получить новые, более богатые палинокомплексы из палеогеновых толщ, позволивших по-иному интерпретировать развитие палеорастительности в этом возрастном интервале [6]. В результате к настоящему времени в Точилинском опорном разрезе выявлено 11 палинокомплексов, характеризующих среднеэоценовые — нижнеплиоценовые отложения.

В середине 90-х годов XX века появились первые сведения о диноцистах кайнозойских отложений Сахалина, Японии и Камчатки [3, 7, 8]. Это значительно расширило представления о возрасте и условиях образования эоценовых отложений Западной Камчатки. Как известно, большинство видов диноцист имеют широкое латеральное, почти глобальное распространение при относительно узком стратиграфическом диапазоне, благодаря чему они с успехом используются для определения возраста и условий образования вмещающих их отложений. Кроме того, присутствие диноцист в препаратах одновременно со спорами и пылью позволяет коррелировать морские и континентальные отложения.

По последним результатам изучения цист динофлагеллят в Точилинском разрезе [4] выделено пять зон: I зона *Bellatodinium hokkaidoanum*—*Areosphaeridium diktyoplocum*—*Spinidinium* sp. A, II зона *Phthanoperidium bennetti*—*Lejeunecysta* sp.—*Paleoperidinium pyrophorum*, III зона *Impagidium* spp.—*Lejeunecysta* sp., IV зона *Paralecaniella indenata*—*Micrhystridium* sp.—*Trinovantedinium borealle*, V зона *Impagidium velorum*—*Tectatodinium* sp.

Нам, в свою очередь, удалось получить новые данные, которые позволили еще несколько расширить представления о составе комплексов микрофитофоссилий, благодаря детальному исследованию отложений, вскрытых одной из новых скважин, пробуренных в Тигильском районе Западной Камчатки.

Исходя из распределения диноцист в разрезе исследованной нами скважины, можно говорить о трех комплексах диноцист (Табл. 1).

1. Слои с единичными *Spiniferites* sp.—*Deflandrea ?phosphoritica*—*Spinidinium* sp. Характеризуются скудной насыщенностью диноцистами и их ограниченным видовым разнообразием, что затрудняет проведение статистической обработки и не позволяет установить возраст вмещающих отложений.

2. Слои с *Areosphaeridium diktyoplocum*—*Spinidinium* sp.—*Apectodinium homomorphum*. Нижняя граница слоев выделяется по появлению *Areosphaeridium diktyoplocum* (Klumpp.) Eaton; верхняя граница — по его исчезновению и исчезновению других характерных таксонов диноцист.

В изученном комплексе устойчиво доминируют *Areosphaeridium diktyoplocum* (Табл. 2, фиг. 1, 1а), *Apectodinium homomorphum* (Defl. et Cook.) Lentin et Williams (Табл. 2, фиг. 2, 2а) и *Spinidinium* sp. (Табл. 2, фиг. 3, 3а). Субдоминантами являются *Distatodinium* sp., *Achilleodinium ?biformoides* (Elsenack) Eaton и *Adnatosphaeridium* sp.

По присутствию характерных таксонов этот комплекс диноцист хорошо сопоставляется с комплексом зоны *Bellatodinium hokkaidoanum*—*Areosphaeridium diktyoplocum*—*Spinidinium* sp. А ковачинской свиты Точилинского разреза [4]. *A. diktyoplocum* практически неизвестен в японских разрезах, зато в беринговоморских (впадины Беринговоморского шельфа: Наваринская и Нортон Саунд) является видом, индексирующим местную зону позднего эоцена, непосредственно предшествующую зоне *Trinovantedinium boreale*. [4, 9]. *A. diktyoplocum* известен с позднего ипра до границы эоцена и олигоцена. Основной диапазон распространения цист *Spinidinium* sp. и *Apectodinium homomorphum* по международной шкале стратиграфического ранжирования диноцист — от позднего палеоцена до позднего эоцена [10].

Ориентируясь на распространение в камчатских разрезах руководящих таксонов диноцист, можно заключить, что отложения новой скважины, вмещающие слои с *Areosphaeridium diktyoplocum*—*Spinidinium* sp.—*Apectodinium homomorphum* имеют средне-позднеэоценовый возраст и относятся к снатольскому? и ковачинскому горизонтам. Косвенно это подтверждается и присутствием других таксонов: *Achilleodinium ?biformoides*, *Distatodinium* sp., *Cleistosphaeridium* sp., *Adnatosphaeridium* sp., имеющих широкое распространение в эоцене.

Система	ПОСРЕДНЯЯ		Горизонт	Масштаб, м	Насыщенность (по 10-микрофитостратиграфическим единицам, см. в тексте)	Микрофитопланктон	Слой с линиострами	Слой с линиострами
	Палеоген	Мiocен						
Отдел	Мiocен		Средний	М	М	М	Слой с линиострами	Слой с линиострами
Подотдел	Средний	Средний						
Горизонт	Ушанский	Рельский	Ушанский	Рельский	Ушанский	Рельский	Ушанский	Рельский
Масштаб, м	И	И	И	И	И	И	И	И
			50	107/2	13			
			100					
			150					
			200					
			250					
			300					
			350					
			400	299/2	59			
			450	243/3	18			
			500	91/2	17			
			550					
			600	52/2	17			
			650	88/2	24			
			700	116/3	34			
			750	181/3	57			
			800	140/2	47			
			850	79/2	21			
			900	125/3	36			
			950	119/3	38			
			1000					
			1050	70/2	43			
			1100	120/2	71			
			1150	68/1	35			
			1200	120/2	77			
			1250	181/2	133			
			1300	110/2	65			
			1350	268/2	120			
			1400	196/3	129			
			1450	77/1	38			
			1500					
			1550	135/3	75			
			1600	93/2	43			
			1650	306/3	223			
			1700	69/2	52			
			1750	46/2	22			
			1800	58/2	42			
			1850	62/2	42			
			1900	91/2	63			
			1950	72/2	50			
			2000	63/4	43			
			2050	40/2	26			
			2100	62/2	50			
			2150	30/3	17			
			2200	17/2	13			
			2250					
			2300	37/3	23			
			2350	38/4	23			
			2400	25/2	17			
			2450					
			2500	3/2	1			
			2550	31/2	25			
			2600	28/2	22			
			2650	19/2	18			
			2700	4/2	2			
			2750	7/2	4			
			2800	6/2	5			
			2850	31/2	25			
			2900	30/5	13			
			2950	23/6	11			
			3000	0/2	0			
			3050	6/2	4			
			3100	28/4	13			
			3150	5/2	1			
			3200	0/2	0			
			3250	4/2	2			
			3300	0/2	0			
			3350	0/2	0			

Таблица 1. Схема распространения диноцист по разрезу новой скважины, пробуренной в Тигильском районе Западной Камчатки

Operculodinium ?centrocarpum (Deflandre and Cookson) Wall			
Cordosphaeridium sp.2			
Хорганная цистра sp.5			
Claphyrocysta ?semicosta (Bujak) Lentini and Williams			
Circulodinium distinctum (Defl. et Cook.) Janssensius			
Acosphaeridium diktyopilekum (Klunpp.)Eaton			
Cornudinium sp.			
Хорганная цистра sp.6			
Heteraulacysta sp.			
Leitina sp.			
Spirogyra sp.			
	1	6	1 3
		23	14
	3		11 2
		15	
		7	1
		1	1
		4	
		2	1
		9	
		3	
		11	
		9	15
	1	1	
	9	1	
	30		
	1		
	5		
	1		
	15		
	2		
	1		

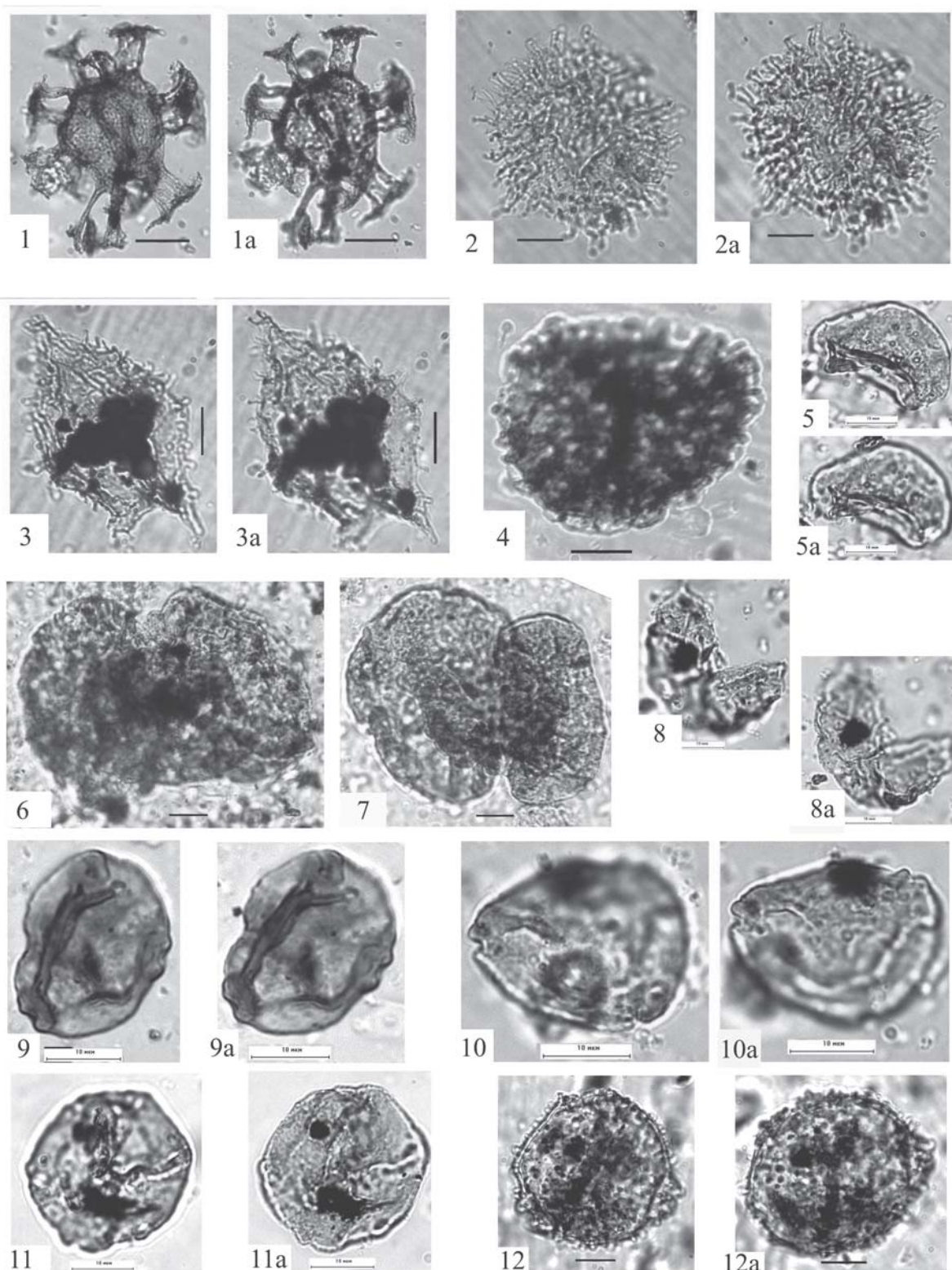


Таблица 2. Микрофитофоссилии, выделенные из отложений, вскрытых новой скважиной, пробуренной в Тигильском районе Западной Камчатки.

Фиг. 1, 1а. *Areosphaeridium dictyoplokum* (Klumpp.) Eaton. Фиг. 2, 2а. *Apectodinium homomorphum* (Defl. et Cook.) Lentin et Williams. Фиг. 3, 3а. *Spinidinium* sp. Фиг. 4. *Lycopodium* sp. Фиг. 5, 5а. *Polypodiaceae* gen. indet. Фиг. 6. *Podocarpus* sp. Фиг. 7. Разномешковое тератоморфное пыльцевое зерно *Podocarpus* sp. Фиг. 8, 8а. Пыльцевое зерно представителя сем. *Taxodiaceae*. Фиг. 9, 9а. cf. *Myrica* sp. Фиг. 10, 10а. *Triporopollenites* sp. Фиг. 11, 11а. *Juglandaceae* gen. indet. Фиг. 12, 12а. Пыльцевое зерно *Diervilla* sp., снятое в разных положениях

3. Слои с *Corrudinium* sp. — *Spirogyra* sp. — *Leiosphaeridia* sp. характеризуются резким сокращением видового разнообразия микрофитопланктона. При этом возрастает роль сублиторальных элементов: *Spirogyra* sp., *Leiosphaeridia* sp., которые не являются таксонами-индексами для достоверного определения возраста вмещающих отложений, но могут служить для установления фациальной характеристики.

В целом, распространение микрофитопланктона по разрезу изученной нами скважины дает основание полагать: осадконакопление на территории исследования происходило в условиях открытого морского бассейна (мелководного в нижней и верхней частях разреза и более глубоководного — в центральной).

Одновременно с диноцистами нами изучалась и палинологическая составляющая вмещающих пород. В результате, помимо слоев с диноцистами, удалось выявить 7 палинокомплексов в пределах среднеэоценового—среднемиоценового времени, характеризующих снатольский, ковачинский, аманинско-гаххинский и ильинский горизонты (Табл. 3).

Палинокомплекс I. Характеризуется скудной насыщенностью микрофитофоссилиями. Встречаются единичные споры папоротников (*Verrucosisporites* sp., *Osmundaceae* gen. indet., *Lycopodium* sp. (Табл. 2, фиг. 4, 4a) и пыльца голосеменных (*Picea* sp., *Pinaceae* gen. indet., *Tsuga* sp., *Podocarpus* sp., (Табл. 2, фиг. 6, 7) *Taxodiaceae* gen. indet.) и покрытосеменных растений (*Betulaceae* gen. indet.).

Палинокомплекс II. Отличается несколько большим разнообразием таксономического состава спор и пыльцы по сравнению с палинокомплексом I. Доминируют голосеменные (*Pinaceae* gen. indet., *Taxodiaceae* gen. indet.), и папоротникообразные (сем. *Osmundaceae* gen. indet.). Среди покрытосеменных растений зарегистрировано появление пыльцы *Liliacidites* sp. — одного из таксонов-индексов среднего-позднего эоцена.

Изученный палинокомплекс хорошо сопоставляется с таковыми из отложений снатольской свиты Точилинского [6] и других разрезов* Тигильского района. Возраст отложений, вмещающих палинокомплекс II, соответствует времени формирования снатольского горизонта и может быть определен как среднеэоценовый.

Палинокомплекс III. Господствуют споры семейства *Osmundaceae* gen. indet. и пыльца голосеменных: *Pinaceae* gen. indet., *Taxodiaceae* gen. indet. (Табл. 2, фиг. 8, 8a), *Podocarpus* sp. В составе покрытосеменных растений появляются пыльцевые зерна следующих таксонов: *Pterocarya* sp., *Arecipites* sp., *Liriodendron* sp., *Tricolpopollenites* sp., *Inaperturopollenites* sp., *Juglans* sp. Особое внимание обращает на себя присутствие в комплексе пыльцы представителей рода *Liriodendron* L., который является одним из таксонов-индексов среднего-позднего эоцена.

Палинокомплекс IV характеризуется резким увеличением общего количества спор и пыльцевых зерен. Именно в данном комплексе удалось зарегистрировать максимальное по всему разрезу содержание пыльцы покрытосеменных растений, среди которых преобладают

Alnus sp., *Tripoporollenites* sp., *Tricolpopollenites* sp.; присутствует пыльца семейств *Myricaceae* gen. indet., *Juglandaceae* gen. indet. (Табл. 2, фиг. 11, 11a), *Betulaceae* gen. indet., *Ulmaceae* gen. indet.; единично — *Fagaceae* gen. indet. Тем не менее доминируют здесь по-прежнему представители голосеменных растений: *Pinaceae* gen. indet., *Taxodiaceae* gen. indet. и *Podocarpus* sp.

Палинокомплекс V отличается от вышеописанного более низким содержанием спор и пыльцы, а также более бедным видовым разнообразием. Доминирует здесь пыльца тех же таксонов, что и в предыдущем палинокомплексе: *Pinaceae* gen. indet., *Taxodiaceae* gen. indet. и *Podocarpus* sp. В целом, состав покрытосеменных менее разнообразен. Все еще довольно много пыльцы таксонов *Alnus* sp. и *Tricolpopollenites* sp. Присутствуют представители широколиственных пород: *Ulmus* sp. и *Quercus* sp. В небольшом количестве зарегистрированы и пыльцевые зерна *Liriodendron* sp.

По таксономическому составу палинокомплексы III, IV и V схожи с палинокомплексами ковачинской свиты разрезов Тигильского района. Возраст отложений, вмещающих эти палинокомплексы, может быть определен как средне-позднеэоценовый.

Палинокомплекс VI характеризуется резким увеличением содержания пыльцы голосеменных растений и спор мхов и папоротникообразных. Доминирует пыльца представителей рода *Podocarpus*. Споровые растения представлены преимущественно семействами *Osmundaceae* Bercht. and J. Presl и *Polypodiaceae* Bercht. and J. Presl (Табл. 2, фиг. 5, 5a). В составе покрытосеменных по-прежнему много пыльцевых зерен *Alnus* sp. и *Tripoporollenites* sp. (Табл. 2, фиг. 10, 10a); выявлены пыльцевые зерна *Ilex* sp.

Изученный палинокомплекс является аналогом палинокомплекса аманинской свиты Точилинского опорного разреза [6]. Соответственно, возраст пород, вмещающих палинокомплекс VI, верхний эоцен—олигоцен (аманинско-гаххинский горизонт).

Палинокомплекс VII. Отмечается резкое сокращение общего содержания спор и пыльцы. В комплексе доминируют *Taxodiaceae* gen. indet., *Podocarpus* sp., *Picea* sp.

Состав споровых растений крайне беден (*Osmundaceae* gen. indet. и единичные споры *Leiotriletes* sp.). Среди покрытосеменных преобладают зерна *Tricolpopollenites* sp., присутствуют *Betulaceae* gen. indet., *Myrica* sp. (Табл. 2, фиг. 9, 9a), *Tripoporollenites* sp.; единично встречаются *Inaperturopollenites* sp., *Fagaceae* gen. indet., *Juglandaceae* gen. indet. Появляются представители травянистых растений, в частности, *Diervilla* sp. (Табл. 2, фиг. 12, 12a).

В целом, палинокомплекс VII хорошо сопоставим с палинокомплексом ильинской свиты Точилинского опорного разреза [1]. Отложения, вмещающие его, аналогичны отложениям ильинского горизонта (нижняя часть среднего миоцена).

Таким образом, в результате проведенного микропалеофитологического анализа отложений, вскрытых

* Майначский разрез, естественный разрез палеогена (палеоцен—эоцен) на рр. Снатол и Морошечная, скв. Хромовская 2, скв. Россошинская 1.

новой скважиной, нам удалось еще несколько расширить представления о составе комплексов динофлагеллят и палинокомплексов, выделенных из эоценовых отложений Тигильского района Западной Камчатки.

Авторы статьи выражают свою искреннюю благодарность Валентине Андреевне Федоровой за ценные консультации, оказанные ею в процессе выполнения этой работы.

Литература

1. Братцева Г. М., Витухин Д. И., Гладенков Ю. Б. и др. Атлас фауны и флоры неогеновых отложений Дальнего Востока. Точилинский опорный разрез Западной Камчатки. М.: Наука, 1984. 335 с. (Тр. ГИН АН СССР. Вып. 385).
2. Братцева Г. М. Этапы развития палеогеновой палинофлоры в фитохориях Дальнего Востока и Восточной Сибири // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1996. Т. 7. Вып. 5. С. 51—57.
3. Брутман Н. Я., Позднякова И. В., Сальников Б. А. и др. Регион XXVI: Сахалин, Камчатка, Корякское нагорье, Курильские и Командорские острова, внутренние моря Дальнего Востока // Геологические и биотические события позднего эоцена—раннего олигоцена на территории бывшего СССР. Ч. I. Геологические и биотические события. М.: ГЕОС, 1998. С. 268—283. (Тр. ГИН РАН. Вып. 507).
4. Запорожец Н. И., Синельникова В. Н., Ахметьев М. А. Органикостенный фитопланктон палеогена разрезов Западной Камчатки. // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2006. Т. 14. № 6. С. 94—116.
5. Синельникова В. Н., Фотьянова Л. И., Челебаева А. И. и др. Миоплиоцен Западной Камчатки. М.: Наука, 1976. 279 с. (Тр. ГИН АН СССР. Вып. 294).
6. Биосфера—экосистема—биота в прошлом Земли. Экосистемы кайнозоя Северной Пацифики. Эоцен—олигоцен Западной Камчатки и сопредельных районов (К 100-летию со дня рождения академика В. В. Мененра). М.: ГЕОС, 2005. 480 с. (Тр. ГИН РАН. Вып. 540).
7. Шенко Т. С. Динофлагелляты в отложениях Западной Камчатки // Палинология в биостратиграфии, палеоэкологии и палеогеографии: Тез. докл. VIII Всеросс. палинол. конф. М.: ИГиРГИ, 1996. С. 163—164.
8. Kurita H. Paleogene dinoflagellate cyst biostratigraphy of northern Japan // Micropaleontology. 2004. Vol. 50. Supplement no. 2. 50 p.
9. Matsuoka K., Vujak J. P. Cenozoic Dinoflagellate cysts from the Navarin Basin, Norton Sound and St. George Basin, Bering Sea // Bull. Faculty liberal Arts, Nagasaki Univ., (Natural Science). 1988. V. 29 (1). 147 p.
10. Stover L. E., Brinkhuis H., Damassa S. P., L. de Verteuil et al. Mesozoic-Tertiary dinoflagellates, acritarchs and prasinophytes // Palynology: principles and application. Eds.: J. J. Jansonius, D. C. McCreger. AASP Foundation, 1996. Vol. 2. Applications. Chapter 19. P. 64—750.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В РАЙОНЕ ОЗ. ЭЛЬГЫГЫТГЫН ПО РЕЗУЛЬТАТАМ СПОРОВО-ПЫЛЬЦЕВОГО АНАЛИЗА КЕРНОВ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ПОРОД

Е. А. Морозова¹, А. А. Андреев², Г. Б. Федоров¹, Г. Швамборн³, Л. Ширрмайстер³,
Н. Б. Останин⁴

¹ Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург;
Elena-geomorf@yandex.ru

² Институт геологии и минералогии, Университет Кёльна, Германия

³ Институт полярных и морских исследований Альфреда Вегенера, Потсдам, Германия

⁴ Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

Приводятся результаты изучения трех кернов многолетнемерзлых пород из метеоритного кратера озера Эльгыгытгын, имеющего возраст 3.6 млн лет. Палеоботанические реконструкции основаны на данных спорово-пыльцевого анализа и охватывают, главным образом, позднеледниковье и голоцен. Полученные результаты отличаются большей степенью детальностью по сравнению с данными по озерным кернам, что связано с большей скоростью осадконакопления на суше, чем в озере. Возрастные модели построены по радиоуглеродным датировкам, а также на сопоставлении наших результатов с опубликованными ранее данными по этой теме.

Известно, что крупные озера и их донные осадки являются важнейшими объектами исследований для получения палеогеографической информации. В арктической зоне, без преувеличения, наиболее значимым таким объектом является оз. Эльгыгытгын метеоритного происхождения, образовавшееся 3.6 млн л. н. [3, 9] и расположенное в центральной Чукотке. Считается, что за всё время своего существования кратер не подвергался покровному оледенению [1, 8], а значит, его озерные осадки могут содержать в себе уникальную палеоклиматическую информацию. В связи с этим, начиная с 1998 г. проводятся комплексные исследования этого объекта. В 2008—2009 гг. был осуществлен крупномасштабный Международный проект «Глубокое бурение озера Эльгыгытгын», который позволил получить 141.5-метровый керн многолетнемерзлых пород из кратера и 315-метровый керн озерных отложений [11].

Поскольку основными методами реконструкции растительности и климата прошлых эпох являются палеоботанические, то спорово-пыльцевому анализу было уделено особое внимание. В рамках проведения международных экспедиций помимо исследования колонок озерных отложений, проводились также работы по изучению адекватности отражения современной растительности в рецентных спорово-пыльцевых спектрах [2, 4—7, 10 и др.].

Авторами представлены результаты исследования трех кернов многолетнемерзлых пород (P1, P2 и D3), расположенных в разных частях кратера оз. Эльгыгытгын. Выполненные по ним реконструкции растительности и климата, охватывают, главным образом, позднеледниковье и голоцен, что позволяет дополнить палеогеографические реконструкции, выполненные по результатам изучения озерных кернов, но отличающиеся меньшей степенью детальности.

Керны P1 и P2, длиной по 5 м, были отобраны в ходе полевых работ в 2003 г. Точка отбора керна P1 (67°22'26" с. ш., 172°13'10" в. д.) находится примерно в 1.7 км к юго-востоку от озера и располагается на склоне юго-западной экспозиции с углами наклонов около 5° [13]. Керн P2 (67°32'50" с. ш., 172°07'31" в. д.) был отобран в 12.5 км к северу от предыдущего на субгоризон-

тальной поверхности (угол наклона < 3°), в 100 м от берега [12, 14]. Скважина D3 (67°29'04" с. ш., 171°56'40" в. д.), расположена в западной части кратера, в 300 м от береговой линии. Как уже упоминалось, длина керна составляет 141.5 м [11]. К настоящему времени методом спорово-пыльцевого анализа изучено 93 м керна, однако в данной работе представлены результаты изучения только верхних 20 м, ввиду крайне низкой концентрации микрофоссилий в остальной его части.

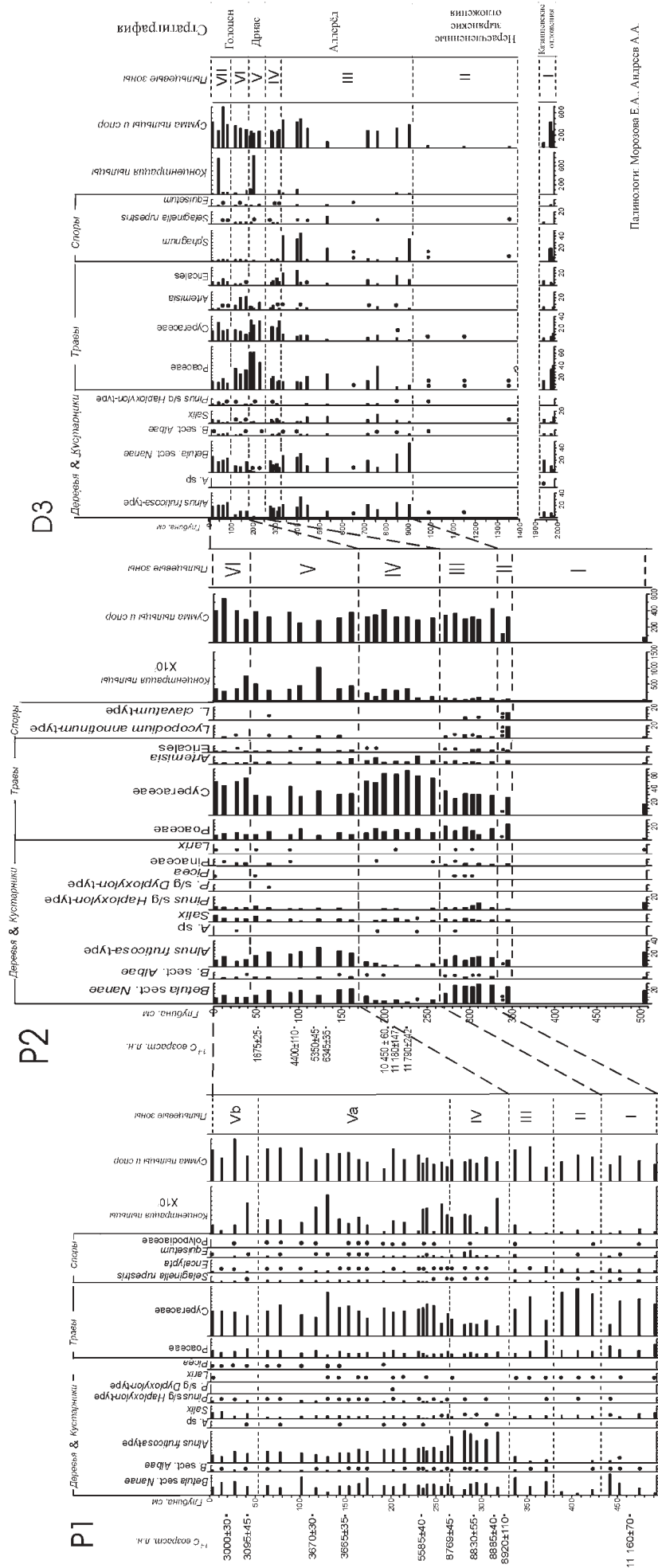
Помимо спорово-пыльцевого анализа, проведенного для всех вышеописанных кернов, для интерпретации результатов привлекались также данные по гранулометрии и содержанию органического углерода.

Одним из наиболее важных результатов корреляции спорово-пыльцевых спектров всех изученных кернов из кратера озера является возрастная модель для верхней части керна D3 (см. рисунок), которая на данном этапе исследования является единственной.

На основании палинологических данных керны P1, P2 и D3 были разделены на 5, 6 и 7 палинозон (ПЗ) соответственно (см. рисунок).

Время формирования части керна D3, соответствующей глубине 19.3—19.8 м, по данным спорово-пыльцевого анализа, можно отнести к казанцевскому межледниковью (ПЗ-1). Однако, этот факт не является неоспоримым ввиду отсутствия надежных датировок абсолютного возраста. Тем не менее спорово-пыльцевой спектр свидетельствует о том, что в окрестностях оз. Эльгыгытгын в это время произрастали карликовая березка, ива, возможно, ольховник и даже лиственница, а это, в свою очередь, говорит о перемещении северной границы леса на сотни километров к северу. Разнотравно-осоково-злаковые ассоциации с участием сфагновых мхов и плаунков также играли ведущую роль в окружающей озера растительности.

По части керна D3 с крайне низким содержанием или отсутствием микрофоссилий (гл. 19.3—9.0 м) мы не можем проводить какие-либо реконструкции, но в то же время, этот факт, может указывать на существование крайне суровых климатических условий, приведших к угнетению растительности. Об этом свидетель-



Палинологи: Морозова Е.А., Андросов А.А.

Словно-пыльцевые диаграммы и возрастная модель для осадков кернов P1, P2 и верхней части керна D3. На диаграммах показаны только основные таксоны. Радиуглеродные датировки для кернов P1 и P2 приведены по Schwabott *et al.* 2006 и Schwabott *et al.* 2008 соответственно.

ствуют и похожие спорово-пыльцевые спектры, полученные при изучении террасовых отложений, относящихся к холодным эпохам [2]. Опираясь на стратиграфическую позицию этих отложений можно предположить, что они относятся к зырянскому надгоризонту (см. рисунок). Однако ввиду отсутствия точной временной привязки, мы можем утверждать лишь позднеплейстоценовое время их формирования.

Палинозоны I и II керн P2 также не рассматривались при интерпретации ввиду крайне низкого содержания в них пыльцы.

Позднеледниковые спорово-пыльцевые комплексы, относящиеся к аллерёдскому потеплению (ПЗ-I в керне P1, ПЗ-III в керне P2 и ПЗ-III, IV в керне D3), указывают на распространение разнотравно-злаково-осоковой тундры с участием карликовой березки, ивы и ольховника в это время.

Поздний дриас (ПЗ-II в керне P1, ПЗ-IV в керне P2 и ПЗ-V в керне D3) характеризуется резкими изменениями в растительности, связанными с исчезновением кустарников в окрестностях озера, что, по-видимому, связано с ухудшением климатических условий.

В начале голоцена отмечается улучшение климата, которое вновь привело к появлению в растительности карликовой березки и ивы (ПЗ-III в керне P1 и ПЗ-VI в керне D3). Значительное присутствие ольховника в озёрной котловине отмечается в период 9000—3000 л.н. (ПЗ-IV, Va в керне P1 и ПЗ-V в керне P2). После чего в районе озера Эльгыгытгын установились климатические условия близкие к современным, способствовавшие распространению травянистых тундр (ПЗ-Vb в керне P1, ПЗ-VI в керне P2).

По поводу ПЗ-VII керн D3 нельзя сказать ничего определенного, не имея надежных датировок. Эта палинозона охватывает верхний метр делювиальных отложений, подверженных современным склоновым процессам. Спорово-пыльцевой спектр этой зоны свидетельствует о достаточно теплых климатических условиях, но пока что у нас нет оснований относить эту зону к какому-то определенному периоду голоцена. Возможно, ПЗ-VI и VII керн D3 отражают общую тенденцию к потеплению климата в течение голоцена. Этот вопрос остается дискуссионным.

Авторы благодарны российской-германской лаборатории им. Отто Шмидта, руководству и участникам международного проекта «Глубокое бурение озера Эльгыгытгын», Германскому Научному Фонду (DFG) за финансовую и техническую поддержку на различных этапах исследований, так или иначе отраженных в данной работе. Кроме того, часть приведенных результатов получена в рамках гранта № 11.G34.31.0025 Правительства РФ.

Работа выполнена в рамках проекта РФФИ № 10-05-00235-а.

Литература

1. Глушкова О. Ю. Геоморфология и история развития рельефа района озера Эльгыгытгын // Природа впадины озера Эльгыгытгын. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1993. С. 26—48.

2. Глушкова О. Ю., Смирнов В. Н., Матросова Т. В. и др. Климатостратиграфическая характеристика и радиоуглеродные датировки террасового комплекса в бассейне оз. Эльгыгытгын // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2009. № 2. С. 31—43.

3. Гуров Е. П., Гурова Е. П. Геологическое строение и ударный метаморфизм вулканогенных пород метеоритного кратера Эльгыгытгын. Препринт 81-4. Киев: ИГН АН УССР, 1981. 61 с.

4. Матросова Т. В. Современные спорово-пыльцевые спектры Анадырского плоскогорья (оз. Эльгыгытгын) // Геология, география и биологическое разнообразие Северо-Востока России: Материалы Дальневост. регион. конф., посвящ. памяти А.П. Васьяковского и в честь его 95-летия. Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2006. С. 159—162.

5. Матросова Т. В., Андерсон П. М., Ложкин А. В., Минюк П. С. Климатическая история Чукотки за последние 300 тыс. лет по данным пыльцевой летописи оз. Эльгыгытгын // Климатические летописи в четвертичных осадках Берингии. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2004. С. 26—41.

6. Матросова Т. В. Изменение растительности и климата северной Чукотки за последние 350 тыс. лет (по палинологическим данным осадков оз. Эльгыгытгын) // Вестник СВНЦ ДВО РАН, 2009. № 2. С. 23—30.

7. Шило Н. А., Ложкин А. В., Андерсон П. М. и др. Первая непрерывная пыльцевая летопись изменений климата и растительности Берингии за последние 300 тыс. лет // Докл. РАН. Геология, 2001. Т. 376, № 2. С. 231—234.

8. Glushkova O. Y., Smirnov V. N. Pliocene to Holocene geomorphic evolution and paleogeography of the Elgygytyn Lake region, NE Russia // Journal of Paleolimnology. 2007. № 37. P. 37—47.

9. Layer P. Argon-40/argon-39 age of the El'gygytyn impact event, Chukotka, Russia // Meteor. Planet. Sci. 2000. № 35. P. 591—599.

10. Lozhkin A. V., Anderson P. M., Matrosova T. V., Minyuk P. S. The pollen record from El'gygytyn Lake: implications for vegetation and climate histories of northern Chukotka since the late middle Pleistocene // Journal of Paleolimnology, 2007. № 37. P. 135—153.

11. Melles M., Brigham-Grette J., Minyuk P. et al. The Lake El'gygytyn Scientific Drilling Project - Conquering Arctic Challenges in Continental Drilling. Scientific Drilling. 2011. (в печати)

12. Schwamborn G., Fedorov G., Schirrmeister L. et al. Periglacial sediment variations controlled by late Quaternary climate and lake level change at Elgygytyn Crater, Arctic Siberia // Boreas. 2008. № 37. P. 55—65.

13. Schwamborn G., Meyer H., Fedorov G. et al. Ground ice and slope sediments archiving Late Quaternary paleoenvironment and paleoclimate signals at the margins of Elgygytyn Impact Crater, NE Siberia // Quaternary Research. 2006. № 66. P. 259—272.

14. The Expedition Elgygytyn Lake 2003 (Siberian Arctic) // Ber. Polarforsch. Meeresforsch. Bremerhaven, 2005. V. 509. AWI. 146 p.

ПРИРОДНЫЕ ОБСТАНОВКИ СЕВЕРНОЙ ЯКУТИИ В ПОЗДНЕЛЕДНИКОВЬЕ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ ОСАДКОВ МОРЯ ЛАПТЕВЫХ

О. Д. Найдина

Геологический институт РАН, Москва; naidina@ilran.ru

Сопоставление результатов комплексного палинологического анализа (пыльца и споры высших растений, цисты динофлагеллат и зеленых водорослей) и СЭМ-анализа осадков из радиоуглеродно-датированных скважин восточного шельфа моря Лаптевых показало, что начинавшееся потепление в интервале времени 15.6–10.7 тыс. лет сопровождалось кратковременными похолоданиями. Потепление климата способствовало распространению кустарниковых березовых тундр. Результаты анализа органикостенного фитопланктона говорят об активном проникновении на шельф относительно теплых североатлантических вод после 10.7 тыс. лет назад. Анализ спорово-пыльцевых диаграмм позднеледниковья свидетельствует о направленном потеплении и увлажнении климата региона моря Лаптевых, что способствует распространению осоковых болот и кустарниковых тундровых ландшафтов.

При переходе от позднего плейстоцена к голоцену на севере приморских низменностей Якутии и Новосибирских островов произошла кардинальная перестройка природных обстановок [2, 7, 8]. Важнейшим событием, связанным с этой переменной, было прекращение накопления толщ ледового комплекса. Резко континентальный и засушливый климат конца позднего плейстоцена постепенно сменился влажным морским. Глобальное потепление и трансгрессия моря привели к избыточному увлажнению и сокращению площади суши. За относительно короткое время открытые ландшафты «тундростепей» сменились крупнокустарниковой тундрой [1].

Для реконструкции природных обстановок проводится изучение климатических и гидрологических сигналов, зафиксированных в таких «хроу», как пыльца и органикостенный фитопланктон из позднеледниковых осадков моря Лаптевых. Климат, и обусловленные им смены растительности на суше, и гидрологический режим моря неоднократно изменялись во времени. Полярные экосистемы быстро реагируют на климатические колебания, которые отражаются в изменениях видового состава, структуре ценозов и смещениях границ их ареалов распространения.

Донные осадки позднеледниковой трансгрессии моря Лаптевых до сих пор оставались мало изученными. Результаты комплексного изучения осадков моря Лаптевых частично могут восполнить этот пробел. Представленные в настоящей публикации материалы исследований органикостенного фитопланктона (цисты морских видов динофлагеллат, пресноводные зеленые водоросли), пыльцы и спор наземных растений в AMS ^{14}C -датированном разрезе осадков северо-восточной части моря Лаптевых являются первыми реконструкциями позднеледниковых палеообстановок Восточного сектора Сибирской Арктики с использованием пыльцы и органикостенного фитопланктона [3, 5].

С целью проследить динамику природной среды моря Лаптевых, изменение растительности и климата прибрежно-шельфовой зоны в позднеледниковье с рубежа 15.6 тыс. лет назад, были изучены две, дополняющие друг друга, скважины из центральной части восточного шельфа моря Лаптевых. Нижняя часть разреза скважин, представленная подводной мерзлотой, датирована ~ 15.6 тыс. лет.

На основании данных спорово-пыльцевого анализа были построены пыльцевые диаграммы, на которых

выделены палинокомплексы. Деление на палинокомплексы произведено по пыльцевым индикаторам и изменению количества пыльцы представителей различных растений. Палеогеографические реконструкции учитывают обратную связь между изменениями климата и динамикой растительного покрова на прилегающей к морю суше.

Основная часть спор и пыльцы привносится в море ветром, реками и в результате абразии берегов. Установлено, что на формирование морских спорово-пыльцевых спектров одновременно воздействуют несколько факторов, что приводит к дополнительным трудностям в их интерпретации.

Анализ органикостенного фитопланктона в морских осадках скважин был выполнен О. В. Руденко [6, 14]. Полученные данные были уточнены и представлены графически в работе Т. С. Ключиткиной [3]. По материалам изучения фитопланктона в поверхностных осадках моря Лаптевых [9, 10] установлено распределение значений АН- и СД-критериев. Для реконструкции изменений поступления на шельф моря Лаптевых пресных вод использовали СД-критерий — соотношение содержания цист пресноводных зеленых водорослей и морских цист динофлагеллат. Для оценки интенсивности поступления в море атлантических вод применяли АН-критерий — отношение содержания автотрофных и гетеротрофных цист [3].

Сравнение полученных спорово-пыльцевых диаграмм позднеледниковья показало, что в зависимости от климатических условий прилегающей к морю суши были распространены то осоковые, то разнотравные и кустарниковые березовые тундры. Пыльцевые диаграммы свидетельствуют о варьирующем относительно большом количестве дальнепереносной пыльцы хвойных. Пыльца хвойных представлена в основном диплоидным и гаплоидным подродом *Pinus*. По данным СЭМ-анализа установлено, что доминирует пыльца *Pinus sylvestris* и *P. pumila* — видов, приуроченных к различным ареалам распространения и могущих быть индикаторами климатических условий.

Отчетливое изменение спорово-пыльцевых комплексов на глубинах, соответствующих интервалу времени 15.6 — 13.0 тыс. лет назад, свидетельствует о быстрой перестройке растительного покрова в ответ на изменение климата. Во время потепления в конце позднего плейстоцена распространялась кустарниковая бере-

зовая тундра, сменяющаяся мозаичной разнотравной тундрой во время похолодания. Резкое увеличение пыльцы березы, несомненно, отражает перестройку растительного покрова, вызванную потеплением климата. Почти полное отсутствие пыльцы березы и множество различных дочетвертичных Pinaceae, а также появление спор *Selaginella rupestris* свидетельствует о перигляциальных условиях осадконакопления.

Всего по результатам пыльцевого анализа установлено несколько смен похолоданий и потеплений климата. Возможно, последнее потепление климата, определенное по смене растительности и изменению состава спорово-пыльцевых комплексов из верхней части разреза скважины, относится к межстадиальному потеплению — к аллереду. Обзор работ по спорово-пыльцевым комплексам из континентальных отложений этого региона показывает, что климат в аллереде в интервале времени 12–11 тыс. лет был теплее и мягче, чем современный [11].

Последняя эпоха похолодания в изученном регионе относится к началу позднего дриаса. По всей видимости, это похолодание, которое нечетко выявляется в регионе моря Лаптевых, было не столь длительным, как в Западном секторе Арктики. После кратковременного похолодания, в Лаптевоморском регионе быстро наступило потепление и началась трансгрессия моря.

В целом анализ спорово-пыльцевых диаграмм позднеледниковья свидетельствует о направленном потеплении климата и распространении кустарниковых тундровых ландшафтов на водоразделах и осоковых болот в понижениях рельефа. Судя по составу спорово-пыльцевых спектров и реконструируемой по ним растительности, направленное потепление часто осложнялось возвратными похолоданиями.

Палеогеографические реконструкции, установленные по результатам изучения пыльцы и спор наземных растений и органикостенного фитопланктона в осадках скважин, были проведены независимо друг от друга, но общие тенденции регистрируются обоими методами. Общность изменения климата суши и среды моря прослеживается во время потепления беллинг-аллеред. В это время отмечаются пики численности динофлагеллат. Встречаются единичные цисты *Operculodinium centrocarpum*, что свидетельствует о возможном влиянии теплых атлантических водных масс на гидрологию моря Лаптевых.

Пыльцевой метод отчетливо регистрирует в этом диапазоне времени по пику пыльцы березы относительно теплый климат побережья. Незначительное количество полыни говорит об ослаблении сезонности климата, по сравнению с максимальным похолоданием климата в конце позднего плейстоцена. В позднеледниковье, по сравнению с холодным сухим климатом в сартанское время и относительно теплым и влажным климатом в голоцене [4, 12, 13], постепенно начинались прогрессирующее потепление и увлажнение климата.

Очередное общее изменение климата суши и увеличение температуры морских вод наблюдается около 10.7 тыс. лет назад. В это время регистрируются увеличение концентрации морских видов органикостенного фитопланктона и первый пик их численности. Резко возрастает концентрация спор и пыльцы (от 200 до 1800

экз./г), что вместе с установленным развитием кустарниковых тундр на суше свидетельствует о потеплении климата в начале послеледниковья.

Примерно после 10.7 тыс. лет назад в осадках появляются цисты автотрофных видов динофлагеллат и видов-индикаторов притока на шельф атлантических вод. Возрастание количества видов диноцист североатлантического происхождения, а также снижение CD-критерия и увеличение АН-критерия говорит о постепенном установлении современных морских условий внешнего шельфа, миграции к югу береговой линии и начале активного поступления на шельф моря атлантических вод. Реконструированная растительность в это время отражает частые смены кустарниковых и осоковых фитоценозов, что характеризует прибрежно-морские условия и периодические кратковременные изменения относительно теплого климата южной подзоны тундры.

Исследования показали, что по чередованию спорово-пыльцевых комплексов и изменению растительности можно регистрировать частые флуктуации климата.

Работа частично выполнена благодаря поддержке стипендиальной программы Лаборатории морских и полярных исследований им. О. Ю. Шмидта.

Литература

1. Каплина Т. Н. Аласные комплексы Северной Якутии // Криосфера Земли. 2009. Т. XIII, №4. С. 3–17.
2. Киселев С. В. Природная среда северной Евразии в плейстоцене и голоцене (по результатам исследований жесткокрылых насекомых): Автореф. дисс. ... доктора геол.-мин. наук. М.: МГУ, 1995. 42 с.
3. Кловиткина Т. С. Палеогеография моря Лаптевых в позднем плейстоцене и голоцене по материалам изучения ископаемых микроводорослей. Дисс. ... кан. географ. наук. М.: МГУ, 2007. 177 с.
4. Найдина О. Д. Палеогеография региона моря Лаптевых в первую половину голоцена по фаунистическим и палинологическим данным // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2006. Т. 4, № 3. С. 331–340.
5. Найдина О. Д. Изменения палеосреды восточного шельфа моря Лаптевых в позднеледниковье // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2009. Т. 17, №5. С. 95–108.
6. Руденко О. В., Полякова Е. И., Баух Х. А. Эволюция природных обстановок на восточном шельфе моря Лаптевых в позднем плейстоцене-голоцене по данным анализа водных палиноморф // Палинология: теория и практика. М.: ПИН РАН, 2005. С. 223–224.
7. Шер А. В. Природная перестройка в Восточно-Сибирской Арктике на рубеже плейстоцена и голоцена и ее роль в вымирании млекопитающих и становлении современных экосистем (Сообщение 1) // Криосфера Земли. 1997а. Т. 1, №2. С. 21–29.
8. Шер А. В. Природная перестройка в Восточно-Сибирской Арктике на рубеже плейстоцена и голоцена и ее роль в вымирании млекопитающих и становлении современных экосистем (Сообщение 2) // Криосфера Земли. 1997 б. Т. 1, №2. С. 3–11.
9. Kunz-Pirrung M. Distribution of aquatic palynomorphs in surface sediments from the Laptev Sea, eastern Arctic Ocean // Land-Ocean Systems in the Siberian Arctic: Dynamics and History. New York: Springer-Verlag, 1999. P. 561–575.

10. Kunz-Pirring M. Dinoflagellate cyst assemblages in surface sediments of the Laptev Sea region (Arctic Ocean) and their relation to hydrographic conditions // J. Quaternary Science. 2001. V. 16 (7). P. 637–649.

11. Naidina O. D. Holocene climatic, vegetation and pollen data of Siberia adjacent to the Laptev Sea // Rep. Polar Res. 1995. V. 176. P. 235–253.

12. Naidina O. D., Bauch H. A. A Holocene pollen record from the Laptev Sea shelf, northern Yakutia // Global and

Planet. Change. 2001. V. 31. P. 141–153.

13. Naidina O. D., Bauch H. A. Early to middle Holocene pollen record from the Laptev Sea (Arctic Siberia) // Quaternary International. 2011. V. 229. P. 84–88.

14. Rudenko O. V., Polyakova Ye. I., Bauch H. A. Postglacial environments on the eastern Laptev Sea shelf: evidence from diatom and aquatic palynomorphs assemblages // Climate drivers of the North. Kiel: Terra Nostra, 2002. P. 95–96.

ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОСТИ И КЛИМАТА БАСЕЙНА ВЕРХНЕГО ДОНА В ГОЛОЦЕНЕ

Е. Ю. Новенко¹, Е. М. Волкова², И. С. Зюганова¹

¹Институт географии РАН, Москва; lananov@mail.ru

²Тульский государственный педагогический университет, Тула; convallaria@mail.ru

В статье представлены результаты комплексного изучения Большеберезовского болота, опорного разреза для северной лесостепи в бассейне верхнего Дона (район Куликова поля). Согласно полученным данным в позднем голоцене на изучаемой территории существовали открытые степные и лесостепные растительные сообщества, соотношение которых контролировалось в первую очередь изменением эффективного увлажнения. Климатические реконструкции показали, что небольшое сокращение увлажнения и повышение летних температур на 1–3 °С по сравнению с современными значениями оказалось достаточно для перестройки структуры ландшафта от лесостепи к типичным степным сообществам и увеличению частоты пожаров на окружающей территории.

Эволюция ландшафтов северной лесостепи в голоцене уже долгое время остается одной из важных и интересных научных проблем. Являясь экотонном между лесной и степной областями Восточно-Европейской равнины, лесостепная зона особенно чутко реагирует на климатические изменения. В представленной публикации рассмотрены новые данные комплексного палеоботанического изучения Большеберезовского болота, опорного разреза для бассейна Верхнего Дона, реконструирована динамика ландшафтов и климата второй половины голоцена.

Большеберезовское болото (N 53.661612 E 38.584223), расположенное в Богородицком районе, Тульской области, в районе Куликова поля. Согласно имеющимся радиоуглеродным датировкам, результаты исследований торфяной залежи этого болота дают нам возможность рассмотреть историю растительности и климата, начиная с позднеатлантической фазы голоцена.

Описание разреза и отбор образцов проводился в ходе полевых работ 2008 и 2009 гг. Обработка проб производилась в лабораторных условиях согласно стандартным методикам. Были выполнены спорово-пыльцевой анализ торфяной залежи (рис. 1), ботанический анализ торфа (рис. 1), карпологический анализ (рис. 2), определена зольность торфа (потери при прокаливании). При проведении карпологического анализа дополнительно проводился подсчет частиц угля, размером более 0.5 мм (см. рис. 2). Климатические реконструкции (см. рис. 2) выполнены при помощи информативно-статистического метода В. А. Климанова [2].

Палеогеографические реконструкции

Образование болота началось в *атлантический период голоцена* в старице тыловой части поймы р. Непрядвы (правый приток р. Дон). Датировка основания

торфяной залежи — 6310 ± 70 ¹⁴C лет назад. Начальные этапы заболачивания сопровождались умеренным увлажнением, что способствовало формированию тростниковой формации (*Phragmites australis*).

Данные спорово-пыльцевого анализа показали, что во второй половине атлантического периода на водораздельных пространствах были распространены степные сообщества (п. зона 1; см. рис. 1). Относительно высокое содержание пыльцы польни, присутствие таких типично степных растений, как *Ephedra* и *Echinops*, пыльца которых в отложениях среднего голоцена отмечена не только в разрезе Большеберезовского болота, но и в других разрезах в бассейне Дона и его притоков [4, 5, 7, 8]. Большое разнообразие пыльцы разнотравья свидетельствует о широком распространении лугово-степных формаций. Хотя содержание пыльцы древесных пород в спектрах достаточно высокое (около 60 %), большая ее часть продуцировалась локальной растительностью на болоте и в пойме Непрядвы. Наличие остатков коры и древесины *Alnus glutinosa*, *Betula pubescens* и *Salix* sp. в торфе свидетельствует о том, что они произрастали непосредственно вблизи изученного нами разреза. На прилегающей территории в бассейне Дона в балках существовали небольшие участки байрачных лесов с участием широколиственных пород и сосны. В заключительную фазу атлантического периода (5.5–5.0 ¹⁴C тыс. л. н.) заболоченные леса из черной ольхи получили широкое распространение в пойме.

Климат среднего голоцена характеризовался сложной ритмикой (см. рис. 2). В среднеатлантическую фазу летние и среднегодовые температуры были близки к современным, а зимние в период 5.5–6.0 ¹⁴C тыс. л. н. превышали их. Климат позднего атлантика в целом был более теплый, чем в настоящее время. Январские тем-

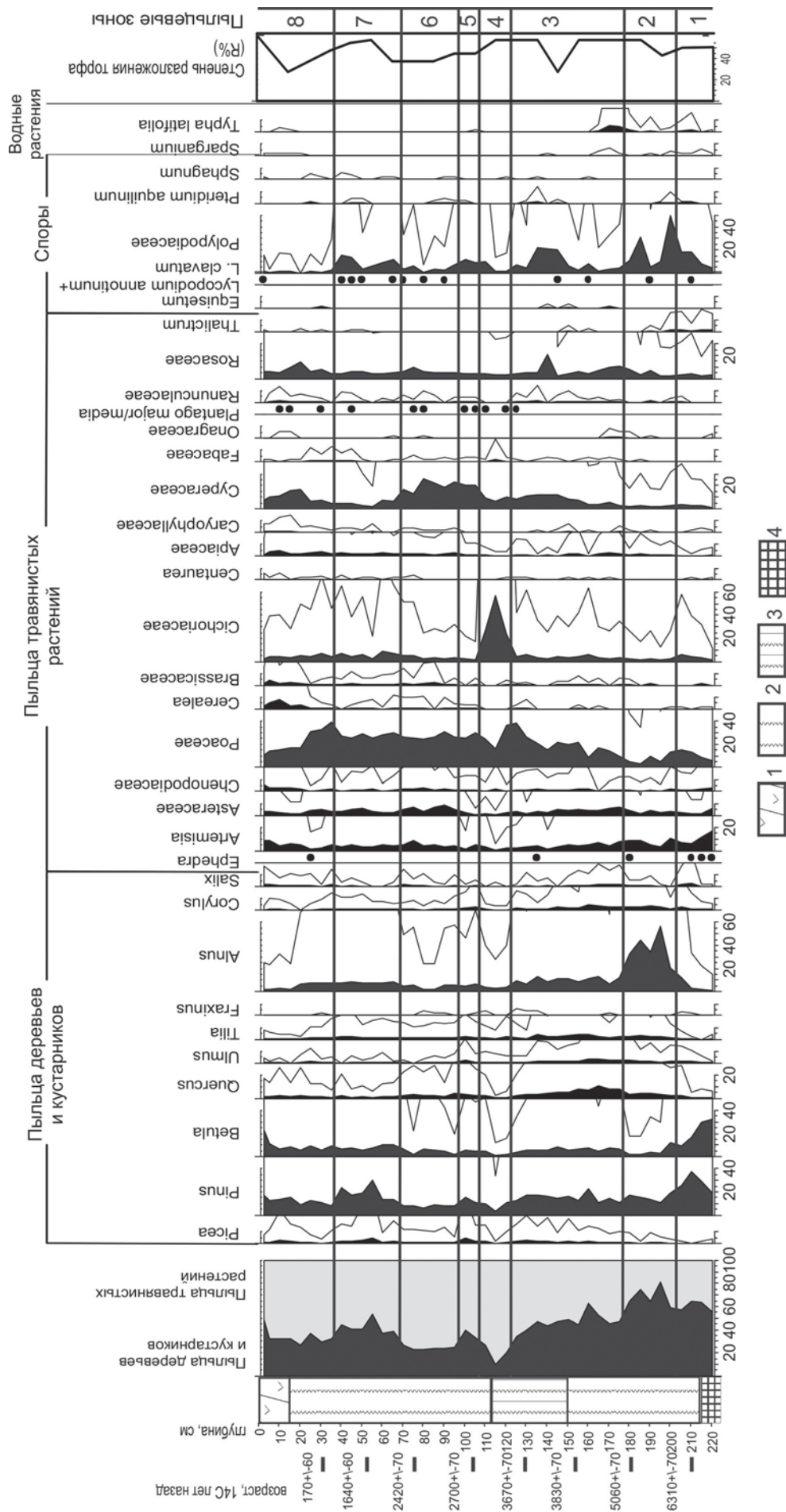


Рис. 1. Спорово-пыльцевая диаграмма разреза Большеберезовского болота (AR + NAP = 100 %; дополнительные кривые показывают содержание базового таксона в 10 раз).
 1 — травяной низинный торф; 2 — тростниковый низинный торф; 3 — древесно-тростниковый низинный торф; 4 — глина.

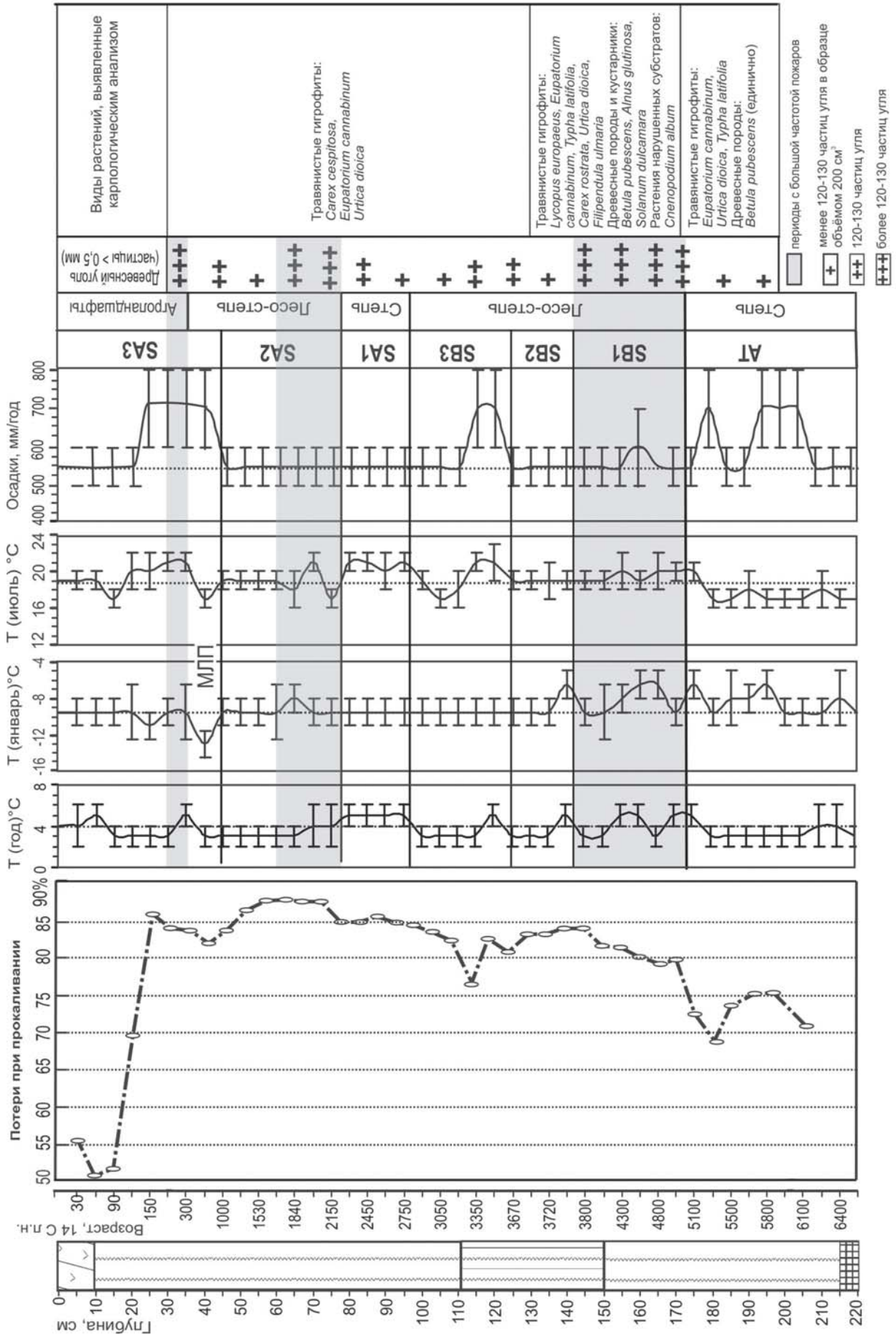


Рис. 2. Результаты карпологического анализа торфа. Климатические реконструкции и фазы развития растительности бассейна Верхнего Дона

пературы возрастали до $-5..-8^{\circ}\text{C}$, что на $1-4^{\circ}\text{C}$ выше современного значения. Июльские и среднегодовые температуры были в интервале $20-22^{\circ}\text{C}$ и $4-6^{\circ}\text{C}$ соответственно и могли превышать современные значения на 2°C . В позднеатлантическое время выделяются как засушливые фазы, когда при современном количестве осадков ($400-500$ мм в год) летние температуры были гораздо выше, и более влажные периоды, когда среднегодовое количество осадков могло быть от 600 до 800 мм.

В начале *суббореального периода голоцена* наступление леса на степь фиксируется во многих разрезах степной и лесостепной областей [6]. Продвижение древесных пород к югу в этот период прослеживается вплоть до среднего течения Дона [4]. В районе Куликова поля распространение лесных сообществ произошло на рубеже атлантика и суббореала около 5 тыс. л. н. Леса были распространены не только в балках и в долине реки, но и на водоразделе. Ольшатники существенно сократили площади и уступили место пойменным лугам, что отразилось на уменьшении процентных значений пыльцы древесных. Однако доля остатков древесины в торфе по-прежнему высока, формируется древесно-тростниковый торф. Существенно возросли процентные соотношения пыльцы основных лесообразующих пород — дуба, вяза, липы. В позднем суббореале в спектрах увеличивается количество пыльцы ели. Очевидно, ель в бассейне Верхнего Дона в этот период не росла, но увеличение заноса ее пыльцы указывает на продвижение ее ареала к югу в связи с похолоданием в конце суббореального периода и широкой экспансией ели в Центральных районах Восточно-Европейской равнины [6].

Для горизонта торфа, сформировавшегося в суббореальном периоде, характерны очень высокие ($85-90\%$) и стабильные величины потерь при прокаливании (см. рис. 2) и пониженные скорости накопления. Очевидно, торфяник перестал заливаться речными водами. Это свидетельствует о значительных изменениях в гидрологическом режиме реки и, прежде всего — об уменьшении высоты половодий. Другими, не менее важными косвенными признаками иссушения климата является увеличение степени разложения торфа (см. рис. 1) и существенное, более чем в 2 раза, увеличение содержание частиц угля в торфе (см. рис. 2), очевидно, связанное с ростом числа пожаров на окружающей территории в раннем суббореале. В образцах присутствует пыльца *Cichoriaceae* и *Onagraceae*, часто произрастающих на участках с нарушенным почвенным покровом, в том числе после пожаров, а также пыльца и макроостатки видов-индикаторов таких сообществ (*Rumex*, *Chenopodium album* (семена), споры печеночных мхов). Следы пожаров сохранились в виде прослоек угля в делювиальных отложениях Куликова поля [1].

Результаты расчетов основных показателей палеоклимата для позднесуббореальной фазы (см. рис. 2) полностью согласуются с материалами изучения торфяной залежи. В климатических реконструкциях четко выделяется относительно холодная и сухая раннесуббореальная фаза, отмечается понижение зимних и среднегодовых температур и сокращение количества осадков по сравнению с атлантическим периодом. Среднесуббореальное потепление хорошо проявилось в повышении зимних и

годовых температур около $4.0-4.2^{\circ}\text{C}$ тыс. л. н., и в существенном повышении летних и среднегодовых температур и ростом осадков в период $3.4-3.5^{\circ}\text{C}$ тыс. л. н. Потепление около 3.5°C тыс. л. н. отчетливо фиксируется в климатических реконструкциях, выполненных другими авторами с использованием палинологических данных разрезов в районе г. Тулы [3].

Граница между суббореальным и *субатлантическим периодами* в Европейской части России соответствует важному климатическому рубежу, связанному с потеплением климата [6]. В районе Куликова поля в раннем субатлантике ($2.4-2.7^{\circ}\text{C}$ тыс. л. н.) степные сообщества стали занимать большие площади, чем в предыдущий период, как на водоразделах, так и на склонах долин. В спектрах Большеберезовского болота происходит сокращение доли древесных пород, увеличивается содержание пыльцы полыни, злаков, астровых и осок (п. зона 6, см. рис. 1). В разрезах поймы р. Дон, также расположенных в районе Куликова поля, в отложениях раннего субатлантика вновь часто отмечается пыльца типично степных растений [7, 8]. Остатки древесных пород полностью исчезают из ботсостава торфа. Величина потерь при прокаливании увеличивается, а скорость накопления торфа замедляется, что можно объяснить уменьшением скорости прироста торфа при сокращении эффективного увлажнения (разности между осадками и испаряемостью) при потеплении. Вновь существенно возрастает содержание угля в торфе (см. рис. 2), что, очевидно, отражает увеличение частоты пожаров в условиях жаркого и сухого лета. Археологические исследования на Куликовом поле показали, что этот район в раннем субатлантике не был заселен человеком [1, 5], следовательно, причиной пожаров мог быть только природный, а не антропогенный фактор.

Количественные климатические реконструкции подтверждают выводы, сделанные на основе палеоботанических данных. Расчеты показали, что в раннем субатлантике средняя температура июля и среднегодовая температура существенно возросли — до $20-22^{\circ}\text{C}$ и $4-6^{\circ}\text{C}$ соответственно, что на $1-3^{\circ}\text{C}$ выше современных значений (см. рис. 2). При этом количество осадков осталось на прежнем уровне — $500-600$ мм в год.

В среднем субатлантике ($2.4-1.6^{\circ}\text{C}$ тыс. л. н., п. зона 7, см. рис. 1) на фоне некоторого похолодания, выраженного в уменьшении летних температур, проявляется новая волна распространения древесных пород и восстановление лесостепных ландшафтов. Увеличивается доля сосны и березы, вновь появляется пыльца ели.

В позднем субатлантике лесостепные ландшафты сохраняли свои позиции на Куликовом поле, возможно, доля лесных сообществ даже возросла. В климатических реконструкциях четко выделяется малый ледниковый период, для которого было характерно снижение всех температурных показателей: средние температуры января уменьшались до $-12..-14^{\circ}\text{C}$, июля до $16-18^{\circ}\text{C}$, среднегодовые температуры были в интервале $2-4^{\circ}\text{C}$, и возможно тоже несколько понижались, количество осадков возрастало до $600-800$ мм в год. Увеличение водности болота проявилось в некотором повышении поступления минерального вещества в торф.

Для верхних 30 см изученной торфяной залежи, сформировавшихся в течение последних $150-200$ лет, ха-

рактерны высокая степень разложения (60–65 %), катастрофическая скорость накопления торфа и более чем на 40 % возрастание содержания минеральной фракции (см. рис. 1). Высокую степень разложения следует, по-видимому, объяснять влиянием осушения, которое обуславливает интенсивное разложение сформированного торфа в условиях повышенной аэрации. Высокая скорость торфонакопления, а также литологические данные других разрезов на Куликовом поле [5] свидетельствует об усилении эрозионно-аккумулятивных процессов в регионе за последние несколько столетий.

На активное земледелие, интенсивную эрозию почв и замещение естественной растительности агроландшафтами указывает и состав спорово-пыльцевых спектров Большеберезовского болота (п. зона 8, см. рис. 1): большое количество пыльцы культурных злаков (до 10 %) и видов-индикаторов антропогенного влияния. К ним можно отнести — пыльцу *Fagopyrum*, *Plantago*, *Rumex*, *Convolvulus*, *Polygonum aviculare*, *P. persicaria*, *Centaurea*, *Urtica*. Это неудивительно, так как в окрестностях болота находились две современные деревни — Б. Березовка и Ульяновка (в настоящее время не существующая).

Комплексное изучение разреза Большеберезовского болота, опорного для территории Куликова поля, показала, что на протяжении второй половины голоцена на изучаемой территории существовали открытые лесостепные и степные ландшафты. Соотношение лесных и степных сообществ контролировалось в первую очередь изменением эффективного увлажнения (разности между осадками и испаряемостью). Климатические реконструкции показали, что небольшое сокращение увлажнения и повышение летних температур на 1–3°C по сравнению с современными значениями оказалось достаточ-

но для перестройки структуры ландшафта от лесостепи к типичным степным сообществам и увеличению частоты пожаров на окружающей территории.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта РФФИ № 11-05-00557.

Литература

1. Гоняный М. И., Александровский А. Л., Гласко М. П. Северная лесостепь бассейна Верхнего Дона времени Куликовской битвы. М.: ООО «Унопринт», 2007. 208 с.
2. Климанов В. А. К методике восстановления количественных характеристик климата прошлого. // Вестник МГУ. 1976. Т. 2. С. 92–98.
3. Климанов В. А., Серебряная Т. А. Изменения растительности и климата на Среднерусской возвышенности в голоцене // Известия Академии наук СССР. Сер. географическая. 1986. № 2. С. 93–101.
4. Спиридонова Е. А. Эволюция растительного покрова бассейна Дона в верхнем плейстоцене-голоцене. М.: Наука, 1991. 221 с.
5. Фоломеев Б. А., Александровский А. Л., Гласко М. П. и др. Древние поселения и природная среда приустьевой части Непрявды // Куликово поле: Материалы исследования. М.: Государственный исторический музей, 1990. С. 10–53.
6. Хотинский Н. А. Голоцен Северной Евразии. М.: Наука, 1977. 200 с.
7. Хотинский Н. А., Фоломеев Б. А., Гуман М. А. Археолого-палеогеографические исследования на Средней Оке // Советская археология. 1979. № 3. С. 63–81.
8. Novenko E. Yu, Glasko M. P, Burova O. V. Landscape and climate dynamics and land use in Late Holocene forest-steppe ecotone of East European Plain (upper Don River Basin case study) // Quaternary International. 2009. Vol. 203. P. 113–119.

ПАЛИНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТРАТОТИПИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА МГИНСКИХ МОРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ МИКУЛИНСКОГО МЕЖЛЕДНИКОВЬЯ

Э. С. Плешивцева

ФГУП Петербургская комплексная геологическая экспедиция, Санкт-Петербург; pkge@pkge.spb.ru

Рассматриваются новые палинологические данные по стратотипическому разрезу морских мгинских отложений, распространённых на северо-западе Ленинградской области. В разрезе установлены палинозоны $M_1 - M_8$, характерные для микулинского межледниковья, региональные особенности состава флоры и растительности.

Микулинские межледниковые отложения являются маркирующим стратиграфическим горизонтом на Русской равнине.

В четвертичном разрезе Ленинградской области микулинские отложения представлены «мгинской толщей» морских осадков и континентальными отложениями.

Полные разрезы морских «мгинских» отложений распространены на северо-западе Ленинградской области и изучены в пределах южного берега Финского залива (скв. 20, оз. Белое), на Карельском перешейке (скв. 27-а, пос. Юкки; скв. 25/40, пос. Красносельское), в

Приневской низине (обн. на р. Мге; скв. пос. Рыбацкое; Синявино), в Приладожской низине (скв. 7/48, г. Петрокрепость) и др. [1, 2, 5–7].

Новые разрезы, вскрывшие морские межледниковые отложения были специально пробурены при подготовке к XI Международному геологическому конгрессу ИНКВА (1982 г.) Это разрезы в Приневской низине (скв. 6-6а, р. Мга; скв. 10, з-д Свердлова; скв. 124, оз. Тохолодское). В изученных разрезах детально изучена палинофлора Г. С. Абакуменко, Э. С. Плешивцевой и диатомовая флора С. С. Горшковой, М. А. Тра-

виной, установлены региональные особенности развития растительности в период микулинского межледниковья (зоны M_1 – M_8). Континентальные отложения озёрные и озёрно-болотные, распространённые в междуречье Паши и Ояты, рассматривались нами ранее [8]. Ниже рассматривается палинологическая характеристика стратотипического разреза скв. 6, р. Мга, вскрывшего морские осадки мгинской трансгрессии, микулинского межледниковья (см. рисунок).

Разрез р. Мга (скв. 6). Скважина пробурена на Приморской низменности, на коренном левом берегу р. Мги, у ст. 45-й км Октябрьской ж.д. ниже железнодорожного моста на 1.5 км (Ленинградская обл., Кировский р-н).

Скв. 6, глубиной 57.7 м, вскрывает с глубины 3.0 м, следующие слои:

Абс. отм. устья скв. — 36.0 м	Глубина, м
g III os	3.0–24.5
m III mg	24.5–25.2
– « –	25.2–26.8
– « –	26.8–28.0
– « –	28.0–31.5
m III mg	31.5–36.3
– « –	36.3–38.0
– « –	38.0–42.0
– « –	42.0–45.0
lg II ms	45.0–51.5
g II ms	51.5–57.7
– « –	57.7–58.0

Четвертичный разрез начинается с ледниковых и озерно-ледниковых отложений московского горизонта, мощностью 15.70 м (от 57.7 до 42.0) выше, на глубинах от 42.0 до 24.5 м залегают межледниковые отложения микулинского горизонта, мощностью 17.5.

В отложениях времени отступления московского ледника, представленных ленточными глинами, отражается чёткая ритмичность в развитии растительности и климатических условий. Состав палинофлоры характеризует холодные приледниковые условия, что проявилось в распространении перигляциальной лесотундры с берёзовыми, берёзово-сосновыми редколесьями (Ms_1), переходящими в берёзово-сосновые редколесья с участием ели (Ms_2), и вновь к берёзово-сосновым и берёзовым редколесьям (Ms_3).

В составе редколесий значительное участие принимали тундровые кустарничковые формации и травянистые поlynно-разнотравно-злаковые группировки. Климатические условия изменялись от суровых и холодных до умеренно-холодных с некоторым улучшением климата и вновь к холодным.

Микулинские межледниковые отложения в разрезе скв. 6 р. Мга, представлены, в основном, осадками мгинской морской трансгрессии. Выделено семь палинокомплексов, соответствующие зонам микулинского межледниковья от M_1 до M_8 (см. рисунок).

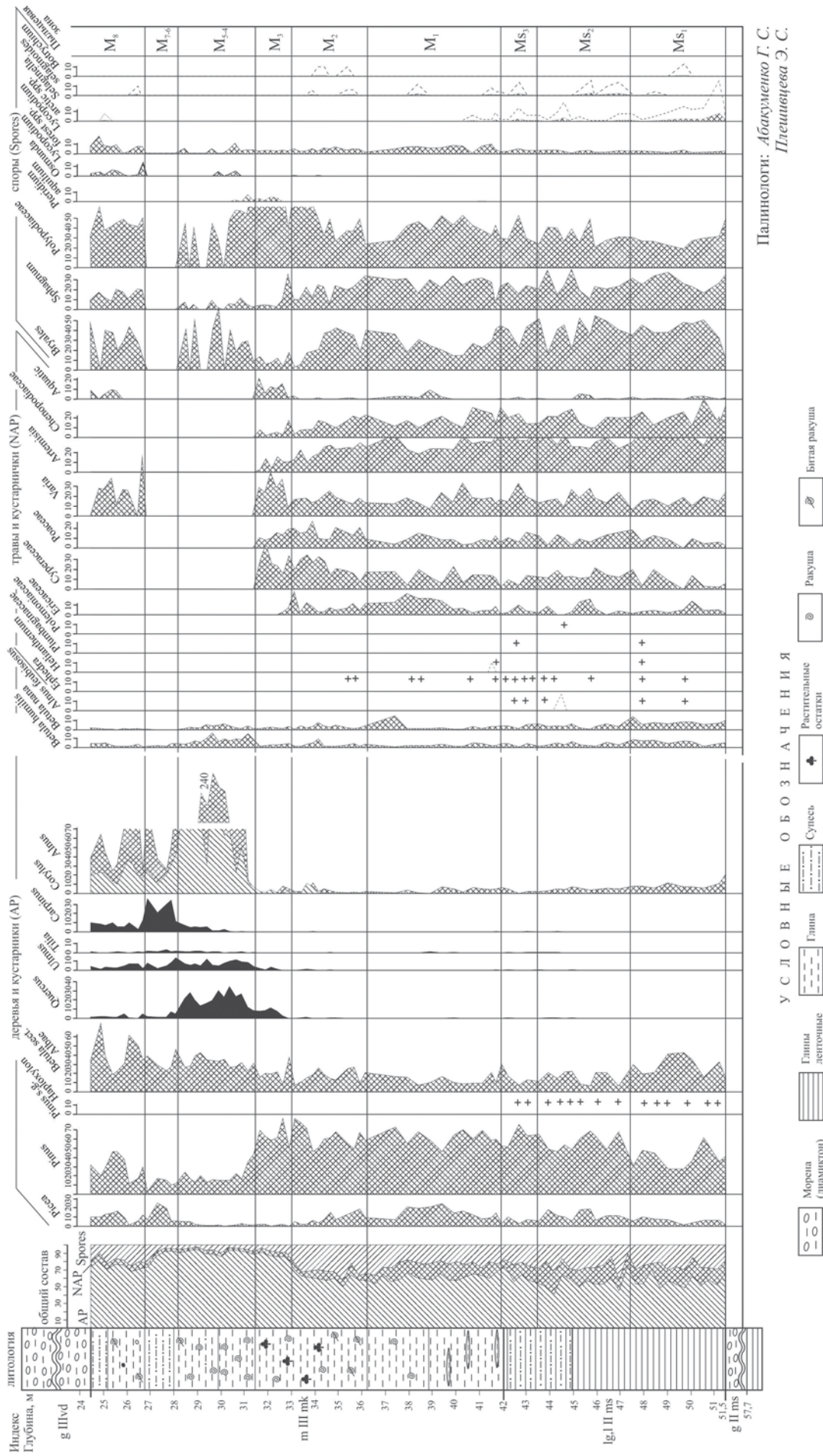
I — *Первый палинокомплекс* (M_1), максимум ели, выделен в глинах коричневатых-серых с прослоями алевролита (38.0–42.0), и глинах коричневатых-серых, жирных с единичной фауной *Portlandia arctica* (36.0–38.0). В глинах отмечается увеличение содержания пыльцы древесных пород (от 55 до 70 %), в первую очередь ели с максимумом до 21 % «нижний максимум ели». Доминирует пыльца сосны, отмечается

уменьшение участия пыльцы березы (*Betula sect. Albae*), а также пыльцы тундрового кустарничка *Betula nana*. В составе трав возрастает количество пыльцы лесных мезофитов, представленных вересковыми, разнотравьем, таежными видами плаунов — *Lycopodium clavatum*, *L. complanatum* и спор папоротников (до 70 %). Впервые появляется пыльца умеренно-термофильных прибрежно-водных растений, *Spartanium*, *Typha latifolia*, характерных для зарастающих водоемов, в их прибрежной зоне. Характерной особенностью палинофлоры можно считать еще значительное участие в ней травянистых растений и кустарников (до 25 %). В составе травянистого яруса продолжают господствовать ксерофиты — поlynны (до 50 %), маревые (до 32 %), по всей толще глин, отмечается присутствие *Ephedra*, произрастающая в условиях несомкнутого растительного покрова [2]. В спорах велико участие зеленых мхов, присутствуют тундровые аркто-альпийские виды — *Lycopodium appressum*, *Botrychium boreale*, плаунок плауновидный *Selaginella selaginoides*, растение тундровой и северотаежной областей [2].

Таким образом, в период формирования коричневатых-серых плотных глин (M_1), состав палинофлоры и растительность были неоднородны по флористическому и экологическому составу. В течение всего периода осадконакопления, соответствующего нижнему максимуму ели, в составе растительности сохраняется стеногляциальный флористический комплекс со значительным участием ксерофитов, что подтверждает преемственность флоры и растительности от прежней позднеледниковой эпохи московского оледенения.

На этом рубеже отмечается постепенный переход от московского позднеледниковья к началу микулинского межледниковья, что выражено в смене перигляци-

Абсолютная отметка устья скважины – 36,0 м.



Спорово-пыльцевая диаграмма разреза скв. б. р. Мга

альной лесотундры редкостойными хвойными лесами, сосновыми, еловыми с березой и распространением открытых участков с полынными и маревыми группировками, с эфедрой, участием галофитов прибрежных засоленных местообитаний.

Климатические условия холодные и умеренно-холодные, что подтверждается как составом растительности, так и условиями осадконакопления.

II — Второй палинокомплекс (M_2), сосны и березы, выделен в глинах зеленовато-серых до черных с запахом сероводорода, вивианитом, растительными остатками (гл. 33.0 — 36.0 м). Доминирует сосна (*Pinus sylvestris*), отмечается небольшое участие ели, возрастает количество березы (*Betula sect. Albae*). В составе спор доминируют папоротники и лесные плауны. Отмечается небольшое увеличение участия тундровых видов пыльцы и спор — *Betula nana*, *Alnaster fruticosus*, *Lycopodium appressum*, *Botrychium boreale* и присутствие северо-таежно-лесотундрового вида — *Selaginella selaginoides*. В составе трав наблюдается большое количество пыльцы полыней (до 27 %), маревых (до 23 %). Возрастает роль злаков (до 27 %) и осоковых (до 38 %), вытесняющих вверх по разрезу пыльцу ксерофитов. Характерно, что в изученных отложениях отмечена пыльца галофитов — *Salsola kali*, *Suaeda maritima*, произрастающих на морских побережьях. В этот период получили распространение сосновые и березово-сосновые редкостойные леса с елью, тундровыми и ксерофильными группировками. Характерно распространение галофитных лугов, произрастающих по побережью мгинского морского бассейна. В условиях меньшего засоления распространялись ассоциации осоковых.

III — Третий палинокомплекс (M_3) сосны, березы и дуба, выделен в верхней части зеленовато-серых глин с растительными остатками (33.0—31.5 м). Отличительной особенностью палинокомплекса является появление пыльцы широколиственных пород (до 16 %), в основном дуба (до 11 %), вяза (до 4 %). Лесообразующей породой остается сосна (до 65 %). Сокращается количество пыльцы березы (*Betula sect. Albae*), в том числе и тундрового кустарничка *Betula nana* (до 2 %). Содержание ольхи и орешника незначительно (2 и 4 %). Существенные изменения наблюдаются в составе травянистого яруса: широкое развитие получает пыльца осок (до 46 %) и мезофильного разнотравья (до 36 %). Участие пыльцы полыни и маревых резко сокращается. По всему интервалу глин в большом количестве присутствуют теплолюбивые виды водных и прибрежно-водных растений (до 22 %) — *Sparganium*, *Typha latifolia*, *Stratiotes*, *Myriophyllum*, а также спор теплолюбивых папоротников — *Pteridium aquilinum* (до 8 %). Состав флористического комплекса выделенного в верхней части зеленовато-серых глин с растительными остатками, характеризует более кардинальные изменения в растительном покрове, соответствующие начальным этапам климатического оптимума межледниковья. В это время распространялись сосновые леса с участием березы и широколиственных пород, представленные дубом и вязом. Климатические условия изменяются в сторону потепления. Палинокомплекс сопоставим с зоной — « M_3 » — схемы В. П. Гричука [4] с учётом региональных особенностей.

IV — Четвёртый палинокомплекс (M_{4-5}), максимум дуба, выделен в глинах светло-серых, супесчаных с большим содержанием фауны (гл. 28.0—31.50 м). Абсолютное господство принадлежит пыльце древесных пород (до 94 %), пыльца трав единична, споры (4—6 %). Максимально участие пыльцы широколиственных пород (до 46 %), доминирует дуб (35 %), вяз (13 %); образует максимум ольха (*Alnus glutinosa*) — 240 % и орешник (*Corylus avellana*) — 142 %, позже появляется пыльца липы (*Tilia cordata*, *T. platyphyllos*) — (1.0—1.8 %). Значительное участие березы (*B. sect. Albae*) — (30—35 %). Характерно присутствие кустарниковой березки *Betula nana* (2—6 %). Участие хвойных — сосны и ели — незначительно. Максимуму дуба соответствуют единичные находки — *Viscum album* — омелы белой, растения характерного для микулинского межледниковья паразитирующего на широколиственных породах. Среди трав присутствуют термофильные и умеренно-термофильные виды водных растений — *Sparganium*, *Menyanthes*, *Nuphar*, *Potamogeton*. В спорах присутствуют теплолюбивые виды папоротников — *Osmunda cinnamomea* (до 5 %), *Pteridium aquilinum* (до 2 %), *Ophoglossum vulgatum*. Палинофлора первой половины климатического оптимума, характеризует распространение широколиственных лесов с сосной, березой, доминирующей ролью дуба, с вязом, небольшим участием липы, в составе кустарникового яруса, по долинам рек, произрастали орешник и ольха.

V — Пятый палинокомплекс (M_6), максимум граба, выделен в нижней части слоя супесей серых алевроитистых с прослоями песка (гл. 27.5—28.0 м). Доминирует пыльца граба (*Carpinus betulus*), образуя максимум (36—30 %), участие пыльцы вяза и дуба уменьшается, небольшой максимум образует пыльца липы (*Tilia cordata* и *T. platyphyllos*) составляя 2—4 %, значительно участие ольхи (до 70 %) и орешника (до 40 %). Вторым компонентом спектров является пыльца березы (*Betula sect. Albae*). Травы и споры отсутствуют.

VI — Шестой комплекс (M_7), максимум ели, выделен в верхней части слоя супесей серых алевроитистых с прослоями песка (гл. 26.8—27.5 м). Начиная с глубины 27.5 м возрастает участие хвойных пород — ели и сосны. Ель образует максимум (до 25 %), «верхний максимум ели», здесь также увеличивается участие березы (*Betula sect. Albae*). Характерной особенностью этой части разреза является появление второго максимума граба, на фоне максимума ели. Вторым максимумом граба выделяется во всех изученных разрезах мгинской толщи (скв. 10, 6, 124) и связан с условиями формирования спорово-пыльцевых спектров в период начавшейся регрессии (M_6) мгинского бассейна, что подтверждается данными диатомового анализа, а также плохой сохранностью пыльцы граба.

Палинокомплекс пятый (M_6) и шестой (M_7) характеризуют вторую половину климатического оптимума микулинского межледниковья, с теплым и влажным климатом. Распространялись хвойно-широколиственные леса, с грабом с небольшим участием дуба и вяза, а также березы и сосны, которые сменяются еловыми и сосново-березовыми лесами.

V и VI палинокомплексы сопоставляются с «зоной M_6 и M_7 ».

VII — Седьмой палинокомплекс (M_8), сосны и берёзы, выделен в верхней части разреза скв. 6, р. Мга, в глинах серых с осколками раковин моллюсков (гл. 25.2–26.8 м) и супесях серых песчанистых безвалунных (гл. 24.5–25.3 м), завершая межледниковый этап развития растительности. По-прежнему доминирует пыльца древесных пород (до 70 %), но их участие уменьшается по сравнению с периодом климатического оптимума межледниковья, отмечается небольшое увеличение трав и спор. Резко возрастает количество пыльцы берёзы и сосны, намного меньше участия ели. В супесях, с глубины 25.2 м, участие пыльцы берёзы возрастает более значительно. Характерной особенностью ПК является повышение участия северо-бореальных и тундровых видов пыльцы и спор — *Betula nana*, *Alnaster fruticosus*, *Polygonum viviparum*, *Polemonium boreale*, *Lycopodium pungens*. Отмечается небольшое увеличение количества пыльцы полыни и маревых. Возрастает участие зеленых мхов. Палинокомплекс характеризует перестройку в составе лесной растительности, доминирующая роль переходит к березовым, хвойно-березовым лесам с участием тундровых ассоциаций. Изменения в составе флоры и растительности в конце микулинского межледниковья (M_8) связаны с ухудшением климата.

Рассмотрев палинологическую характеристику морских мгинских и континентальных отложений [8], можно установить основные закономерности в смене фаз развития растительности, появлении и кульминации основных древесных пород, в том числе в период климатического оптимума (см. таблицу).

Палинокомплексы (I–VII) в целом сопоставимы, с учётом провинциальных и региональных особенностей, с зонами M_1 – M_8 схемы расчленения микулинского межледниковья, разработанной для Северо-Запада Русской равнины В. П. Гричуком [3, 4].

Отмечаются особенности в составе флоры в зависимости от географического положения разреза, палеогеографических условий осадконакопления (см. таблица).

1. В нижних частях разреза выделяется «максимум ели» (M_1), с участием *Picea obovata*, *P. abies*, присутствием *Abies*.

– В разрезах морских осадков северо-западной части Ленинградской области ель образует четкий, но незначительный и растянутый максимум.

– В разрезах континентальных отложений восточной и северо-восточной части Ленинградской области ель образует чёткий, хорошо выраженный, но кратковременный максимум.

2. Климатический оптимум микулинского межледниковья характеризуется двумя палинозонами — M_{4-5} и M_6 .

– В первой половине оптимума выделяется максимум дуба и вяза, орешника и ольхи (M_{4-5});

– Во второй половине оптимума отмечается максимум граба (M_6);

– Участие липы незначительно, она появляется в зоне дуба (M_{4-5}) и в начале зоны граба (M_6);

– В СЗ части Ленинградской области в разрезах мгинских морских отложений, в зоне граба (M_6) отмечается значительное участие ели.

Палинозоны Э.С. Плешивцева, 2007 г.		Палинозоны Гричук, 1961	
Северо-запад (морские) Ленинградской области		Северо-восток (континентальные) Ленинградской области	
Северо-запад (морские) Ленинградской области		Северо-восток (континентальные) Ленинградской области	
VI _{ПК} – (M_8)	Зона сосны и берёзы с участием ели, увеличением тундровых и степных элементов флоры	Зона сосны и берёзы, с елью, тундровыми и степными элементами флоры	M_8 – зона сосны с елью и берёзой
VI – (M_7)	Зона максимума ели (25–40 %) «верхний максимум ели».	Зона максимума ели (70 %), появление тундровых элементов флоры	M_7 – зона ели «верхний максимум» с примесью широколиственных пород
V _{ПК} – (M_6)	Зона максимума граба (30 %), лещины (40 %), ольхи (145 %), участием вяза и дуба, с липой	Зона максимума граба (10–20 %), доминирует дуб (40–30 %), максимум орешника и ольхи	M_6 – зона граба с участием липы, дуба, иногда вяза, лещины и ели
IV _{ПК} (M_5 – M_4)	Зона максимума дуба (до 30 %), вяза, орешника (142 %) и ольхи (240 %), с небольшим максимумом липы (до 3 %), с реликтами тундровой флоры	Зона максимума дуба (60 %), вяза (10 %), орешника (115 %) и ольхи (140 %), с небольшим участием липы (1–2 %)	M_5 – зона липы с большим участием дуба, вяза и граба, вторая половина максимума лещины M_4 – зона дуба (максимум) и вяза
III _{ПК} (M_3)	Зона берёзы и сосны, появления широколиственных пород (дуба и вяза), присутствием тундровых и степных элементов флоры, галофитов прибрежно-морских мест обитания	Зоны берёзы и сосны, появления широколиственных пород (до 10 %), дуба и вяза	M_3 – зона сосны и берёзы с примесью дуба, вяза и лещины
II _{ПК} (M_2)	Зона берёзы и сосны, с небольшим участием ели, участием тундровых и степных элементов флоры, галофитов континентальных и морских местообитаний	Зона сосны и берёзы, с елью, участием тундровых и степных элементов флоры	M_2 – зона сосны и берёзы с небольшим участием ели
I _{ПК} (M_1)	Зона ели (до 20 %) – нижний максимум, с участием тундровых и ксерофитных элементов перигляциальной флоры, галофитов континентальных и морских мест обитания	Зона ели (до 35 %), с участием тундровых и ксерофитных элементов флоры	M_1 – зона ели (нижний максимум ели)

— Характерной особенностью разрезов мгинских морских осадков является второй максимум граба, который совпадает с зоной «верхнего максимума ели», на всех спорово-пыльцевых диаграммах, что объясняется переотложением его пыльцы в период регрессии мгинского моря, начавшейся в конце зоны M_6 .

— В СВ и В частях Ленинградской области в озёрных и озёрно-болотных отложениях дуб доминирует значительно на протяжении всего климатического оптимума межледниковья, участие вяза и граба незначительно, липа практически отсутствует или встречается единично.

3. «Верхний максимум ели» — наиболее значительно представлен в разрезах В и СВ части Ленинградской области, что свидетельствует о распространении в регионе темнохвойно-таежного комплекса растительности, с участием сибирской ели — *Picea obovata*.

— В СЗ районах Ленинградской области, в морских осадках, участие ели «верхний максимум» (M_7) часто совпадает с максимумом граба (M_6 – M_7) или проявляется чуть позже, в низах зоны M_7 .

4. Характерной особенностью морских мгинских отложений является присутствие во флоре микулинского межледниковья (зоны M_1 – M_2 – M_3), галофитов прибрежно-морских мест обитания (*Salsola kali*, *Salicornia herbaceae*, *Sueda maritima*), распространявшихся по побережью морского бассейна, а также в период регрессий.

5. Одной из особенностей является участие гипоарктических элементов флоры: *Betula nana*, *Alnus fruticosus*, *Polygonum viviparum* и др., в том числе в период климатического оптимума.

6. Характерно присутствие сибирских видов: *Pinus sibirica*, *Athyrium crenatum*, *Lonicera palassii*, *Cystopteris sudetica* и других.

Литература

1. Вишневецкая Е. М., Малясова Е. С., Усикова Т. В. Новый разрез мгинских межледниковых морских отложений в окрестностях Ленинграда // Вестн. Лен. ун-та. Геоология, география. Л., 1973. № 24. С. 133–140.

2. Геология четвертичных отложений Северо-Запада Европейской части СССР. Л.: Недра, Лен.отд., 1967. 328 с.

3. Гричук М. П., Гричук В. П. О приледниковой растительности на территории СССР // Перигляциальные явления на территории СССР. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1960. С. 66–101.

4. Гричук В. П. Ископаемые флоры как палеонтологическая основа стратиграфии четвертичных отложений // Рельеф и стратиграфия четвертичных отложений северо-запада Русской равнины. М.: Изд-во АН СССР, 1961. С. 25–71.

5. Знаменская О. М. Стратиграфическое положение мгинских морских отложений // Докл. АН СССР, 1959. Т. 129, № 2. С. 401–404.

6. Лаврова М. А., Гричук М. П. Новые данные о мгинских морских межледниковых отложениях // Докл. АН СССР. 1960. № 6. С. 135.

7. Пleshивцева Э. С. Стратиграфия и палеогеография мгинских морских отложений (по палинологическим данным) Ленинградской области // Главнейшие итоги в изучении четвертичного периода и основные направления исследований в XXI веке. СПб: Изд-во ВСЕГЕИ, 1998. С. 327. (МПР РФ, РАН, ВСЕГЕИ).

8. Пleshивцева Э. С., Гаркуша В. И., Горшкова С. С. Микулинские озёра в междуречье Паши и Ояти (Ленинградская область) // История плейстоценовых озёр Восточно-Европейской равнины. СПб.: Наука, 1998. С. 111–114.

РАЗВИТИЕ РЕЛИКТОВЫХ ЛИСТВЕННИЧНИКОВ О. ШИКОТАН В ГОЛОЦЕНЕ (МАЛАЯ КУРИЛЬСКАЯ ГРЯДА) ПО ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИМ И ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ

Н. Г. Разжигаетова¹, Н. И. Белянина¹, Л. А. Ганзей¹, Х. А. Арсланов²

¹Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток; nadyar@fig.dvo.ru

²Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург; arslanovkh@mail.ru

Установлен ход развития реликтовых лиственничников, сохранившихся с позднего плейстоцена на юго-востоке о. Шикотан. Выявлены стадии развития и обсуждаются факторы, способствующие сохранению растительности рефугиума.

Сохранность реликтовых растительных сообществ, занимающих узколокализованные участки, и их развитие среди фоновой зональной растительности, представляет большой интерес как для современных биогеографических исследований [3], так и для палеогеографических целей. Рефугиумы играют важную роль в изменении границ растительных зон и смене ландшафтов, вызванных климатическими изменениями в плейстоцене-голоцене [2], но работ по их развитию, основанных на комплексном изучении стратиграфии разрезов и, в первую очередь, данных спорово-пыльцевого анализа, крайне мало.

Одним из таких объектов являются лиственничники (площадь около 2×1.2 км), сохранившиеся на юго-восточной стороне о. Шикотан в пределах террасовидной поверхности высотой около 60 м между бухтами Малая Церковная и Дельфин. Лиственница (*Larix kurilensis*) здесь образует редкостойные рощи, а также присутствует в виде отдельных деревьев среди луговой растительности. Деревья низкорослые, имеют характерную крону, свидетельствующую о сильных ветрах. Здесь же распространены такие неморальные элементы, как гортензия метельчатая, виноград Конье, актинидия коломикта и др. В распадках и долинах ручьев лиственни-

ца замещается темнохвойными, на склонах распространены бамбучниково-разнотравные луга и встречаются рощицы каменной березы. В центре массива лиственничников находится единственное на острове верховое болото (протяженностью около 0.5 км) с обилием кустарничков, моховой подушкой и лишайниками (*Clodina stellaris* (Opiz.) Brodo, *Thamnotia vermicularis*, *Cetraria scullata*, *Bryocaulon devergens* — определения И. Ф. Скириной, ТИГ ДВО РАН), характерными для тундровых ландшафтов. Из сфагновых мхов В. Я. Черданцевой (БПИ ДВО РАН) определены *Sphagnum palustre* L., *Sphagnum capillifolium* (Ehrh.) Hedw., *Sphagnum fuscum* (Schimp.) N. Klinggr., из печеночных встречается арктобореальный *Macrodiplhyllum plicatum* (Lindb.) N. Perss. (определения В. А. Бакалина, БПИ ДВО РАН и Т. И. Ньюшко, ИМГИГ ДВО РАН). Под лиственницей по кромке болота найдены сфагновые мхи *Sphagnum fuscum* (Schimp.) N. Klinggr *Dicranum majus* Turner. На болоте широко распространен можжевельник сибирский, в западной части болота растет ель Глена, редкое растение для о. Шикотан.

Данное сообщество на юге Курильских островов уникально — на соседних островах Кунашире и юге Малой Курильской гряде лиственница не растет. На о. Хоккайдо, она была широко представлена в растительном покрове в последнюю ледниковую эпоху и исчезла около 6–8 тыс. л.н. [6]. Лиственница является одной из распространенных древесных пород в центральной части о. Итуруп [1].

Изучено два разреза торфяника, вскрытых скважиной ручного бурения в восточной и западной части западной части вышеупомянутого верхового болота. Мощность торфа достигает 1.5 м, под ним вскрывается голубовато-серая глина, в кровле слабо оторфованная (вскрытая мощность 0.42 м). Временная привязка палеоландшафтных смен проведена на основе данных радиоуглеродного датирования, выполненного в СПбГУ, и данных тефростратиграфии. В разрезах встречены маркирующие вулканические пеплы островов Хоккайдо и Кунашир: Ко-с2 (1694 г.) влк. Комагатаке, влк. Тятя (около 1500 кал. л.н.), высококалийный пепел (источник не известен, около 2000 кал. л.н.), Та-с влк. Тарумаи (2300 кал. л.н.), Ма-d (3600 кал. л.н.), Ма-i-g (7600 кал. л.н.), Ма-l (9700–10900 кал. л.н.) влк. Масю. Привязка проведена на основе изучения химического состава вулканического стекла. Присутствие в разрезе торфяника вулканического пепла Ма-l свидетельствует о том, что торф в западной части болота начал накапливаться в конце позднего плейстоцена. Из-под торфа под пеплом Ма-l на о. Танфильева получена ^{14}C -дата 10350 ± 100 л.н., ГИН-13455 [5].

Для разреза 25307 в восточной части болота выделено 11 спорово-пыльцевых зон, в том числе три из подстилающей глины. В основании разреза в спорово-пыльцевых спектрах (палинозона 1) преобладает пыльца кустарничков и древесных пород (до 57 %): *Betula* sect. *Nanae* (до 60 %), *Duschekia* (до 34 %), присутствует *Pinus* s/g *Pinus* s/g *Haploxylon* (до 15 %), в небольших количествах присутствует пыльца темнохвойных, древесных берез и единично переложенная пыльца *Quercus*, *Tsuga*. Среди трав доминирует Сурегасеае (до 73 %), в группе спор — *Sphagnum* (до 95 %). Встречена пыльца *Larix*

(до 3.4 %), что указывает на произрастание лиственницы в холодных условиях конца позднего плейстоцена. Палиноспектры отвечают развитию в пределах сухопутного моста, существовавшего на месте Малой Курильской гряды, лиственничных редколесий с обширными участками, занятыми тундровыми ландшафтами.

В палинозоне 2 увеличивается количество пыльцы древесных берез (*Betula* sect. *Costatae* — до 15 %), *Pinus* s/g *Haploxylon* (до 20 %), появляется пыльца широколиственных (*Quercus*, *Ulmus*), в группе трав и кустарничков растет содержание пыльцы Ericaceae (до 52 %), Poaceae (до 21 %), среди спор — Polypodiaceae (до 21 %). Количество пыльцы *Larix* достигает 5.6 %. Палиноспектры отвечают менее холодным и более сухим условиям.

Палинозона 3 выделена из оторфованной глины, снижается доля пыльцы кустарничковых берез, появляется пыльца *Salix*, *Alnus*, увеличивается содержание трав и кустарничков (до 70 %), преобладает пыльца Сурегасеае (до 86 %), появляется элемент океанических марей *Myrica* (до 4 %), единично встречена пыльца Cupressaceae, вероятно, можжевельника. Доля пыльцы *Larix* составляет 4.7–5.5 %. Комплекс отражает более теплые и влажные условия.

Палинозона 4 выделена для основания торфяника. Характерно резкое увеличение доли пыльцы *Pinus* s/g *Haploxylon* (до 83 %), растет содержание пыльцы *Larix* (до 17 %). В составе болотной растительности преобладали вересковые кустарнички (Ericaceae до 82 %). Резкое увеличение количества пыльцы широколиственных пород, Asteraceae (до 14 %), Polypodiaceae (36 %), *Osmunda* (до 42 %) в верхней части выделенного интервала свидетельствует о прогрессирующем потеплении и снижении увлажнения. Палиноспектры отвечают широкому развитию зарослей кедрового стланика в раннем-начале среднего голоцена, в настоящее время он не произрастает на острове. ^{14}C -дата из основания торфяника 7070 ± 130 л.н., ЛУ-5921, по-видимому, является омоложенной. В разрезе 9008 из основания торфяника, для которого выделены палиноспектры аналогичного состава (палинозона 2), получены ^{14}C -даты 8380 ± 110 л.н., ЛУ-6098, 8940 ± 90 , ЛУ-6104, 7610 ± 60 , ЛУ-6103. В кровле интервала выходит вулканические пепел Ма-i-g.

Палинозона 5 выделена из среднеголоценовой части разреза. Увеличивается количество пыльцы широколиственных (*Quercus* — до 27 %, *Ulmus* — до 13 %, *Juglans* — до 11 %, *Tilia*, вероятно, аллохтонная пыльца *Fagus*) и древесных берез (до 24 %). В составе локальной болотной растительности широко была представлена *Lonicera* (до 2.7 %). В составе трав уменьшается доля пыльцы Сурегасеае (2–6 %), среди спор растет содержание *Lycopodium* (до 9 %). Палиноспектры отражают широкое развитие неморальной растительности в теплых и относительно сухих условиях во второй половине среднего голоцена. Сокращение пыльцы *Pinus* s/g *Haploxylon* (до 7–13 %) говорит, что площади, занятые кедровым стлаником, резко сократились, возможно, он еще сохранялся на юго-востоке острова, в центральной части острова на этом рубеже он исчез [4]. Присутствие пыльцы *Larix* (до 2.7 %) говорит, что лиственница произрастала и на восточной, и на западной сторонах Шикотана.

Палинозона 6 характеризуется резким увеличением пыльцы темнохвойных, в первую очередь *Abies* (до 62 %), довольно большим содержанием пыльцы широколиственных (*Quercus* — до 40 %, *Ulmus*, *Juglans*, *Carpinus*, *Fraxinus*) и дальнейшим сокращением доли пыльцы *Pinus* s/g *Haploxyton* (до 2.6 %). Возможно, одной из причин его исчезновения была значительная облесенность острова и невозможность его развития под пологом темнохвойных и хвойно-широколиственных лесов. Лиственница (*Larix* — до 3.3 %) сохранялась по обрамлению болота. В группе трав и кустарничков несколько возрастает доля пыльцы Сурегасеае (22 %), преобладает Егисасеае, появляется *Dracera*, среди спор по-прежнему доминирует *Sphagnum*. Время образования отложений — конец среднего голоцена (первая половина суббореала). Из торфа получена ^{14}C дата 3470 ± 80 л.н., ЛУ-5920, выше залегает вулканический пепел Ма-d. Климат был теплый и влажный. Характерны максимальные скорости торфонакопления.

Палинозона 7 отличается снижением содержания пыльцы темнохвойных, увеличением доли пыльцы древесных берез (до 27 %) и широколиственных (*Quercus* — до 36 %, *Ulmus* — 9.1 %), пыльца *Larix* присутствует постоянно (до 4.2 %). Среди трав увеличивается доля Роасеае (до 27 %). Отложения формировались во второй половине суббореала в теплых и более сухих условиях.

Палинозона 8 отражает новую экспансию темнохвойных лесов в начале позднего голоцена, причем увеличивается доля пыльцы *Picea* (до 17 %), *Abies* (до 64 %), сокращается содержание пыльцы широколиственных. Пыльца *Larix* встречается спорадически (до 1.7 %). Появляется аллохтонная пыльца *Cryptomeria* (до 2.8 %), занесенная с Японских островов, свидетельствующая об усилении циклонической деятельности в весенний период. Среди трав увеличивается доля пыльцы влаголюбивых растений (Сурегасеае — до 36 %, *Ranunculaceae* — 9 %), вновь появляется пыльца *Dracera*. Время накопления отложений начало позднего голоцена — в основании интервала в разрезе торфяника обнаружен высококалийный пепел, в кровле — пепел влк. Тятя, под которым получена ^{14}C -дата 1250 ± 270 л.н., ЛУ-5919.

Палинозона 9 выделена из слоя торфа, лежащего на пепле влк. Тятя. В спектре резко увеличивается количество спор. В группе древесных и кустарничков сокращается доля пыльцы темнохвойных, растет содержание пыльцы древесных берез (до 34 %), среди трав — Сурегасеае (49 %), уменьшается доля пыльцы Егисасеае (35 %). Кратковременное изменение в растительности, по-видимому, было вызвано пеплопадом.

Палинозона 10 отличается повышением содержания пыльцы темнохвойных, *Alnus*. Высокое содержание пыльцы *Quercus* (до 29 %) говорит о том, что дуб, отсутствующий в настоящее время на острове, сохранялся в растительном покрове и во вторую половину позднего голоцена.

Палинозона 11 отражает изменение ландшафтов в историческое время. Количество пыльцы *Larix* в кровле разреза растет — до 4 %. На фоне преобладания пыльцы темнохвойных, среди которых большую роль стала играть *Picea*, повышается доля пыльцы берез, и практически

исчезают широколиственные. Пыльца *Quercus* присутствует в виде единичных зерен и могла быть занесена с соседних островов. В кровле разреза 9008 обнаружен вулканический пепел Ко-с2, позволяющий предположить, что такие изменения растительности острова претерпела в малый ледниковый период.

Во втором изученном разрезе (9008), вскрышем торфяник и кровлю глины, выделено 8 палиозон. В целом, результаты спорово-пыльцевого анализа сходные с данными, полученными по разрезу 25307, но есть различия, обусловленные локальной дифференциацией ландшафтов. В западной части торфяника в структуре палиноспектров второй половины среднего-позднего голоцена значительно выше содержание пыльцы *Picea*, *Betula*, меньше доля широколиственных таксонов, что отражает изменение растительности при переходе от более защищенных местообитаний к ветробойным участкам крайней юго-восточной оконечности Шикотана в районе мыса Волошина. Пыльца *Larix* здесь также встречается по всему разрезу.

Таким образом, проведенные исследования показали, что лиственничники о. Шикотан — природные образования и являются реликтами ландшафтов позднего плейстоцена, существовавших в суровых климатических условиях последней ледниковой эпохи на территории сухопутного моста, объединяющего Малую Курильскую гряду, Кунашир и Хоккайдо. Дальнейшие климатические изменения в конце позднего плейстоцена, характеризовавшиеся резкой сменой потеплений и похолоданий, и достаточно контрастные изменения климатических условий в голоцене привели лишь к сокращению площади, занятой лиственницей, усложнению ценозов, сочетающих холоднолюбивые и теплолюбивые элементы. Из растительного покрова острова исчезли кустарниковые березки, кедровый стланник, дуб и, вероятно, многие другие виды растений, в то же время лиственница оказалась устойчивой к изменениям и температурного режима, и влагообеспеченности. Решающим фактором, способствующим ее сохранению, по-видимому, являются микроклиматические особенности юго-восточной уплощенной оконечности о. Шикотан, открытой действию ветров и туманов. На развитие ландшафтов тихоокеанской стороны острова большое влияние оказывает холодное течение Оясио, роль которого усилилась в позднем голоцене, когда ветвь теплого течения Курисио — течение Соя несколько ослабло, и сократилась зона его распространения [7]. Холодный климат, уплощенная открытая ветрам поверхность, покрываемая слоем глины, способствующей переувлажнению — вот главные абиотические факторы, позволившие существовать реликтовым лиственничникам в условиях небольшого острова, в отрыве от основной популяции лиственницы на Курильских островах. Эти же факторы объясняют и развитие здесь с конца позднего плейстоцена океанической мари с участием арктобореальных элементов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 09-05-00003. Авторы выражают благодарность сотрудникам СПбГУС. Б. Чернову, Ф. Е. Максимова и Т. В. Тертычной за выполнение работ по радиоуглеродному датированию образцов.

Литература

1. Баркалов В. Ю. Флора Курильских островов Владивосток: Дальнаука, 2009. 468 с.
2. Величко А. А. Основные черты ландшафтных изменений на территории Северной Евразии в позднем плейстоцене и голоцене // Динамика ландшафтных компонентов и внутренних морских бассейнов Северной Евразии за последние 130000 лет. М.: ГЕОС, 2002. С. 156–163.
3. Крестов П. В., Баркалов В. Ю., Омелько А. М. и др. Реликтовые комплексы растительности современных рефугиумов Северо-Восточной Азии // Комаровские чтения, 2009. Вып. LVI. С. 5–61.
4. Разжигаяева Н. Г., Ганзей Л. А., Белянина Н. И., Гребенникова Т. А. Стратиграфия торфяника долины р. Горобец и развитие природной среды о. Шикотан (Малая Курильская гряда) в голоцен // Тихоокеанская геология. 2008. Т. 27, № 4 С. 82–98.
5. Разжигаяева Н. Г., Ганзей Л. А., Белянина Н. И. Первые данные о развитии ландшафтов на юге Курильских островов на рубеже плейстоцена-голоцена // ДАН. 2010. Т. 430, № 1. 108–113.
6. Igarashi Y., Murayama M., Igarashi T. et al. History of *Larix* forest in Hokkaido and Sakhalin, Northeast Asia since in Last Glacial // Acta Paleontologica Sinica, 2002. V. 41, № 4. P. 524–533.
7. Koizumi I. Spectral analysis of the diatom paleotemperature records at DSDP Sites 579 and 580 near the subarctic front in the western North Pacific // Palaeogeogr. Palaeoclim. Palaeoecol. 1994. V. 108. P. 475–485.

СОБЫТИЕ 8.2 ka И ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ: ОПЫТ КРИТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Д. А. Рубан

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону; ruban-d@mail.ru

Анализ результатов нескольких произвольно выбранных палинологических исследований, которые не имели задачей детальное изучение глобального климатического похолодания 8.2 ka, показывает, что в отдельных случаях они могут использоваться для регионального прослеживания этого события. Однако зачастую такие «неспециальные» палинологические данные не позволяют с уверенностью распознавать влияние этого похолодания на растительность.

Голоценовая история Земли отмечена серией кратковременных, но значительных по магнитуде климатических событий, таких как глобальное похолодание вблизи временной отметки 8.2 ka (cal yr BP, тыс. л.) [3, 6, 8]. Важнейшей задачей в изучении этих событий является их прослеживание в региональных геологических/палеонтологических летописях с целью определения закономерностей пространственного проявления и возможной диахронности. В связи с тем, что наземная растительность является чутким индикатором климата, палинологические данные представляются исключительно важными для глобального прослеживания события 8.2 ka. Последнее, как уже было отмечено ранее [4, 10, 12], оказало существенное воздействие на растительность. Например, в Северной Европе происходила быстрая деградация *Alnus*, *Corylus* и *Ulmus* во временном интервале 8.3–8.0 ka. Целью настоящей работы является критический анализ возможности использования имеющихся палинологических данных для прослеживания данного события. Речь идет о данных, полученных в последние годы в ходе «стандартных» региональных исследований голоценовой истории растительного покрова, которые не фокусировались на интервалах глобальных похолоданий и не имели задачей детальное изучение последних. Для анализа было произвольно выбрано несколько работ, которые содержат палинологические данные, отвечающие вышеуказанным критериям и характеризующие расположенные в разных климатических условиях регионы.

На спорово-пыльцевой диаграмме разреза торфяника на правом берегу р. Большая Умытъя (Тюменская область) обособляется палинозона, соответствующая ин-

тервалу 9.5–8 ka [2]. Ее верхняя часть отмечена заметным изменением спектра и, в частности, резким сокращением участия в нем пыльцы *Pinus sylvestris* и *Betula* sect. *Albae*. Эти изменения интерпретируются как отражающие экспансию тундры в условиях похолодания [2]. Временные рамки позволяют сопоставлять последнее с событием 8.2 ka.

На северо-восточном побережье оз. Байкал спорово-пыльцевая диаграмма выявляет заметные кратковременные изменения спектра в интервале 8.5–8.0 ka [1]. Наиболее существенными преобразованиями являются сокращение участия в спектре *Betula alba*, *Syringaceae* и *Polypodiaceae*. Вблизи временной отметки 8.0 ka проводится граница палинозон, которая также отражает перестройку растительного покрова. Отмеченные выше изменения вполне могут быть сопоставлены с региональным влиянием события 8.2 ka.

В долине р. Жер (запад Франции) спорово-пыльцевая диаграмма фиксирует существенные изменения растительного покрова в интервале 8.675–7.575 ka [7]. В частности, речь идет об увеличении участия в спектре пыльцы *Pinus sylvestris* и *Corylus*. Тем не менее все изменения не являются специфичными только для указанного интервала. Они соответствуют более долговременным тенденциям. Иными словами, влияние события 8.2 ka не распознается.

В болоте Праз-Роде (Юрские горы, Швейцария) спорово-пыльцевая диаграмма не выявляет существенных изменений в растительном покрове на временном интервале 9–8 ka [9]. Большая часть этого интервала относится к единой палинозоне, которая также охватывает и более молодые горизонты. К числу заметных из-

менений относятся кратковременное, но интенсивное снижение участия в спектре Gramineae и столь же явное снижение относительной распространенности пыльцы *Betula*. Неисключено, что они индицируют региональное влияние события 8.2 ka, однако однозначный вывод на основании представленных данных сделать проблематично.

На спорово-пыльцевой диаграмме голоценового разреза области Коча-Каранга (Эквадорские Анды) никаких существенных изменений спектра на временном интервале 9–8 ka не отмечается [11]. Заметный рост Poaceae отражает долговременную тенденцию, а отдельные пики (положительные и отрицательные) в содержании пыльцы вблизи отметки 8 ka являются слабо выраженными. Если они и индицируют влияние события 8.2 ka, то исключительно слабо.

В районе Мфабени (Южная Африка) вблизи надежно датированной возрастной отметки 8.105 ka не отмечается существенных изменений спектра [5]. Заметным представляется лишь увеличение относительной частоты встречаемости пыльцы Murtaceae, Geraniaceae и отчасти Celastraceae и снижение частоты встречаемости Flacourtiaceae и Chenopodiaceae. Отмеченной возрастной отметке предшествует сильное снижение участия в спектре Asteraceae, но, возможно, оно произошло еще в конце плейстоцена-самого начале голоцена. Палинологические данные показывают, что распространение лесов с *Podocarpus*, связанное с потеплением [5], началось вблизи данной отметки, чему предшествовал кратковременный отрицательный пик сравнительно малой интенсивности. Неисключено, что он мог быть связан с кратковременным похолоданием. Подводя итог сказанному, палинологические данные из района Мфабени позволяют обозначить возможные изменения растительности, гипотетически связанные с событием 8.2 ka, однако говорить о региональном влиянии последнего преждевременно.

Рассмотренные выше примеры свидетельствуют о том, что событие 8.2 ka может быть прослежено в некоторых регионах с использованием палинологических данных, полученных в ходе «неспециальных» исследований, т. е. нефокусировавшихся на интервале глобального похолодания. Однако в целом ряде регионов имеющиеся данные не позволяют установить влияние рассматриваемого события на растительность или же дают возможность говорить о нем лишь в высшей степени гипотетически. Это может быть связано как с ограниченным пространственным проявлением события 8.2 ka, так и с недостаточной временным разрешением спорово-пыльцевых диаграмм. Учитывая последнее, региональное прослеживание глобального похолодания требует проведения специальных палинологических исследований для интервала 9–7 ka, которое позволит строить спорово-пыльцевые диаграммы с высоким разрешением. Однако нельзя полностью согласиться с ранее высказанным предложением о том, что только специальные работы могут предоставлять свидетельства о рассматриваемом событии [6]. Как показывают некоторые из приведенных выше примеров, последнее может фиксироваться и в ходе обычных исследований региональной эволюции голоценового растительного покрова. Тем не менее, палинологические данные, по-

лученные в ходе таких исследований, по всей вероятности, не могут использоваться для событийной межрегиональной корреляции голоценовых последовательностей с использованием уровня 8.2 ka.

На основании опыта критического анализа возможностей использования уже накопленных палинологических данных для регионального прослеживания события 8.2 ka может быть высказано следующее методологическое предложение. При изучении региональной эволюции растительного покрова палинологическими методами следует изначально уделять внимание интервалам глобальных климатических событий с целью обеспечения материала для дальнейших обобщений и интерпретаций.

Литература

1. *Абзаева А. А. и др.* Детальная палеоклиматическая реконструкция позднеледниковья и голоцена северо-восточного побережья озера Байкал по палинологическим данным // *Новости палеонтологии и стратиграфии*. 2008. Вып. 10–11. С. 375–378.
2. *Антипина Т. Г., Панова Н. К.* Динамика растительности и болотообразовательного процесса в верховьях реки Конды в голоцене // *Фундаментальные проблемы четверти: итоги изучения и основные направления дальнейших исследований*. Новосибирск: СО РАН, 2009. С. 41–43.
3. *Alley R. B. et al.* Holocene climatic instability: a prominent widespread event 8200 years ago // *Geology*. 1997. Vol. 25. P. 483–486.
4. *Carrión J. S. et al.* Expected trends and surprises in the Lateglacial and Holocene vegetation history of the Iberian Peninsula and Balearic Islands // *Review of Palaeobotany and Palynology*. 2010. Vol. 162. P. 458–475.
5. *Finch J. M., Hill T. R.* A late Quaternary pollen sequence from Mfabeni Peatland, South Africa: Reconstructing forest history in Maputaland // *Quaternary Research*. 2008. Vol. 70. P. 442–450.
6. *Gornitz V. (ed.)* Encyclopedia of Paleoclimatology and Ancient Environments. Dordrecht: Springer, 2009. 1049 p.
7. *Joly C.* Histoire de la végétation dans l'espace centre-ouest atlantique (France): relations Sociétés/Végétation et évolution du trait de côte depuis le Mésolithique récent-final. Vol. 1,2. Nantes: GEMINA, 2007. 247 p.; 91 p.
8. *Mayewski P. A. et al.* Holocene climate variability // *Quaternary Research*. 2004. Vol. 62. P. 243–255.
9. *Mitchell E. A. D. et al.* The palaeoecological history of the Praz-Rodet bog (Swiss Jura) based on pollen, plant macrofossils and testae amoebae (Protozoa) // *Holocene*. 2001. Vol. 11. P. 65–80.
10. *Nesje A. et al.* Holocene palaeoclimate reconstructions at Vanndalsvatnet, western Norway, with particular reference to the 8200 cal. yr BP event // *Holocene*. 2006. Vol. 16. P. 717–729.
11. *Niemann H., Behling H.* Late Pleistocene and Holocene environmental change inferred from the Cocha Caranga sediment and soil records in the southeastern Ecuadorian Andes // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 2009. Vol. 276. P. 1–14.
12. *Seppä H. et al.* Spatial structure of the 8200 cal yr BP event in northern Europe // *Climate of the Past*. 2007. Vol. 3. P. 225–236.

ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ БАСЕЙНА ТЕЛЕЦКОГО ОЗЕРА (РОССИЙСКИЙ АЛТАЙ) В ПОЗДНЕМ ГОЛОЦЕНЕ

Н. А. Рудая¹, А. А. Андреев², И. А. Калугин³

¹Институт археологии и этнографии СО РАН, Новосибирск; *nrudaya@yandex.ru*

²Университет Кёльна, Кёльн, Германия; *Andrei.Andreev@awi.de*

³Объединенный институт геологии, геофизики и минералогии СО РАН, Новосибирск; *ikalugin@igm.nsc.ru*

На основе палинологического анализа донных отложений крупнейшего алтайского озера Телецкое проведена реконструкция природных условий позднего голоцена в его бассейне. Наиболее влажные и пригодные для развития черневых и темнохвойных лесов условия реконструированы с 150–170 гг. до н. э. до 1200–1400 гг. Более сухие условия реконструируются в конце суббореального – начале субатлантического периодов, а затем от 1200–1300 гг. до наших дней. Период холодного и сухого климата отмечается в интервале 1600–1850 гг., что, вероятно, соответствует малому ледниковому периоду в горах Алтая.

Жемчужина Алтая озеро Телецкое (48–53° с.ш., 82–90° в.д.; глубина 330 м) сформировалось в результате заполнения водой узкой тектонической впадины, образованной на месте раздвига на границе Западно-Саянского и Алтайского литосферных блоков. Основной водной артерией, питающей Телецкое озеро, является р. Чулышман на юге. На севере из озера вытекает одна из крупнейших рек Алтая — р. Бия (рис. 1, А). Климат в районе Телецкого достаточно мягкий, с положительной среднегодовой температурой (3,2–4 °С). В северной части озера выпадает около 800 мм осадков в год, в южной — 450 мм/г [6].

Вертикальная поясность в районе озера характеризуется развитием двух горных поясов: лесного и высокогорного. Степная растительность представлена небольшими участками по берегам озера. Высокогорный пояс сформирован кустарниковыми, мохово-лишайниковыми и каменистыми тундрами. Для лесного пояса характерно развитие черневых лесов и темнохвойной тайги с *Pinus sibirica*. Черневой лес характеризуется преобладанием в древостое пихты (*Abies sibirica*) и осины (*Populus tremula*) с подлеском из крупных кустарников (черемуха, рябина, калина), развитием высокотравного травянистого яруса, отсутствием напочвенного мохового по-

крова и произрастанием под пологом леса реликтовых неморальных травянистых видов (*Dryopteris filix-mas*, *Brachypodium sylvaticum*, *Festuca gigantea*, *Asarum europaeum* и др.). Реликтовый неморальный комплекс Алтая исходно связывают с буковыми, липовыми и дубравными лесами, существовавшими в Евразии в палеогене-неогене [3, 4].

Колонки донных отложений, образцы из которых взяты на палинологический анализ, получены из трех скважин, пробуренных в 2002, 2004 и 2006 гг. в северной части озера (рис. 1, Б). Колонки 2002 и 2004 гг. отобраны в одной точке (51°43' с.ш., 87°39' в.д.). Колонка 2002 г. имеет мощность 0–110 см и на глубине 90 см может быть объединена с колонкой 2004 г. (мощностью 240 см, верхняя часть которой была утеряна) в месте совпадения рисунка слоистости и магнитной восприимчивости (далее Tel02-04). Колонка 2006 г. (Tel06) длиной 194 см отобрана с изолированного подводного хребта Софьи Лепневой (51°44,992 с.ш., 87°37,4142 в.д.). Осадки имеют отчетливую слоистость.

Для построения возрастной модели были использованы изотопные датировки — пик содержания ¹³⁷Cs, отвечающий 1963 г.; логарифмическое распределение ²¹⁰Pb до глубины 48 мм (в керне 2006 г.) и радиоугле-

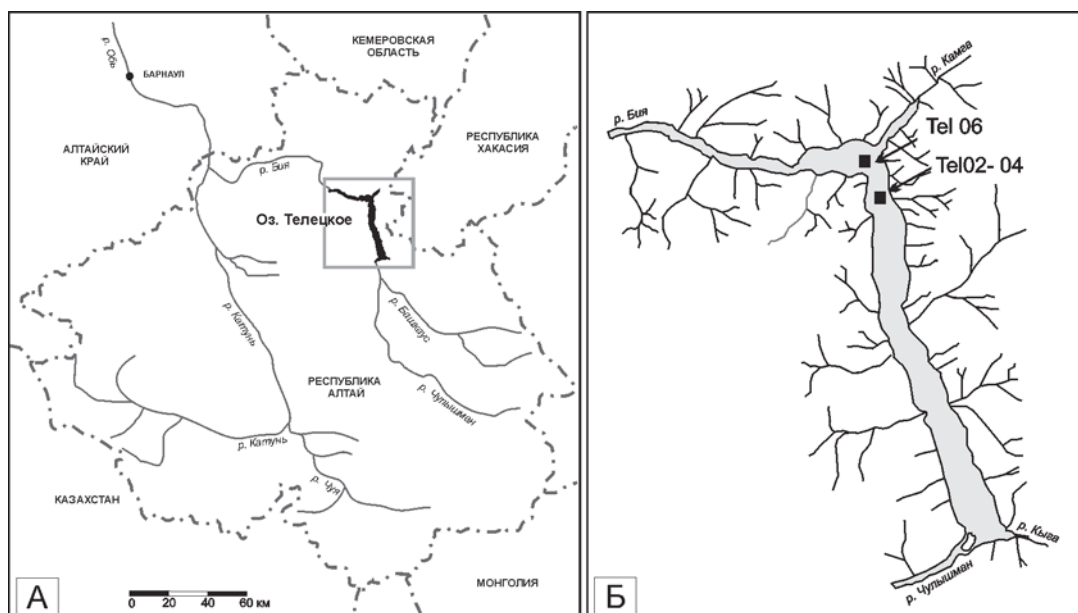
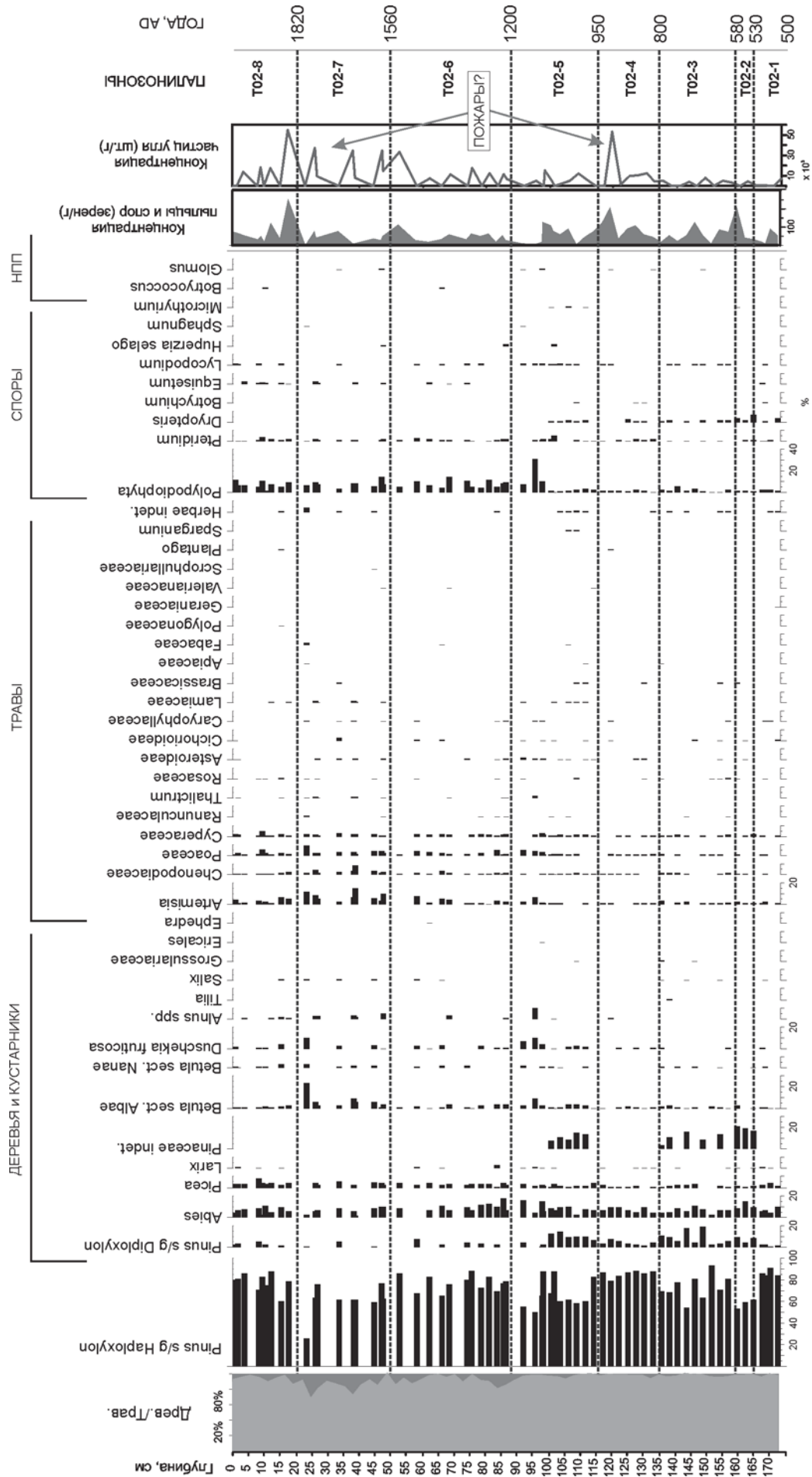
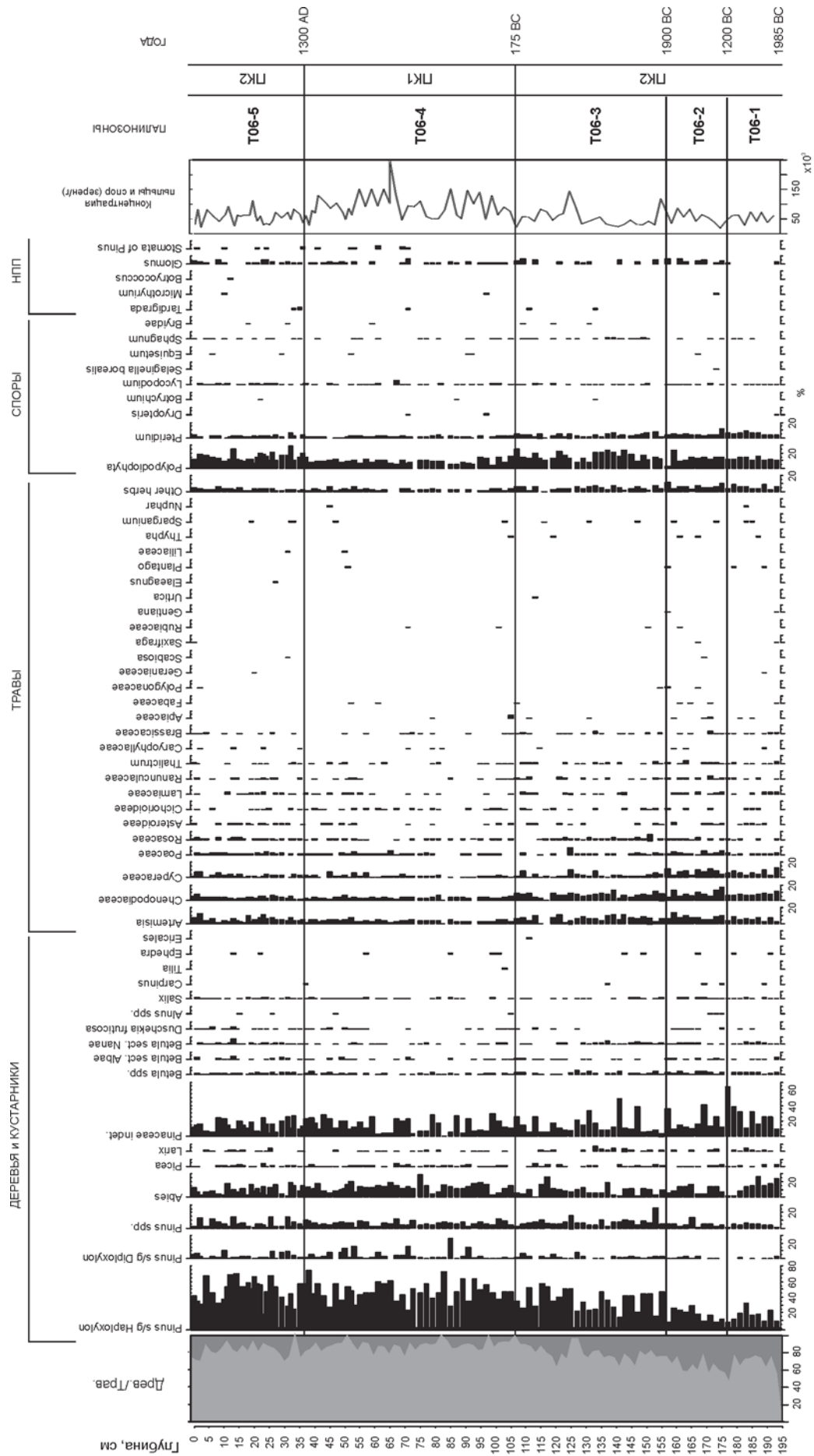


Рис. 1. Район исследования (А) и точки бурения скважин Tel02-04 и Tel06 (Б)



Аналитики: А. Андреев, Н. Рудая, 2007-2011
 Рис. 2. Спорно-пыльцевая диаграмма колонки донных отложений Тс102-04 (оз. Телецкое, Российский Алтай)



Анализ: Н. Рудая, 2011

Рис. 3. Спорно-пыльцевая диаграмма колонки донных отложений Tei06 (оз. Телецкое, Российский Алтай)

родной возраст маркирующего слоя, который прослеживается во всех колонках северной акватории озера [1, 2]. Всего по анализируемым колонкам донных отложений из оз. Телецкое получено свыше 10 радиоуглеродных датировок, сделанных методом УМС, которые в данной возрастной модели не использованы. Большая часть из них представляются слишком древними, вероятно, из-за загрязнения образцов древним радиоуглеродом. В настоящее время проводится дополнительное радиоуглеродное датирование образцов керн и исследование вероятных источников — поставщиков древнего радиоуглерода.

Согласно используемой в данной работе возрастной модели керн Te102-04 охватывает полторы тысячи лет, а осадки колонки Te106 накапливались в течение четырех тысяч лет.

На палинологический анализ с интервалом 10–20 мм отобрано 73 образца из колонки Te102-04 и 114 образцов из колонки Te106 (рис. 2, 3). Подробная интерпретация спорово-пыльцевой диаграммы керн Te102-04 опубликована [5, 7]. Образцы обработаны по методике [8]. Для реконструкции лесных пожаров, кроме пыльцы, спор и непыльцевых палиноморф, в образцах подсчитаны частички угля размером от 20 μm . Для расчета концентрации палиноморф добавлены таблетки со спорами *Lycopodium clavatum*.

Климатическая интерпретация палинологических данных колонок Te102-04 и Te106 показала отсутствие резких изменений климата за последние четыре тысячи лет. При этом наблюдаются циклические колебания содержания пыльцы сосны сибирской.

В целом можно выделить два основных палинокомплекса. Первый (ПК1) характеризуется высоким содержанием пыльцы сосны сибирской (до 80–90 %) и пихты (до 20–40 %), но небольшим содержанием пыльцы полыни, маревых и осоковых (не более 5–10 % каждого таксона). Второй палинокомплекс (ПК2), напротив, отличается более низким содержанием в спектрах пыльцы сосны сибирской и пихты, зато заметно подростшим содержанием полыни, маревых и осоковых (до 20 % каждого таксона). Также особенностью второго палинокомплекса является увеличение доли папоротников. На протяжении колонки Te106 можно наблюдать смену описанных палинокомплексов трижды (рис. 3).

Таким образом, опираясь на палинологические данные двух колонок донных отложений озера можно реконструировать наиболее влажные и пригодные для развития черневых и темнохвойных лесов условия (соответствующие ПК1) примерно с 150–170 гг. до н. э. до 1200–1400 гг. (от ~2100 лет до 650–750 лет ВР). Более сухие условия реконструируются до 150–170 гг. до н.э. (конец суббореального — начало субатлан-

тического периодов) и затем от 1200–1300 гг. до наших дней (ПК2).

Периоды холодного и сухого климата в бассейне Телецкого отмечаются в интервале 1600–1850 гг. Еще один период более холодного и сухого климата зафиксирован в 1100–1200 гг. (реконструкция по керну Te102-04, рис. 2) Эти данные хорошо соотносятся с результатами исследований [9], полученными из юго-восточной части Российского Алтая. Здесь также сухой холодный период был отмечен в 1200 г., а малый ледниковый период реконструируется около 1600 г.

Работа выполнена при финансовой поддержке интегрированного проекта СО РАН № 92 и проектов РФФИ 08-05-00773-а и 09-05-13505-офи_ц.

Литература

1. Калугин И. А., Гольдберг Е. Л., Федорин М. А. и др. Высокоразрешающая хронология осадконакопления в Телецком озере за последние 800 лет — отклик на климатически обусловленные вариации твердого притока // Глобальные изменения климата и природной среды позднего кайнозоя в Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. С. 373–405.
2. Калугин И. А., Дарьин А. В., Бабич В. В. 3000-летняя реконструкция среднегодовых температур Алтайского региона по литолого-геохимическим индикаторам донных осадков оз. Телецкое // ДАН. 2009. Т. 426, №4. С. 1–3.
3. Камелин Р. В. Краткий очерк природных условия и растительного покрова Алтайской горной страны // Флора Алтая. Барнаул: АзБука, 2005. Т. 1. С. 22–98.
4. Куминова А. В. Растительный покров Алтая. Новосибирск: Изд-во АН СССР, 1960. 450 с.
5. Рудая Н. А., Андреев А. А., Калугин И. А. и др. Изменения природной среды северного Российского Алтая (оз. Телецкое) в течение последних 1500 лет // Фундаментальные проблемы квартера: итоги изучения и основные направления дальнейших исследований: Материалы VI Всерос. совещания по изучению четвертичного периода. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. С. 510–513.
6. Селегей В. В., Селегей Т. С. Телецкое озеро. Ленинград: Гидрометеиздат, 1978. 142 с.
7. Andreev A., Pierau R., Kalugin I. et al. Environmental changes in the northern Altai during the last millennium documented in Lake Teletskoye pollen record // Quaternary Research. 2007. V. 67. P. 394–399.
8. Faegri K., Iversen J. Textbook of Pollen Analysis. John Wiley & Sons, Chichester, 1989.
9. Schluetz F., Lehmkuhl F. Climatic change in the Russian Altai, southern Siberia, based on palynological and geomorphological results, with implications for climatic teleconnections and human history since the middle Holocene // Veget Hist Archaeobot. 2007. V. 16. P. 101–118.

КОМПЛЕКСЫ СПОР И ПЫЛЬЦЫ ДОННЫХ ОСАДКОВ ЮЖНО-КАНИНСКОЙ БАНКИ БАРЕНЦЕВА МОРЯ (РУБЕЖ ПОЗДНЕГО НЕОПЛЕЙСТОЦЕНА И ГОЛОЦЕНА)

О. В. Руденко

Орловский государственный университет, Орел; olrudenko@orl.ru

Палинологическим методом изучены донные осадки Южно-Канинской банки Баренцева моря. Специфика ископаемых спорово-пыльцевых спектров (СПС) четко связана с генетическим типом вмещающих осадков. СПС, выделенные из ледово-морских глин стадии финальной дегляциации, отражают суровые климатические условия, в которых на прилегающей суше могли существовать лишь ксерофитные перигляциально-тундровые сообщества. На этапе потепления аллерёд они были частично замещены елово-березовыми лесотундровыми ландшафтами. Переход к нормально морским условиям голоцена фиксируется четкой литологической границей и значительными изменениями в составе ископаемых СПС. Перестройка растительного покрова материковой суши выразилась в замещении перигляциально-тундровых сообществ сосново-березовыми лесотундрами в раннем голоцене.

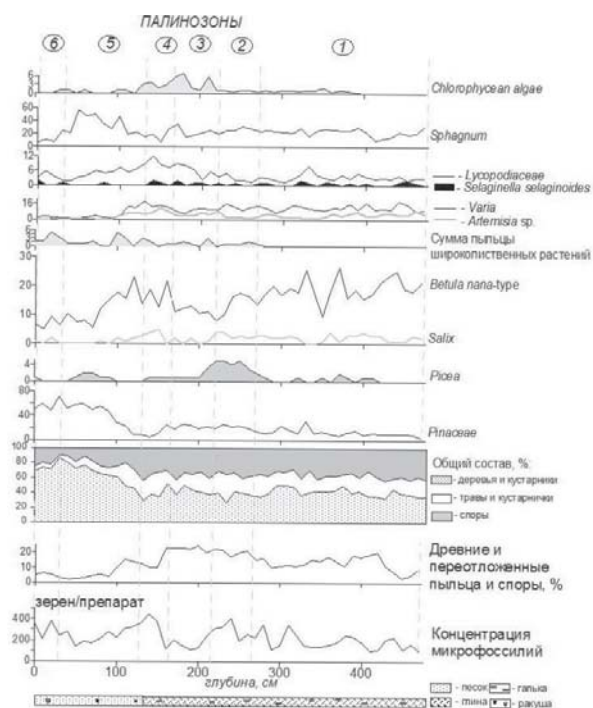
Вещественный состав кайнозойского чехла Кольско-Канинского участка Баренцева моря, отличающегося активным гидрологическим режимом и специфическими условиями седиментации в зоне интенсивного смещения трансформированных теплых атлантических вод и локальных холодных беломорских, выносящих массу осадочного вещества через пролив Горло, до недавнего времени оставался неизученным комплексом микропалеонтологических методов. Материал для исследований — керн виброскважины 381 (68°40' с. ш.; 41°30' в. д.; глубина моря 59 м; длина керна 475 см), получен с борта НИС ОАО «Мурманская арктическая геологоразведочная экспедиция», выполнявшего донное опробование в рамках проведения геологосъемочных работ на листах Госгеолкарты-1000 R-38-40. Разрез представлен двумя литокомплексами, соответствующими двум сейсмопачкам верхнеплейстоцен-голоценового осадочного сейсмостратиграфического комплекса Баренцевоморского региона [2]. Нижняя сейсмопачка — верхнеплейстоценовая (осташковский), показывает на сейсмозаписях горизонтально-ритмично-слоистую волновую картину. Она объединяет плащеобразные покровы финальной дегляциации, формирование которых, согласно палеомагнитным данным [14], происходило 12–10 тыс. лет назад при активном влиянии флювиогляциальных потоков с материка и интенсивного айсбергового разноса [5, 11]. В разрезе 381 представлена плотными коричневато-серыми пластичными глинами с множественными включениями гравия и гальки вскрытой мощностью 345 см. Вторая сейсмопачка, показывающая акустически прозрачную картину на сейсмозаписях, соответствует голоцену. В разрезе представлена темно-серыми алевритистыми песками средней и мелкой зернистости с редкими включениями битой ракушки мощностью 130 см.

Интервал пробоотбора составил 10 см. Подготовка проб к палинологическому анализу проведена сепарационным методом В. П. Гричука. Изучение под микроскопом проводилось с увеличением $\times 400$ – 600 , процентный подсчет микрофоссилий — от общего числа зарегистрированных зерен. Полученные непрерывные палинологические записи позволили выявить руководящие таксоны, проследить изменения количественных соотношений между основными компонентами СПС, выделить в разрезе 6 палинозон (ПЗ), соответствующих определенным периодам позднеледниковья и на-

чала голоцена, реконструировать последовательные фазы развития растительности соседней суши и главные климатические события, вызывавшие ее перестройку. Полученные данные использованы при разработке региональной биостратиграфической шкалы верхнего плейстоцена-голоцена, послужившей основой легенды геологической карты данного участка [1]. Актуалистическую основу составили ранее проведенные исследования состава спор и пыльцы в поверхностном слое осадков [10]. Для повышения достоверности палеореконструкций проведено сравнение с палинологическими данными по пробуренной севернее опорной скважине 26 [6, 7, 14] и разрезам северо-восточного побережья Кольского полуострова, имеющими радиоуглеродные датировки [3].

Первый литокомплекс охарактеризован тремя ПЗ с низкой концентрацией и обедненным составом СПС, в которых доминируют пыльца *Betula sect. Nanae*, пыльца тундровых трав и споры арктических плаунов (рисунки). Значительно также количество пыльцы *Salix* sp., встречена пыльца *Ephedra* sp. Содержание дальнезаносной пыльцы сосны минимально для всего разреза и составляет не более 15 %, что вдвое меньше, чем в СПС поверхностного слоя осадков региона. ПЗ-1 и ПЗ-2 коррелируются с палинозонами, выделенными Т. Д. Боярской в толще глин скважины 26 [7], а также с палинозонами осадков Мурманского мелководья [8] и характеризуют эпизоды дриас-2 и дриас-3. Состав палинозон отражает суровые природные условия, в которых приморские низменности (лайды) заселялись злаково-полюнно-маревыми группировками, а более высокие геоморфологические уровни оккупировали ерниково-ивково-ожиково-моховые сообщества. Отсутствие в интервале 475–400 см пресноводных зеленых водорослей *Pediastrum* и *Botryococcus*, поступающих на арктические шельфы с речным стоком [13], является свидетельством крайней сухости климата в период начала формирования толщи глин. Эмпирическая кривая и пик их содержания в ПЗ-3 и ПЗ-4 в интервале 210–130 см соответствует периоду активизации флювиогляциального стока с суши, усиления айсбергового разноса и опреснения водоема.

Пыльцевые спектры ПЗ-2 имеют большое сходство с СПС донных осадков северо-востока Белого моря [4] и аллювиально-морских осадков устьев рек Чапома, Стрельна и др. [3], седиментация которых происходила



Спорово-пыльцевая диаграмма виброскважины 381 (избранные пыльцевые записи, в % от общего количества зарегистрированных микрофоссилий).

в интерстадиале аллерёд. Смягчение и увлажнение климатической обстановки способствовало продвижению к побережью елово-березовой лесотундры, вытеснявшей сообщества перигляциальных ксеро- и галофитов. В интервале 270 см на СПД появляется эмпирическая кривая пыльцы «экзотических» для региона широколиственных растений (*Quercus* sp., *Tilia cordata*, *Carpinus betulus*, *Corylus* sp.). Принимая во внимание, что ближайший источник, продуцирующий эту пыльцу, — леса Западной Европы и юга Скандинавии, основным агентом, привносящим ее в исследуемый регион, следует считать воды дрейфового Норвежского течения, а саму пыльцу — надежным индикатором связи Баренцева моря с Северной Атлантикой. Вероятно, эта связь прерывалась или, по крайней мере, была чрезвычайно затруднена в раннем-среднем дриасе, и возобновилась в интерстадиале аллерёд, что отражено в СПС ПЗ-2.

ПЗ-4 выделена на контакте глин и алевроитистых песков и имеет целый ряд четких отличий от вышеописанных палинозон. В ее СПС резко возрастает концентрация микрофоссилий, отмечено минимальное количество дальнезаносной пыльцы сосны и незначительное увеличение содержания пыльцы древовидных берез, появление пыльцы ольхи. Основу СПС составляют пыльца и споры представителей локальных биоценозов — гипоарктических кустарничков (карликовой ивы, карликовой березки), трав и преимущественно тундровых видов плаунов (максимум на СПД). Максимум спор плаунов прослеживается на многих палинодиаграммах Баренцевоморского региона и Кольского полуострова и считается репером, маркирующим границу пребореал/бореал [3; 8; 9; 12]. Перечисленные особенности ПЗ-4 позволяют считать, что она характеризует осадки регрессии литорина и соответствует пребореальному периоду. Суровые климатические условия начала послеледниковья затрудняли миграцию сосново-березовых ле-

сов к северу и определяли господство арктических тундровых и ерниковых сообществ на побережье.

СПС ПЗ-5 характеризуются резким увеличением количества пыльцы сосны, спор сфагнумов, хвощей, сокращением доли участия в СПС пыльцы тундровых кустарничков и отражает фазу продвижения сосново-березовой лесотундры к побережью в условиях значительного потепления и увлажнения климата. Время формирования ПЗ-5 соответствует начальному этапу трансгрессии фолас в бореале и установлению нормально морских условий осадконакопления. Резкое уменьшение доли пелитовой фракции вверх по разрезу свидетельствует о значительном ослаблении ледовитости морского бассейна. Увеличение количества пыльцы широколиственных растений и исчезновение пресноводных зеленых водорослей в интервале 120–100 см отражает эпизод усиления адвекции теплых атлантических вод в регион и установление современных значений солёности.

Осадки среднего-позднего голоцена в разрезе 381 не сохранились. ПЗ-6 самой верхней части разреза (интервал 0–20 см) содержит СПС, мало отличные от субфоссильных. ПЗ-6 отражает природные условия, близкие современным, и соответствует субатлантике.

Полученные пыльцевые записи позволили выявить серию резких кратковременных климатических флуктуаций переходного периода от финала позднеледниковья к голоцену и существенно облегчили понимание особенностей динамики растительного покрова южного побережья Баренцева моря.

Автор выражает признательность полевому геологическому отряду ОАО «МАГЭ» под руководством А. В. Скоробогатко и Д. А. Костина за отбор проб на палинологический анализ.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 11-05-01091-а).

Литература

1. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1000000 (третье поколение). Листы R-37, 38 — м. Святой Нос, м. Канин Нос. Объяснительная записка. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2003. 289 с.
2. Гриценко И. И., Крапивнер Р. Б. Новейшие отложения Южно-Баренцево-Кольского региона: осадочные (седиментационные) сейсмостратиграфические комплексы и их вещественный состав // Новейшие отложения и палеогеография северных морей. Апатиты: Изд-во КФ АН СССР, 1989. С. 28–45.
3. Лебедева Р. М. Палинологические уровни в голоценовых отложениях Кольского полуострова и их абсолютная стратиграфия // Стратиграфия и палеогеография четвертичного периода Севера Европейской части СССР. Петрозаводск: Изд-во Карельского филиала АН СССР, 1977. С. 29–39.
4. Малеясова Е. С. Пыльца и споры из донных осадков Белого моря // Палинология голоцена и Маринопалинология. М.: Наука, 1973. С. 119–123.
5. Мусатов Е. Е. Сейсмостратиграфия и картирование неоген-четвертичных отложений Баренцево-Карского шельфа // Геологическая история Арктики в мезозое и кайнозое. СПб.: Наука, 1992. Кн. II. С. 38–47.
6. Павлидис Ю. А., Ионин А. С., Щербаков Ф. А. и др. Арктический шельф: позднечетвертичная история как основа прогноза развития. М.: Изд-во ГЕОС, 1998. 187 с.

7. Павлидис Ю. А., Щербаков Ф. А., Боярская Т. Д. Новые данные по стратиграфии южной части Баренцева моря // *Океанология*. 1992. Т. 32, № 5. С. 917–923.

8. Руденко О. В. Биостратиграфия и корреляция позднплейстоцен-голоценовых осадков юго-западной части Баренцева моря // *Новости палеонтологии и стратиграфии*. Приложение к журналу «Геология и геофизика». Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. Т. 48. Вып. 10–11. С. 464–467.

9. Руденко О. В. История развития растительности Баренцевоморского региона в плейстоцене-голоцене (по палинологическим данным). Автореф. дис... канд. геогр. наук. М.: МГУ, 2001. 26 с.

10. Руденко О. В., Полякова Е. И. Особенности формирования спорово-пыльцевых спектров в поверхностных осадках Баренцева моря // *Седиментологические процессы и эволюция морских экосистем в условиях морского перигляциала*. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2001. С. 111–120.

11. Рыбалко А. Е. Формационное расчленение позднечетвертичных отложений Баренцева моря как отражение эволюции морского перигляциала на заключительных этапах позднечетвертичного оледенения // *Седиментологические процессы и эволюция морских экосистем в условиях морского перигляциала*. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2001. С. 175–180.

12. Шапанова А. Ю. Верхний плейстоцен и голоцен Северной Фенноскандии и Баренцева моря (стратиграфия, абсолютная хронология, палеогеография): Автореф. дис... доктора г.-м. наук. СПб.: СПбГУ, 2005. 32 с.

13. Matthiessen J., Kunz-Pirrung M., Mudie P. J. Freshwater chlorophycean algae in recent marine sediments of the Beaufort, Laptev and Kara Seas (Arctic Ocean) as indicators of river runoff // *International Journal of Earth Science*, 2000. Vol. 89. P. 470–485.

14. Polyak L., Lehman S. J., Gataullin V., Timoty Jull A. J. Two-step deglaciation of the southeastern Barents Sea // *Geology*. 1995. Vol. 23. P. 567–571.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ГЛУБОКОВОДНЫХ ДОННЫХ ОСАДКОВ ЯПОНСКОГО МОРЯ

Ю. В. Рыбьякова

Тихоокеанский океанологический институт ДВО РАН, Владивосток; *pacific@vlad.ru*

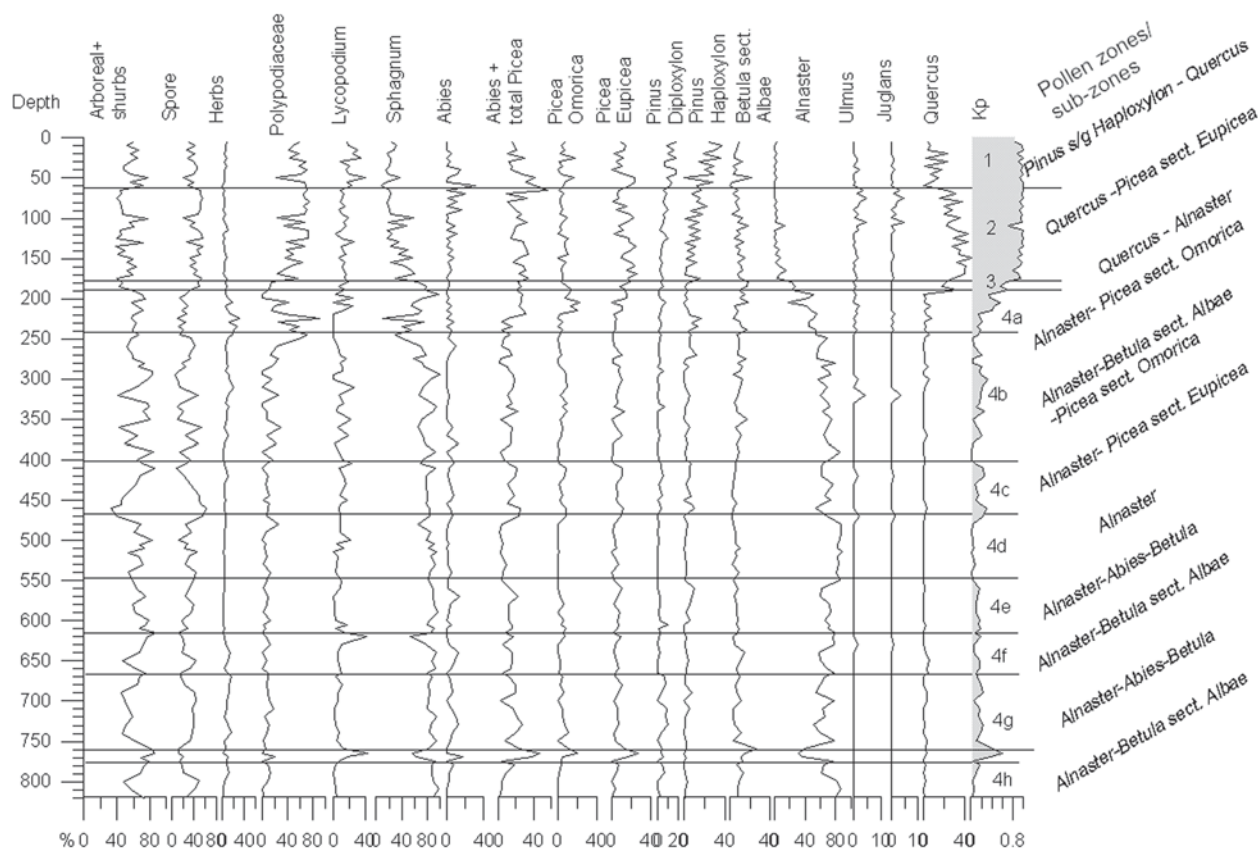
Для получения длительных рядов климатических данных используют сведения, «записанные» в осадочных породах различного генезиса, в том числе морского. Изучение пылицы и спор морских глубоководных отложений в пределах рассматриваемых морей началось со второй половины прошлого века. Наиболее информативны для интерпретации комплексные исследования. Это позволяет реконструировать изменения в составе растительности на прилегающей суши во времени более достоверно.

Результаты спорово-пыльцевого анализа дают представление о последовательных сменах растительности, тогда как, литологическое описание, изотопно-геохимический и радиоуглеродный методы необходимы для построения возрастной модели. В основе данной работы лежат результаты изучения донных осадков Японского моря, отобранные в его северной части в ходе 32-й экспедиции НИС «Академик Лаврентьев». Осадки колонки для спорово-пыльцевого анализа обрабатывались по методу В.П. Гричука [2]. Интервалы просмотра образцов 5 см и 10 см. Детальный анализ состава спорово-пыльцевых спектров образцов донного осадка колонки LV 32–33 позволил выявить пыльцевые зоны и подзоны, в их названиях отражены доминанты и субдоминанты. На рисунке показан общий состав пылицы и спор — соотношение доли пылицы древесных и кустарниковых растений, доли травянистых растений и доли спор высших споровых растений. Кроме того, диаграмма отображает количественные процентные изменения пылицы наиболее значимых родов из группы древесных растений, отдельные виды спор. Особое значение имеет палеоклиматический коэффициент Кр. Его рассчитывали как соотношение суммы процентного содержания характерных теплолюбивых древесных таксонов региона (*Quercus*, *Ulmus*, *Picea sect. Eupicea*, *Picea sect. Omorica*, *Juglans*), к сумме процентов пылицы вышеуказанных видов и холодостойкого кустарника *Alnaster*.

Подобный палеоклиматический коэффициент вычисляли при изучении осадков датированных колонок из Охотского моря [1, 3].

Палинозона 4 Alnaster-Picea sect. Omorica/Betula sect. Albae (инт. 202–820 см). *Подзона 4h Alnaster-Betula sect. Albae* (инт. 780–820 см). В палиноспектрах большую роль играет пыльца *Alnaster*, однако наблюдается уменьшение, его доля варьирует от 62 до 86 %. Доля субдоминантного *Betula sect. Albae* изменяется от 6 до 14 %. Участие других древесных и кустарниковых видов растений наименее заметное. В общем составе велика роль спор, особенно *Sphagnum*. Показатель Кр равен в среднем 0.1, то есть период отличался суровыми климатическими условиями. Таким образом, подзона указывает на произрастание холодостойких кустарников с мховой подстилкой.

Подзона 4g Alnaster-Abies-Betula (инт. 670–780 см). В палиноспектрах в роли субдоминанта попеременно выступают *Abies*, *Betula sect. Albae*. Особого внимания заслуживает та особенность, что колебания *Alnaster* находят как бы в противофазе с колебаниями *Abies+Picea*. Доля *Alnaster* варьирует от 36 до 78 %. Доля *Abies* по сравнению с подзоной 4h выше (достигает 17 %) Характерен явный пик пылицы *Betula sect. Albae* (26 %). Величина Кр достигает 0.4. Подзона, вероятно, указывает на кустарниковую растительность с участием берез и пихт.



Общий состав пыльцы и спор (%), содержание отдельных видов пыльцы в группе древесных растений (%), палеоклиматический коэффициент Кр, палинозоны и подзоны в разрезе колонки LV32—33.

Подзона 4f *Alnaster-Betula sect. Albae* (инт. 620—670 см). Примечательным является тенденция увеличения роли пыльцы *Betula sect. Albae*. В общем составе доля спор уменьшается, а доля деревьев и кустарников увеличивается. Доминант (*Alnaster*) в процентном содержании варьирует в пределах от 59 до 78 %. Пыльца *Betula sect. Albae* достигает 14 %. Показатель Кр в среднем 0.2. Видимо, растительность по своему составу и климатические условия существенно не изменились по сравнению с вышеупомянутой подзоной.

Подзона 4e *Alnaster-Abies-Betula* (инт. 550—620 см). По сравнению с подзоной 4f наблюдается уменьшение пыльцы темнохвойных *Abies* и *Picea* и увеличение доли пыльцы *Alnaster*. Сумма пыльцы *Abies+Picea* колеблется в пределах 4—29 %, *Alnaster* 60—85 %. Значения коэффициента Кр низкие 0.1—0.2. Вероятно, состав растительности был близок к лесотундровой, из сообществ ольховника и берез. Второстепенную роль играли темнохвойные элементы.

Подзона 4d *Alnaster*, (инт. 470—550 см) В спектрах велика роль *Alnaster*, который встречался в пределах 80—88%. Вероятно, растительность имела облик низкорослых однообразных кустарников с моховым покровом. Среднее значение коэффициента Кр очень низкое 0.05, что указывает на наиболее холодные условия региона.

Подзона 4c *Alnaster-Picea sect. Eupicea* (инт. 405—470 см). Доля пыльцы *Alnaster* также на высоком уровне 53—73 %, но ниже по сравнению с подзоной 4d. Доля пыльцы *Picea sect. Eupicea* по сравнению с вышеописанной подзоной встречалась чаще: зарегистрирована в пределах от 5 до 11 %. Отмечается присутствие пыльцы *Betula sect. Albae* (2—7 %), соответственно

пыльца *Abies* максимально имела 8 %. Значения коэффициента Кр достигают 0.2—0.3. Таким образом, в составе растительности отмечается увеличение древостоя и, наряду с кустарником ольховником, участвовали ели.

Подзона 4b *Alnaster-Betula sect. Albae-Picea sect. Omorica* (инт. 247—405 см). Она примечательна тем, что наблюдается рост доли пыльцы деревьев и кустарников за счет увеличения в составе спектров пыльцы *Alnaster*. Доля *Alnaster* варьирует в пределах 56—86 %. Пыльца *Betula sect. Albae* встречалась в пределах от 5 до 17 %, Палеоклиматический коэффициент Кр в среднем равен 0.2, т.е. условия не благоприятствовали развитию лесной растительности.

Подзона 4a *Alnaster-Picea sect. Omorica* (инт. 202—247 см). В группе деревьев и кустарников пыльца *Betula sect. Albae* варьирует в пределах от 3 до 18 %. Заметно уменьшение участия в спектрах спор и рост пыльцы трав. Наблюдается уменьшение доли пыльцы *Picea sect. Eupicea*. Коэффициент Кр сильно варьирует: в пределах от 0.1 до 0.5. Явно прослеживается спад в содержании пыльцы *Alnaster* и наряду с этим, появление пыльцы *Quercus*, *Ulmus*, которая прежде практически не отмечалась.

Таким образом, подзоны показывают, что, растительность постепенно стала более разнообразной. Прослеживается более заметное участие сосен, берез, елей, а также появление широколиственных пород. В подстиляющем покрове появились травянистые виды растений, присутствовали папоротники и мхи.

Палинозона 3 *Alnaster-Quercus* (инт. 192—202 см). Примечательно появление в палиноспектрах пика пыльцы *Alnaster*. Его доле участие составляет около 50—60 %. Кроме того, наблюдается уменьшение доли пыль-

цы *Quercus*, *Ulmus*. В группе спор преобладают споры мха *Sphagnum* (66—79 %). Коэффициент Кр фиксирует значения 0.4, показывая, что период характеризовался относительно прохладными условиями. Растительность была представлена в основном ольховником и мхом-сфагнумом в подстилающем покрове. В общем составе уменьшается доля древесных пород, особенно снизилось участие дуба, вяза, берез, сосен.

Палинозона 2 *Quercus*—*Picea* sect. *Eurpicea* (инт. 6—192 см) характеризуется высокими процентными значениями *Quercus*, который варьирует в пределах 16—47 %. Причем в интервале 110—150 см доля пыльцы *Quercus* достигает максимальной величины по всей длине колонки. Субдоминант — *Picea* sect. *Eurpicea* — достигает 26 %. В значительном количестве в спектрах принимает участие пыльца хвойных элементов растительности: *Pinus* s/g *Haploxyton* (до 22 %), *Picea* sect. *Omorica* (до 10 %), *Pinus* s/g *Diploxyton* (до 10 %). В группе древесных отмечалось участие пыльцы теплолюбивых пород — *Juglans*, *Ulmus*. Доля *Ulmus* достигает 12 %, *Juglans* 4 %. Палинозона отличается высоким видовым разнообразием. Кроме того, присутствует пыльца теплолюбивой и влаголюбивой *Tilia* (липа). Палеоклиматический коэффициент варьирует от 0.7 до 1. В интервале 110—135 см палеоклиматический коэффициент неизменно показывает значения близкие к 1, и, наряду с большим разнообразием видов пыльцы в составе спектров, указывает на наиболее теплые условия климата. Таким образом, зона демонстрирует, что господствовала лесная растительность из дуба, хвойных и берез с участием ореха и вяза. Вместе с ними в небольшом количестве произрастала липа. Распространению такой растительности, очевидно, способствовали изменения климатических условий — потепление.

Палинозона 1 *Pinus* s/g *Haploxyton* — *Quercus* (инт. 0—62 см) характеризуется высоким содержанием пыльцы группы древесных и кустарников. *Pinus* s/g *Haploxyton* доминирует и его доля варьирует в пределах от 9 до 36 %. Роль субдоминанта играет *Quercus* (4—23 %), также большое значение имеют *Pinus* s/g *Diploxyton* (5—23 %), *Abies* (0—21 %), *Picea* sect. *Eurpicea* (0—21 %), *Picea* sect. *Omorica* (2—13 %). Единично отмечалось присутствие пыльцы *Tilia*, *Acer* (клен). Кр изменяется в пределах 0.8—1, т.е. свидетельствует об относительно теплых условиях. Таким образом, палинозона отражает определенную смену растительности,

когда сформировалась тайга. Широколиственные породы все также присутствуют в составе растительности, но имеют гораздо меньшее значение.

По результатам спорово-пыльцевого анализа выявлена последовательная смена типов растительности на суше, омываемой Японским морем, связанная с изменениями условий климата. Вероятно, колебания климата нашли свое отражение и в составе осадков. Согласно литологическому описанию, осадки колонки имеют ряд чередующихся слоев: темные с тонкими прослойками и более светлые слои — так называемую тонкослоистую ламинацию [4, 5]. Эти прослойки сопоставлялись с аналогичными датированными слоями из других японских колонок по опубликованным данным. Это помогло уточнить возрастную модель нашей колонки, которая построена на основе радиоуглеродного датирования и изотопно-кислородной стратиграфии.

Таким образом, около 39—18 т. л. н. растительность состояла из тундровых и лесотундровых сообществ, устойчивых к холодному климату. 15 т. л. н. происходило потепление продолжительностью 2 т. л. Около 13—12 т. л. н. резкое похолодание вызвало вновь распространение холодостойких таксонов. 11 т. л. н. условия климата сменились на благоприятные для обширного распространения теплолюбивых широколиственных пород, особенно дуба. Хвойная растительность, близкая к современной, сформировалась приблизительно 3.5 т. л. н.

Литература

1. Горбаренко С. А., Гвоздева И. Г., Дж. Р. Соутон Быстрые изменения среды и климата Охотского моря в голоцене и оледенение // Вестник ДВО РАН. 2003. № 2. С. 148—155.
2. Сладков А. Н. Введение в спорово-пыльцевой анализ. М.: Наука, 1967. 270 с.
3. Gorbarenko S. A., Southon J. R., Keigwin L. D. et al. Late Pleistocene—Holocene oceanographic variability in the Okhotsk Sea: geochemical, lithological and paleontological evidence // *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 2004. Vol. 1—4. P. 281—301.
4. Oba T., Katon M., Kitazato H. et al. Paleoenvironmental changes in the Japan Sea during the last 85 000 years // *Paleoceanography*. 1991. Vol. 6. P. 499—518.
5. Tada R., Irino T., Koizumi I. Land-ocean linkages over orbital and millennial timescales recorded in late Quaternary sediments of the Japan Sea // *Paleoceanography*. 1999. Vol. 14. P. 236—247.

ВОЗРАСТ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ С ФАУНОЙ КРУПНЫХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В МЕСТОНАХОЖДЕНИИ УРУЧЬЕ, МИНСК

Т. Б. Рылова¹, И. Е. Савченко¹, С. В. Демидова², Г. К. Хурсевич³

¹Институт природопользования НАН Беларуси, Минск, Беларусь; *rylova@nature.basnet.by*

²Белорусский научно-исследовательский геологоразведочный институт, Минск, Беларусь; *sdem@igig.org.by*

³Белорусский государственный педагогический университет, Минск, Беларусь; *galinakhurs.41@mail.ru*

Результаты палинологических и диатомовых исследований четвертичных отложений, вскрытых в местонахождении Уручье в г. Минске и где были обнаружены останки скелетов крупных млекопитающих, свидетельствуют об их формировании на протяжении позднего плейстоцена, включая муравинское (микулинское) межледниковье и поозерское (валдайское) оледенение, и голоцена. Восстановлен характер растительных ассоциаций и климатические условия времени обитания древних животных. Охарактеризованы экологические условия осадконакопления в палеоводоеме на территории Минска в муравинское и раннепоозерское время.

В конце 2006 г. при открытой проходке тоннеля под станцию метро Уручье в г. Минск было вскрыто уникальное местонахождение ископаемой фауны крупных млекопитающих (лесной слон, бизон, благородный и северный олени, мамонт; следы жизнедеятельности бобра). Анализ геолого-геоморфологической ситуации на местонахождении и палеонтологические исследования осадочных образований, содержащих разнообразное биофоссилии (кости животных, споры и пыльца, плоды и семена, раковины моллюсков, створки диатомовых водорослей), позволили установить позднеплейстоценовый—голоценовый возраст изученных отложений и реконструировать природные условия среды обитания животных [2, 5].

Палинологический и диатомовый анализы были выполнены по образцам, отобраным в расчистках 1—М и 2—М, расположенных в стенках котлована, и из керна скважины 1—М.

Расчистка 1—М была заложена в непосредственной близости от местонахождения костей лесного слона. С уровня около 8—9 м от поверхности сверху вниз были вскрыты отложения, представленные: мергелем белесо-серым и желтовато-серым, слоистым (0.0—0.20 м); мергелем желтовато-серым с прослойками сизовато-серого (0.20—0.75 м, на этом уровне найден скелет северного оленя); сапропелитом желто-серым, с редкими раковинами моллюсков и включениями древесины (0.75—2.30 м); мергелем желтовато-серым, слоистым, с включением остатков древесины и углями; мергелем желтовато-серым, слоистым, с включением остатков древесины и угля (2.30—2.70 м).

На спорово-пыльцевой диаграмме расчистки 1—М (рис. 1), построенной по результатам изучения данных отложений, выделены семь локальных пыльцевых зон, сопоставленных с региональными пыльцевыми зонами муравинского межледниковья плейстоцена Беларуси [4], и восстановлены последовательные фазы развития растительности, произраставшей на территории исследований во время формирования соответствующих отложений.

L PAZ Уг-1 (Уг-1 — Уручье, расчистка 1—М) (гл. 2.45—2.70 м) характеризуется высоким содержанием пыльцы *Quercus* (*Q. robur* L., *Q. pubescens* Willd.) (23 %), *Pinus sylvestris* L. (41 %), *Corylus avellana* L. (33 %) и *Alnus* (*A. glutinosa* (L.) Gaertn., *A. incana* (L.) Moench) (29 %), небольшим участием *Ulmus laevis* Pall.

(3.5 %), *Tilia* (2 %), *Fraxinus* и др. и соответствует R PAZ мг3 *Quercus—Pinus—Corylus* муравинского межледниковья. Состав спектров отражает фазу распространения широколиственных и широколиственно-хвойных лесов (дубовых, дубово-вязовых с участием сосны) с хорошо развитым подлеском из орешника. В пониженных и увлажненных местах рельефа произрастали ольшаники. Для данной фазы методом совмещения «климатических ареалов» [1] определены диапазоны, в которых находились июльские и январские температуры: $T_{VII} = +18...+21\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_I = +3...-4\text{ }^{\circ}\text{C}$.

L PAZ Уг-2 (гл. 2.27—2.45 м) выделяется по максимальному участию в спектрах пыльцы *Corylus* (39 %) при существенном количестве пыльцы *Quercus* (6 %), *Tilia* (*T. cordata* Mill., *T. tomentosa* Moench) (12 %), *Ulmus* (3 %), *Carpinus* (2 %), *Acer* (1.5 %). Участие *Pinus* сокращается до 25 %. Данная зона отвечает R PAZ мг4 *Corylus—Quercus—Ulmus*. Состав спектров свидетельствует о развитии широколиственных липово-дубово-вязовых с участием сосны лесов, с максимальным по отношению ко всему межледниковому интервалу распространением орешника. По берегам водоема произрастали ольшаники. Для данной фазы получены следующие диапазоны палеотемператур: $T_{VII} = +18.0...+24.5\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_I = +4.5...-4.0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Это было наиболее теплое время климатического оптимума муравинского межледниковья.

L PAZ Уг-3 (гл. 2.20—2.27 м) отличается максимальным участием *Tilia* (18 %) и возрастанием количества *Carpinus betulus* L. (19 %). Пыльцы *Corylus* — 34 %, *Alnus* — 18 %, *Quercus* — 3 %, *Ulmus* — 2 %. Содержание пыльцы *Pinus* сокращается до 4 %. Данная зона соответствует R PAZ мг5 *Tilia—Corylus—Carpinus* и отражает фазу развития широколиственных лесов, в которых главными лесообразующими породами были липа и граб, меньшее значение имели дуб и вяз, в подлеске произрастала лещина. Температуры самого теплого и самого холодного месяцев находились в следующем диапазоне: $T_{VII} = +17...+24\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_I = +4.5...-5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

L PAZ Уг-4 (гл. 1.9—2.2 м) характеризуется значительным содержанием пыльцы *Carpinus* (49 %), *Tilia* (14 %), снижением участия *Corylus* (19 %), появлением *Picea abies* (L.) Karst. (2.5 %) и соответствуют R PAZ мг6 *Carpinus—Tilia*. Состав палинофлоры указывает на развитие широколиственных грабово-липо-

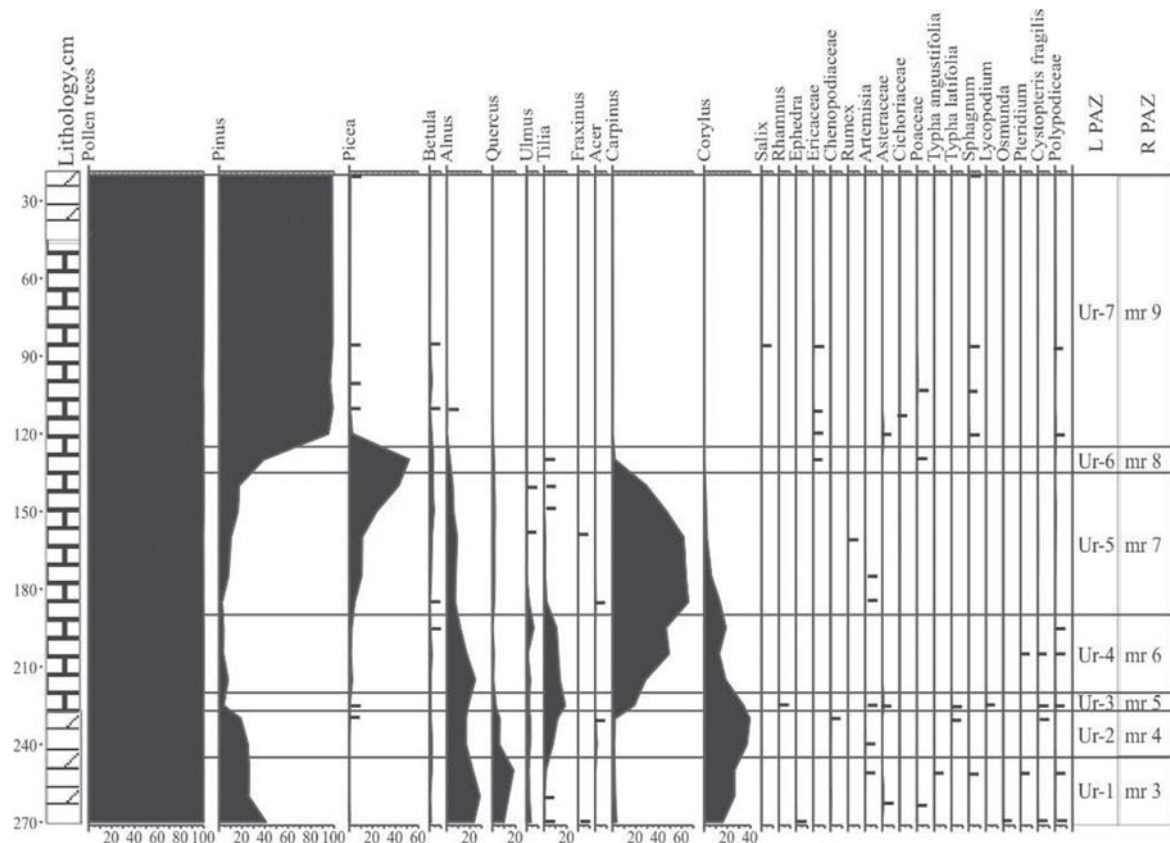


Рис. 1. Спорово-пыльцевая диаграмма муравинских отложений, вскрытых в расчистке 1—М в микрорайоне Уручье,

вых лесов с подлеском из орешника и ольшаников. Температуры июля и января находились в следующих диапазонах: $T_{VII} = +17...+21\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_I = +3...-5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Растительность и климатические условия рассмотренных фаз оптимума муравинского межледниковья были наиболее благоприятными для обитания лесного слона на территории Беларуси.

L PAZ Ur-5 (гл. 1.35—1.90 м) выделяется по максимальному содержанию пыльцы *Carpinus* (66 %) и резкому возрастанию количества пыльцы *Picea* (до 42 %). Число пыльцевых зерен *Quercus*, *Tilia*, *Ulmus*, *Corylus*, *Alnus* и других термофильных пород сокращается до минимума, а *Pinus* — начинает возрастать. Данная пыльцевая зона отвечает R PAZ mr 7 *Carpinus*—*Picea*. В окрестностях древнего водоема произрастали грабовые и грабово-еловые леса с примесью дуба, липы, вяза и лещиной в подлеске (первая половина фазы mr 7). Вероятно, лесной слон еще мог существовать в это время. Позднее на территории исследований росли еловые и елово-грабовые леса (вторая половина фазы mr 7). Возрастающее участие ели и постепенное исчезновение граба указывают на дальнейшее похолодание климата. Температуры самого теплого и самого холодного месяцев находились в следующих диапазонах: $T_{VII} = +16.5...+19\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_I = +0.5...-7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Изменения климата и растительных ассоциаций создали условия, которые стали неблагоприятными для обитания лесного слона.

L PAZ Ur-6 (гл. 1.25—1.35 м) характеризуется максимумом пыльцы *Picea* (52 %) и существенным возрастанием роли *Pinus* (до 39 %) и соответствует R PAZ mr 8 *Picea*—*Pinus*. В окрестностях древнего водоема в это время произрастали хвойные еловые и елово-сосновые

леса с небольшой примесью березы. Исчезновение термофильных широколиственных пород свидетельствует о прогрессирующем похолодании климата. Температуры июля и января находились в следующих диапазонах: $T_{VII} = +13.5...+19.0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_I = +0.5...-16\text{ }^{\circ}\text{C}$.

L PAZ Ur-7 (гл. 0.20—1.25 м) выделяется по абсолютному господству в составе спектров пыльцы *Pinus sylvestris* L. (до 99 %). В незначительном количестве отмечены *Picea* (до 2.5 %), *Betula* (до 2 %). Эта зона соответствует R PAZ mr 9 *Pinus* и отражает фазу развития сосновых лесов с незначительным участием ели и березы, что указывает на дальнейшее снижение теплообеспеченности территории.

Створки диатомовых водорослей в расчистке 1—М обнаружены в 9 пробах из 20 на гл. 0.75—1.75 м от верха расчистки (9.25—10.25 м от поверхности) в слое 3 (сапропелит). Диатомовая диаграмма (рис. 2) иллюстрирует микростратиграфическое расчленение изученного интервала отложений на локальные диатомовые зоны (LDAZ), позволяющее проследить особенности развития диатомовой флоры и палеоводоема.

В зоне LDAZ Ur-I-1 *Cyclotella*—*Amphora* (гл. 1.75—1.55 м) выявлен планктонно-донно-перифитонный комплекс диатомей. В планктоне преобладают *Cyclotella krammeri* (до 30.1 %) и *C. cyclopuncta* (15.6 %). Среди донных диатомей доминируют *Amphora pediculus* (до 11.2 %) и *A. libyca* (до 10 %). В перифитоне по численности выделяются *Pseudostaurosira brevistriata* (до 8.1 %), *Staurosira construens* (до 8 %), *Staurosirella lapponica*, разнообразные *Gomphonema*, *Cymbella* и *Epithemia*. Приведенное сообщество диатомей характерно для сравнительно неглубоких, стоячих, слабопроточных мезоэвтрофных водоемов с широкой

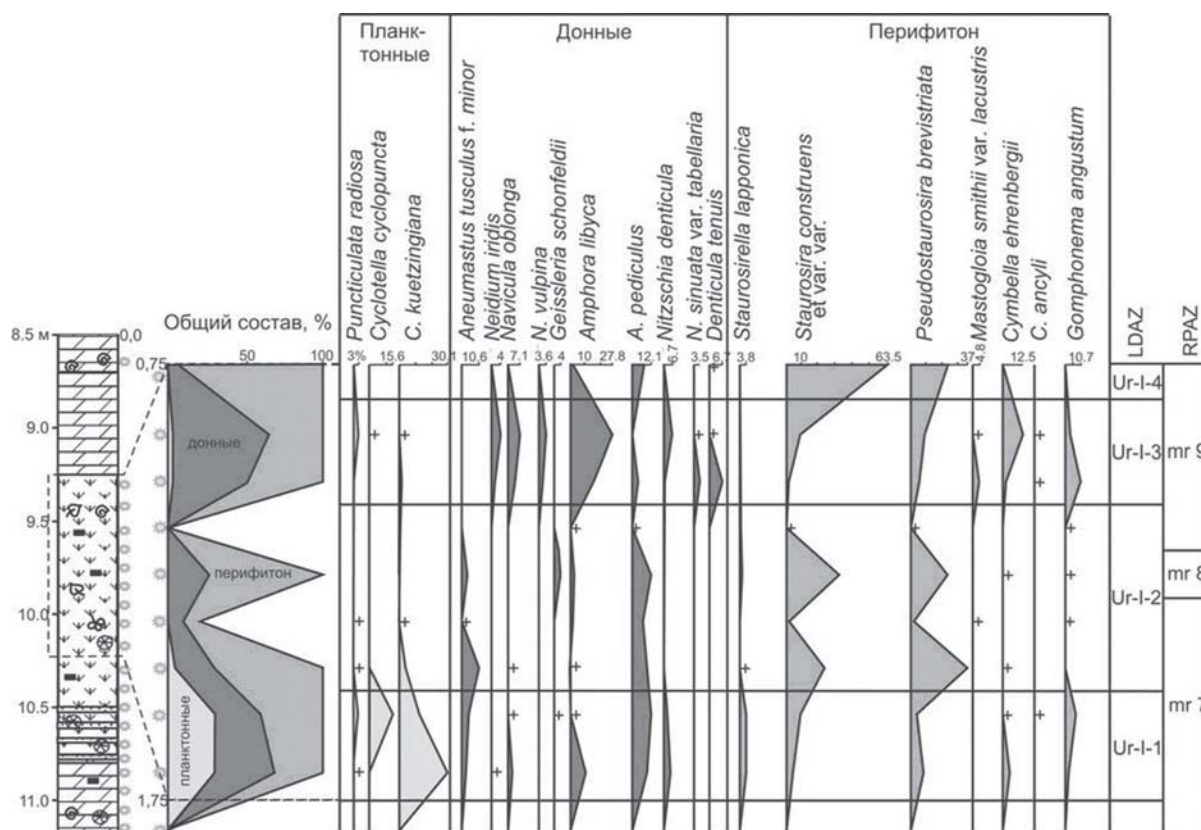


Рис. 2. Диатомовая диаграмма муравьинских отложений, вскрытых расчисткой 1—М в микрорайоне Уручье, г. Минск

зоной макрофитов и нейтрально-щелочной реакцией среды.

Выше по разрезу, в LDAZ Ur-I-2 *Pseudostaurosira*—*Staurosira* (гл. 1.55—1.15 м), диатомовый комплекс состоит практически только из бентических таксонов, что указывает на глубоко регрессивную фазу палеоводоёма. Наибольшей численностью характеризуются обрастатели *Pseudostaurosira brevistriata* (до 37 %) и *Staurosira construens* с разновидностями (до 33.5 %). В сообществе донных диатомей по числу встреченных экземпляров лидируют *Amphora pediculus* (до 12.1 %) и *Aneumastus tuscus f. minor* (до 10.6 %).

Диатомовый комплекс LDAZ Ur-I-3 *Amphora* (гл. 1.15—0.95 м) отражает некоторое обводнение палеоводоёма. Донные виды составляют 50.7—61.1 % от общего количества створок диатомей, среди них высокое содержание имеют *Amphora libyca* (до 27.8 %), *Denticula tenuis var. crassula* (до 9 %), *Nitzschia denticula* (6.7 %) и *Navicula oblonga* (до 7.1 %). В меньшем количестве встречены *Neidium iridis*, *Nitzschia sinuata var. tabellaria* и *Navicula vulpina*. В состав доминантных видов перифитона входят *Cymbella ehrenbergii* (до 12.5 %), *Gomphonema angustum* (до 10.7 %), представители *Pseudostaurosira* и *Staurosira*. Группу холодноводных арктоальпийских элементов комплекса образуют *Cymbella ancyli*, *Diploneis domblittensis var. subconstricta*, *Eucocconeis flexella* и др.

В составе LDAZ Ur-I-4 *Staurosira*—*Pseudostaurosira* (гл. 0.95—0.75 м) качественное разнообразие диатомей резко сокращается. Массовую встречаемость во флоре имеют главным образом эвритермные бентосные виды *Staurosira construens et var. venter et var. subsalina et var. binodis* и *Pseudostaurosira brevistriata et var. elliptica*—

обрастатели макрофитов в прибрежной зоне озера. Приведенный обедненный состав диатомей отражает заметное ухудшение палеоэкологических условий в древнем озере и его мелководный характер на заключительном этапе развития.

Сукцессию диатомей разреза Уручье (по расчистке 1-М) (гл. 9.25—10.25 м) можно представить в следующем виде: *Cyclotella*—*Amphora*—*Pseudostaurosira*—*Staurosira*—*Amphora*—*Staurosira*. Сопоставленная с палинологическими данными, она отражает условия осадконакопления в сравнительно неглубоком озере на территории Минска в конце климатического оптимума муравьинского межледниковья и в позднемежледниковье (соответствует фазам mr 7—mr 9).

Расчистка 2-М была заложена в южной стенке котлована на гл. 10—11 м от поверхности примерно в 30 м западнее расчистки 1-М и около 8 м восточнее точки с остатками северного оленя. Методом спорово-пыльцевого анализа изучены отложения мощностью 1.4 м, представленные мергелем серым, желтовато- и коричневатом-серым, переслаивающимся с супесью и песком (0.0—1.35 м) и сапропелитом коричневатом-черным (гл. 1.35—1.40 м).

В отложениях сапропелита выявлены две локальные пылевые зоны. Нижняя характеризуется высоким содержанием пыльцы *Tilia*—42 %, а также *Carpinus*—12 %, *Corylus*—19 %, *Alnus*—13 %. Единично отмечены *Quercus*, *Ulmus*, *Acer*. Верхняя выделена по значительному количеству *Carpinus* (38 %), небольшому участию пыльцы *Tilia* (10 %), *Corylus* (5 %), реже *Quercus* и *Ulmus*. Отмечено возрастание содержания *Pinus* (22 %) и *Picea* (8 %). Выявленные локальные зоны соответствуют R PAZ mr 5 и mr 6 муравьинского межледниковья.

В отложениях, залегающих выше по разрезу, пыльца и споры были обнаружены в единичных пробах. В составе спектров присутствует пыльца *Pinus* и *Betula*, в том числе *Betula nana* L. и *B. humilis* Schrank, *Picea*, *Larix*. Среди пыльцы травянистой растительности преобладают *Artemisia*, Chenopodiaceae, Poaceae, Cyperaceae, Asteraceae, *Polygonum bistorta* L., Caryophyllaceae и др. Вероятнее всего, эти отложения накопились в начале поозерского времени. Именно к образованиям раннепоозерского времени приурочены останки северного оленя [5]. На территории исследований в это время, по-видимому, были распространены лесотундровые ассоциации. Древесные породы (сосна, береза, ель, лиственница) образовывали редколесья, заселявшие наиболее благоприятные участки рельефа.

Верхние две пробы из отложений, представленных мергелем, содержали до 49 % пыльцы травянистых растений (*Artemisia*, Chenopodiaceae, Caryophyllaceae и др.), а среди пыльцы древесных пород были отмечены *Pinus*, *Betula* (в том числе кустарниковые формы), *Salix*. Состав спектров отражает существование безлесных ландшафтов тундрового типа, которые могли иметь место уже в среднепоозерское время.

Диаграмма, построенная по материалам изучения диатомей в расчистке 2-М (рис. 3), позволяет расчленить изученный интервал отложений на три LDAZ, отражающие основные тенденции развития диатомовой флоры и динамики условий осадконакопления в палеоводоеме.

Диатомовый комплекс LDAZ Ur-II-1a-c Fragilariaceae—*Amphora*—*Cyclotella* (гл. 0.80—0.45 м) ха-

рактеризуется преобладанием представителей перифитона (до 72.5 %), что свидетельствует о незначительной глубине озера и развитии в нем широкой зоны макрофитов. Среди обрастателей с высоким количественным содержанием встречены *Stausirosira construens* et var. *venter* et var. *binodis* (до 29.8 %), *Pseudostausirosira brevistriata* (до 12.2 %), *Fragilariforma virescens* (до 8.2 %), *Stausirosirella pinnata* et var. *lancettula* (до 7.6 %), *Martyana martyi* (до 6.5 %), различные *Cymbella* (*C. affinis*, *C. cymbiformis*, *C. cistula*, *C. ehrenbergii*, *C. leptoceros*) (в сумме до 23.3 %), *Gomphonema angustum* (до 5 %). В данном сообществе отмечено присутствие створок холодноводного вида *Cymbella ancylis* (максимум 2.5 %). Среди донных диатомей преобладают виды *Amphora* (*A. pediculus*, *A. ovalis*, *A. libyca*) (в сумме до 25.2 %), *Tryblionella angustata* (до 4.9 %), *Geissleria schunfeldii*, *Navicula oblonga*. Заметное содержание планктонных диатомей (до 24.2 %), представленных главным образом *Cyclotella ocellata* и *C. cyclopuncta*, отмечено в подзоне Ur-II-1b. Приведенный состав комплекса отражает мезотрофный режим древнего озера.

В интервале глубин 0.45—0.30 м остатки диатомовых водорослей не обнаружены. В комплексе диатомей LDAZ Ur-II-2a, b *Amphora*—*Stausirosira*—*Cyclotella* (гл. 0.3—0.2 м) соотношение отдельных экологических групп выглядит следующим образом: численность донных представителей возрастает до 49.1 % (в подзоне Ur-II-2a) при почти одинаковом содержании диатомей перифитона (25.4 %) и планктона (25.5 %), что указывает на увеличение глубины мезотрофного озера.

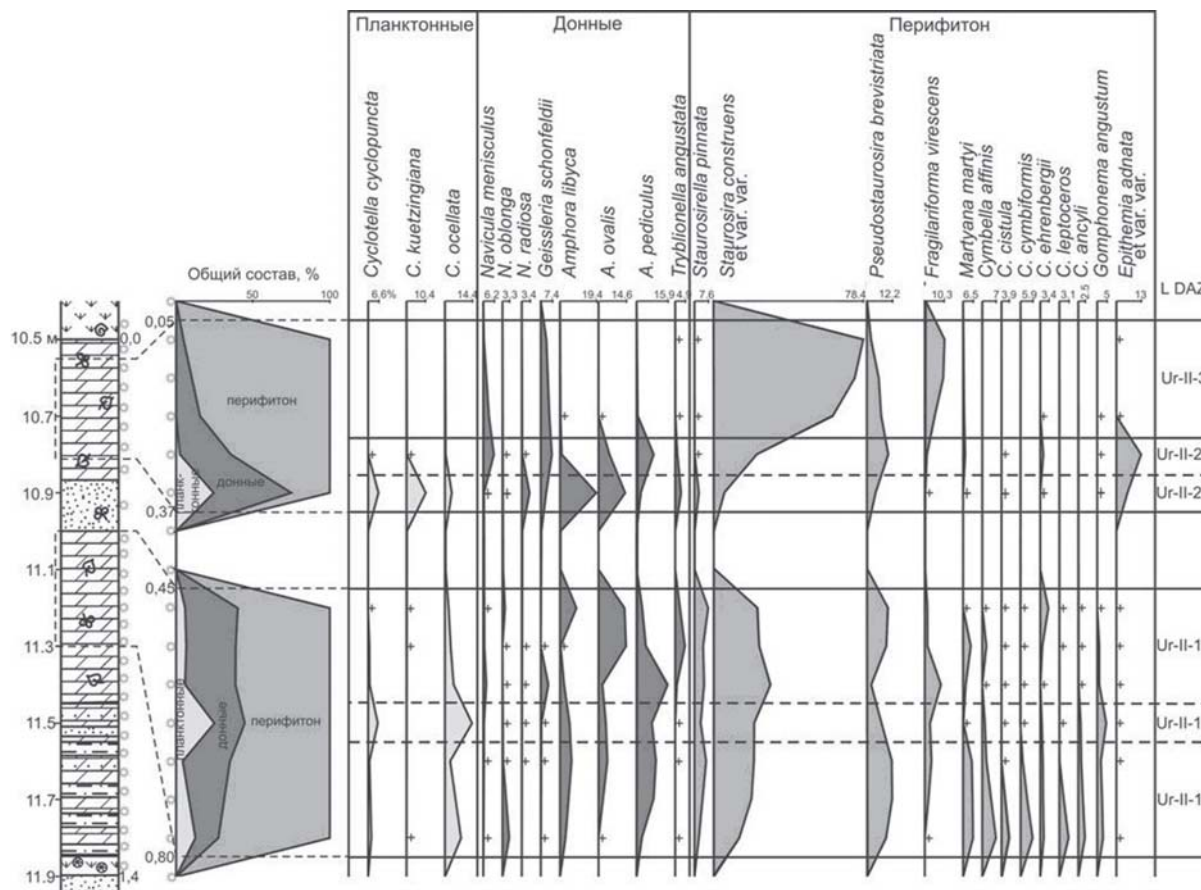


Рис. 3. Диатомовая диаграмма поозерских отложений, вскрытых расчисткой 2-М в разрезе Уручье, г. Минск

Среди донных диатомей относительно высокие показатели обилия имеют *Amphora libyca* (до 19.4 %), *A. ovalis* (до 13.7 %), *A. pediculus* (до 9.2 %), *Geissleria schunfeldii* (до 7.4 %), *Navicula menisculus* (до 6.2 %), *N. radiosa*, *Tryblionella angustata*. В числе эпифитов в данном интервале доминантами являются *Staurosira construens* с разновидностями (до 21.3 %), *Epithemia adnata* et var. *porcellus* et var. *saxonica* (до 13 %) и *Pseudostaurosira brevistriata* (до 10.8 %). В планктоне, наряду с *Cyclotella ocellata* и *C. cyclopuncta*, получил развитие вид *Cyclotella kuetzingiana* (подзона Уг—II—2а).

LDAZ Уг-II-3 *Staurosira* (гл. 0.20—0.05 м) отличается существенным увеличением (до 94.9 %) численности эпифитов, представленных преимущественно *Staurosira construens* с разновидностями (до 78.4 %). Обедненный комплекс диатомей характеризует завершающий мелководный этап в истории изученного палеоводоема.

В целом, диатомовая сукцессия из отложений разреза Уручье по расчистке 2-М (гл. 10.55—11.30 м), представленная как *Fragilariaceae—Amphora—Cyclotella—Amphora—Staurosira—Cyclotella—Staurosira*, отражает условия осадконакопления в небольшом по площади и неглубоком водоеме, с широкой литоралью, занятой высшей водной растительностью, и щелочной реакцией среды.

Сопоставление полученных данных диатомового анализа по расчистке 2-М с аналогичными данными по расчистке 1-М позволяет выявить определенное сходство диатомовых сукцессий. Однако смена диатомовых комплексов, наблюдаемая в расчистке 2-М, характеризует развитие древнего озера, скорее всего, в раннепоозерское время, о чем свидетельствуют находки скелетных остатков северного оленя в отложениях, вскрытых примерно на этом же уровне недалеко от изученной расчистки, а также данные палинологических и палеокарполологических [5] исследований.

Скважиной 1-М, пробуренной примерно в 100 м западнее местонахождения черепа лесного слона, четвертичные отложения представлены супесью светло-серой, гумусированной (2.1—3.0 м); торфом коричневым, слабо разложившимся (3.0—3.7 м); чередованием песка, супеси и суглинка (3.0—15.0 м); мергелем серым, легким, слоистым (15.0—16.3 м).

В отложениях большей части разреза (гл. 3.80—15.0 м) пыльца и споры отсутствовали, либо были встречены лишь в единичных пробах. Состав спектров образцов, взятых из слоя мергеля, характеризуется высоким содержанием пыльцы травянистых растений (до 88.1 %) и незначительным участием пыльцы древесных пород. В группе травянистых растений преобладают *Artemisia* (до 46 %), *Caruophyllaceae* (до 24 %), *Poaceae* (до 17 %), *Alismataceae* (до 11 %), *Polygonum bistorta* L. (до 9 %), *Syringaceae* (до 8 %), *Chenopodiaceae* (до 4 %) и др. Среди древесных пород отмечена пыльца *Pinus* (до 31 %), *Picea* (до 2 %), *Larix* (до 1 %), *Betula pubescens* Ehrh. и *B. pendula* Roth. (до 28 %). Кустарниковые породы представлены пылью *Betula nana* L. и *B. humilis* Schrank (в сумме до 9 %), *Salix*, *Helianthemum* и др. Встреченные пыльцевые зерна некоторых термофильных пород, несомненно, являются переотложенными из более древних межледниковых отложений. Выявленный состав спектров свидетельствует о существовании открытых

безлесных ландшафтов тундрового типа, которые имели место в поозерское время.

В отложениях верхней части разреза (гл. 2.0—3.4 м) пыльца и споры в большом количестве содержались во всех изученных пробах. В составе спектров господствует пыльца древесных пород (до 98.4 %), представленная *Pinus* (до 68 %), *Picea* (до 5 %), *Betula* (до 33 %), *Quercus* (до 8 %), *Ulmus* (до 4 %), *Tilia* (до 3 %), *Alnus* (до 13 %), *Corylus* (до 6 %). В районе исследований в это время произрастали смешанные хвойно-широколиственные леса. Формирование изученных отложений происходило, вероятнее всего, в атлантическом периоде голоцена.

Створки диатомей в скважине 1-М обнаружены только на гл. 15.3—15.7 м. Состав обедненного (69 таксонов) донно-перифитонного комплекса диатомей подтверждает наличие в древнем озере неблагоприятных для развития диатомовых водорослей условий. Доминантами являются главным образом нетребовательные к условиям существования виды *Staurosira construens* (до 32.5 %) и *Pseudostaurosira brevistriata* (до 22.2 %). В качестве субдоминантов в количестве не более 10 % от общего состава выступают *Staurosirella pinnata*, некоторые *Amphora* и *Cymbella*.

Таким образом, результаты палеоботанических исследований свидетельствуют о том, что формирование изученных в местонахождении Уручье отложений происходило на протяжении позднего плейстоцена, включая муравинское межледниковье и поозерское оледенение, а также в голоцене. Выявленный состав спорово-пыльцевых спектров позволил восстановить характер растительных ассоциаций и климатические условия времени обитания древних млекопитающих на территории Беларуси. По данным диатомовых исследований охарактеризованы экологические условия осадконакопления в палеоводоеме, существовавшем на территории Минска в муравинское и раннепоозерское время.

Работа выполнена при поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (проект Х10ГКНТ-003).

Литература

1. Гричук В. П., Зеликсон Э. М., Борисова О. К. Реконструкция климатических показателей раннего кайнозоя по палеофлористическим данным // Климаты Земли в геологическом прошлом. М.: Наука, 1987. С. 69—77.
2. Карабанов А. К., Мотузко А. Н., Писаненко А. Т. и др. Первая находка остатков ископаемого слона рода *Palaeoaloxodon* Matsumoto на территории Беларуси // Докл. НАН Беларуси. 2007. Т. 51. № 4. С. 109—114.
3. Рылова Т. Б., Савченко И. Е. Растительность и климат межледниковых интервалов плейстоцена Беларуси по данным палинологических исследований // Литасфера. 2006. № 1 (24). С. 12—26.
4. Рылова Т. Б., Савченко И. Е., Граношевский В., Винтер Х. Межрегиональная корреляция верхнеприпятских (Upper Wartanian), муравинских (Eemian) и нижнепоозерских (Lower Vistulian) пыльцевых зон Беларуси и Польши // Литасфера. 2008. № 1 (28). С. 64—75.
5. Якубовская Т. В. Геологическая и палеокарпологическая характеристика местонахождения ископаемой фауны Уручье в Минске // Литасфера. 2007. № 2 (27). С. 50—58.

ПАЛИНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕР ТУНДРЫ, ЛЕСОТУНДРЫ И СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ (СЕВЕРНАЯ ЯКУТИЯ)

Л. А. Савельева¹, Д. Ю. Большаянов^{1,2}, У. Херцшух³, П. С. Вахрамеева²,
Б. Бискаборн³, Д. В. Титова¹

¹Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург; savelieval@mail.ru

²Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург; bolshiyannov@aari.nw.ru

³Институт полярных и морских исследований, Потсдам, Германия; Ulrike.Herzschuh@awi.de

В работе представлены результаты палинологических исследований донных отложений озер, расположенных по меридиональному профилю от тундры до северной тайги в районе дельты р. Лены. Определены особенности спорово-пыльцевых спектров осадков озёр из различных растительных зон. Установлено, что спорово-пыльцевые спектры поверхностных проб донных отложений адекватно отражают современную растительность на зональном уровне. Наиболее отчетливые флуктуации в составе спорово-пыльцевых спектров наблюдаются в осадках озера из зоны северной тайги, где удалось выделить шесть палинологических зон и границу перехода от плейстоцена к голоцену.

В последнее десятилетие в северной Якутии ведутся активные исследования, направленные на изучение плейстоценовых и голоценовых отложений с целью выяснения их генезиса, реконструкции изменений палеорастительности и палеоклимата Арктики. В рамках российско-германской экспедиции «Лена 2009» были изучены и отобраны колонки отложений озёр из низовьев реки Лена по меридиональному профилю, пересекающему тундру, лесотундру и северную тайгу.

К настоящему моменту нами получены результаты палинологического изучения донных отложений трех термокарстовых озер. При вычислении процентного участия каждого пыльцевого и спорового таксона за 100 % принята сумма пыльцы наземных растений, за исключением водных и споровых.

Озеро Безрыбное (координаты: 73°11'48.2" с. ш., 124°37'13.0" в. д.), имеющее гляциокарстовое происхождение, расположено в южной части о. Арга-Муора-Сисе дельты р. Лены, в подзоне арктической травяно-кустарничковой моховой и лишайниковой тундры. Мощность вскрытых отложений составляет 108 см. В поверхностной пробе донных отложений соотношение между пыльцой древесно-кустарниковых пород и травянистых растений составляет 50 %. В спектрах преобладает пыльца осоковых (27 %), затем березы (25 %) и ольховника (23 %). Количество пыльцы злаковых составляет 9 %, вересковых — 5 %, ив — 3 %, а полыней и сосен не превышает 1—2 %. Количество всех споровых растений не превышает 4 %. Учитывая тот факт, что дальнезаносная пыльца присутствует в спектрах в незначительном количестве или вовсе отсутствует, а доминирует пыльца осоковых, кустарниковых видов берез и ольховника, можно констатировать, что спорово-пыльцевой спектр поверхностной пробы отражает состав современной растительности вокруг исследуемого озера. Необходимо иметь в виду, что количество споровых растений занижено и не вся травянистая растительность представлена в спектрах. Такие результаты получены при изучении поверхностных проб в дельте р. Лены [1]. Далее вниз по разрезу доминанты и субдоминанты спорово-пыльцевых спектров сохраняются, значительных изменений в их составе не наблюдается. Это может быть связано с быстрым осадконакоплением, которое началось в условиях сформировавшейся к тому моменту современной растительности. Косвенно на это

указывает и присутствие склеенной по пять и более зерен пыльцы березы, осоковых и злаковых. Формирование всей толщи вскрытых осадков происходило в условиях, близких современным.

Озеро Эльгене-Кюеле (координаты: 71°17'39.7" с. ш., 125°33'01.7" в. д.), имеющее эрозионно-термокарстовое происхождение, расположено в низовьях р. Лены между плато Кыстык и краем Чекановского почти на границе южной ерниково-кустарничково-моховой тундры и листовенничной лесотундры. Мощность вскрытых отложений составила 135 см. В спорово-пыльцевом спектре поверхностной пробы количество пыльцы древесно-кустарниковых пород составляет 65 %, среди которой господствует пыльца березы (43 %) и ольховника (20 %), количество пыльцы ив не превышает 2 %, присутствуют единичные зерна пыльцы листовенницы и сосны. Среди трав господствует пыльца осок (13 %) и злаков (11 %), вересковых до 2 %. Количество споровых растений не превышает 5 %. По-видимому, этот спектр отражает условия южной кустарничковой тундры. На протяжении всего времени формирования осадков спорово-пыльцевые спектры меняются слабо. Только отчетливо выраженное появление и исчезновение в спектрах пыльцы листовенницы позволило нам выделить четыре палинологические зоны и установить интервалы потепления и похолодания. Палинозона 1 с максимальным участием пыльцы листовенницы (3—4 %), выделенная в нижней части разреза, фиксирует наиболее благоприятные условия. Формирование вскрытых осадков происходило во второй половине голоцена.

Озеро Сысы-Кюеле (координаты: 69°24'17.5" с. ш., 123°49'40.5" в. д.) расположено на левом склоне долины р. Лены в зоне северной тайги, которая представлена листовеннично-кустарниковым редколесьем. Мощность вскрытых отложений составила 121 см. В спорово-пыльцевом спектре поверхностной пробы 82 % составляет пыльца древесных и кустарниковых пород, среди которой господствует пыльца ольховника (38 %) и березы (34 %). Количество пыльцы ив и сосны не превышает 5 %, а ели и листовенницы — 2 %. Группа трав представлена пыльцой осоковых (7 %), злаковых (6 %), вересковых (3 %), полыни (2 %) и единичными зернами других трав. Абсолютное господство пыльцы кустарниковых форм берез и ольхи, присутствие пыльцы ив, листовенницы и ели, а также относительно низкое участие

пыльцы травянистых растений позволяет сопоставить его с условиями лесотундры или разреженной северной тайги. То есть поверхностный спектр отвечает современным условиям растительности, окружающей озеро. Далее вниз по разрезу изменения в количественных соотношениях между пыльцевыми таксонами позволило выделить на спорово-пыльцевой диаграмме шесть палинозон, на основе которых удалось реконструировать растительность от зоны арктической тундры до лесотундры и северной тайги. Резкая смена спектров, содержащих пыльцу злаковых (65 %), осоковых (20 %), полыней (7 %), маревых (5 %), гвоздичных (3 %) и других травянистых растений, на спектры с высоким содержанием пыльцы берез, ольховника и ивы, позволила зафиксировать границу между плейстоценом и голоценом.

Таким образом, результаты спорово-пыльцевого анализа показывают изменения в составе спектров поверхностных проб донных отложений озёр при движении с севера на юг. Происходит закономерное увеличение пыльцы древесных и кустарниковых пород и уменьшение пыльцы осоковых и злаковых от подзоны арктической тундры, где расположено озеро Безрыбное, до подзоны разреженной северной тайги, где расположено озеро Сысы-Кюеле. Сравнение состава спорово-пыльцевых спектров поверхностных проб донных отложе-

ний с современной растительностью позволяет сделать вывод об адекватном отражении растительности в них на зональном уровне. На основе сравнительного анализа палинологических данных, полученных для озер из разных растительных зон, можно отметить тот факт, что наиболее отчетливые флуктуации в составе спорово-пыльцевых спектров наблюдаются в осадках озера Сысы-Кюеле из подзоны северной тайги, где удалось выделить 6 палинологических зон и границу перехода от плейстоцена голоценому. На такое разнообразие спектров и палинозон несомненно оказывают влияние такие факторы, как происхождение, время существования и морфометрия озёр.

Работа выполнена при поддержке научно-исследовательского гранта российско-германской лаборатории полярных и морских исследований О. Ю. Шмидта (№ OSL-10-22), гранта Правительства РФ № 11G34.31.0025.

Литература

1. Савельева Л. А., Морозова Е. А., Большаянов Д. Ю. и др. Первые результаты исследования спорово-пыльцевых спектров поверхностных проб в дельте реки Лены // Заповедники Российской Арктики: проблемы и пути решения: Материалы Всеросс. науч.-практич. конф. М.: ПРИНТКОМ, 2010. С. 117—121.

ОСОБЕННОСТИ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИХ РЕКОНСТРУКЦИЙ БОЛЬШИХ И МАЛЫХ ОЗЕР В ПОЗДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ—ГОЛОЦЕНЕ

Т. В. Сапелко

Институт озероведения РАН, Санкт-Петербург; tsapelko@mail.ru

На основании палинологического изучения малых озер Карельского перешейка и больших озер прошлого (Балтийское ледниковое озеро и Анцилово озеро), а также современных больших озер Ладожское и Псковско-Чудское выявлены особенности их палинологических реконструкций на рубеже позднего плейстоцена и голоцена. Установлена необходимость учета этапа развития озера в рассматриваемый период при палинологических реконструкциях малых озер.

Результаты комплексного палеолимнологического изучения больших и малых озер позволяют говорить о разнице в их происхождении, развитии, особенностях осадконакопления. Существенные различия мы наблюдаем и в палинологических реконструкциях. Палиноспектры малых озер отражают условия развития растительности на региональном уровне, а палиноспектры больших озер — на зональном уровне. Однако следует учитывать, что на разных этапах своего развития малые озера могли существовать как часть более крупных водоемов или превращаться в болота. А палиноспектры болот, как мы знаем, это уже локальный уровень.

Карельский перешеек является идеальным регионом для изучения особенностей палинологических реконструкций больших и малых озер. Всего на территории Карельского перешейка в позднем плейстоцене и голоцене существовало три больших озера: Балтийское ледниковое озеро (БЛО), Анцилово озеро и Ладожское озеро. Ладожское озеро на протяжении рассматриваемого периода было частью и Балтийского ледникового озера и Анцилового озера. Наиболее крупным являлось БЛО, не-

много меньшим по площади — Анцилово и еще меньше — Ладожское озеро. В голоцене климат становится теплее, снижается общая обводненность территории. Соответственно снижается озерность территории.

Малые озера Карельского перешейка можно разделить на те, которые в течение голоцена были частью таких больших озер, как БЛО, Анцилово или Ладожское. Другая группа озер никогда не заливалась этими крупными водоемами и развивалась самостоятельно. Обычно подобные озера небольших размеров, слабопроточные и находятся на довольно высоких абсолютных отметках над уровнем моря.

Примером озер, возникшим после изоляции от крупных бассейнов, являются такие озера Карельского перешейка, как, например, Вишневское, Красное, Суури, Мянтылампи, Узловое. В этих озерах отчетливо выделяются отложения крупного водоема, над которыми лежит переходный горизонт, сформировавшийся в период изоляции, и выше илы, отлагавшиеся в изолированном озере [4]. Палиноспектры нижней части колонок донных отложений (сформированных в то время, когда

Корреляция палинологических данных по двум группам озер Карельского перешейка на границе плейстоцена и голоцена

	Климатические периоды Блитга-Сернандера	Климатические периоды	Малые озера			Большие озера (часть БЛО)		
			Медведевское (60°31,9', 29°54,1'), 102.2 м	Пасторское (60°13,7', 30°02,4'), 76.6 м	Милчуриновское (60°31', 29°59'), 94 м	Красное (60°34,9', 29°40,5'), 16 м	Мянттолампи (61°08', 29°55'), 11.8 м	Вишневецкое (60°30,8', 29°33), 16.7 м
			[9]	[9]	[1]	[6]	[2]	[5]
PВ	Пребореальный	Прохладный, сухой	Betula-Pinus- Cyperaceae- Artemisia	Pinus-Betula-Alnus	Betula nana – Pinus-Alnus	Betula-Pinus		Betula-Pinus- Poaceae
DR3	Субарктический	Холодный, сухой	Artemisia- Chenopodiaceae- Cyperaceae- Betula nana	Artemisia-Betula- Chenopodiaceae- Cyperaceae	Artemisia-Betula nana- Bryales	Pinus-Betula- herbs	Betula-Alnus glut.-Artemisia	Betula – Artemi- sia – Alnus
AL		Прохладный, влажный	Pinus-Betula- Artemisia	Pinus-Betula- Artemisia				

Примечание. Для каждого озера указаны координаты и высота над уровнем моря.

озера были частью более крупных водоемов) указанного типа озер содержат, как правило, большое количество пыльцы древесных пород. Количество пыльцы термофильных видов часто бывает довольно высоким. Обычно это объясняют переотложением. В целом, такие спектры показывают более теплые и благоприятные условия развития растительности для относительно холодных и сухих периодов (для позднеледникового периода) и менее теплые для теплых и влажных (для атлантического периода). Так, озеро Вишневецкое было частью двух больших озер, БЛО и Анцилового озера [5], но в течение всего атлантического периода развивалось как самостоятельный водоем [7]. Поэтому для позднеледниковья и бореального периода мы реконструируем растительность на зональном уровне, учитывая очень большую площадь водосборов на то время. В атлантический же период, в отличие, например, от Узлового озера [8], которое в этот период было частью Ладожского, по палинологии озера Вишневецкого мы можем судить о растительном покрове Карельского перешейка.

Озерами, развивавшимися в позднеледниковье и на протяжении всего голоцена автономно, являются, например, Медведевское, Пасторское [9], Мичуринское [3]. Озера расположены на Центральной возвышенности Карельского перешейка с абсолютными отметками выше 70 м над уровнем моря и не заливавшейся водами БЛО. Не были они и частью других крупных водоемов, существовавших в дальнейшем в течение голоцена. Реконструкция растительного покрова в данном случае показывает холодный и сухой климат. Условия для развития растительности менее благоприятные, чем это показывают спектры, например, озер Вишневецкое, Красное, Мянтьюламп и других для данного периода. Наиболее очевидно эти различия проявляются на рубеже плейстоцена и голоцена (см. таблицу). Все результаты приведенных палинологических анализов подтверждены данными других анализов и датированы радиоуглеродным методом.

Для понимания процессов, происходивших в древних озерах, были проведены также палинологические исследования современных больших озер, таких как Ладожское, Псковско-Чудское. На основании выявленных закономерностей палиноспектров мы можем судить об особенностях палинологии больших озер прошлого.

По-разному в палиноспектрах больших и малых озер отражаются и антропогенные факторы. Как показывают наши исследования, начало заселения прибрежных территорий озер можно зафиксировать по палиноспектрам малых озер. С помощью изменений в группе древесных пород, по увеличению трав в общем составе, по появлению рудеральных видов или культурных злаков можно проследить динамику антропогенного воздействия в течение всего периода существования озера. Однако при интерпретации результатов и тут необходимо учитывать, развивалось ли озеро в изучаемый период как самостоятельный водоем или было частью более крупного озера. Как показывают палинологические исследования современных больших озер, антропогенные изменения в развитии растительности начинают проявляться лишь при сильной антропогенной нагрузке. Влияние человека на ранних этапах заселения берегов не отражается в палиноспектрах больших озер.

На основании всех полученных данных палинологии больших и малых озер можно выделить особенности

палиноспектров больших озер:

- отражают зональный тип растительности;
- хорошо отражают глобальные изменения климата;
- не отражают небольших и непродолжительных колебаний климата;
- слабо отражают антропогенное воздействие (практически до техногенного периода).

Особенности палиноспектров малых озер:

- отражают региональный тип растительности;
- при подробном изучении фиксируют даже незначительные климатические колебания;
- хорошо отражают всю динамику антропогенного воздействия на протяжении существования озера (как самостоятельного водоема).

Учитывая все вышеизложенное, необходимо с осторожностью относиться к интерпретации палинологических результатов донных отложений озер и учитывать на каком этапе развития находился водоем в рассматриваемый период.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы ОНЗ-12 Российской академии наук (2009—2011 гг.) и РФФИ, проект № 10-05-00412-а.

Литература

1. Субетто Д. А., Давыдова Н. Н., Хомутова В. И. Палеолимнология озер Вишневецкого и Мичуринского (Карельский перешеек) // Антропогенные изменения экосистемы малых озер (причины, последствия, возможности управления): Материалы Всес. совещ. Кн. 2. СПб.: Гидрометеиздат, 1991. С. 195—198.
2. Клеймёнова Г. И., Вишневецкая Е. М., Севастьянов Д. В., Латышева Н. М. Новые данные по палеогеографии и палеоэкологии северо-западного Приладожья // Длительные изменения и современное состояние ландшафтов Приладожья. СПб.: Изд-во СПбГУ, 1995. С. 80—89.
3. Субетто Д. А., Давыдова Н. Н., Вольфарт Б., Арсланов Х. А. Лито-, био- и хроностратиграфия озерных отложений Карельского перешейка на границе позднего плейстоцена-голоцена // Изв. РГО. 1999. Т. 131. Вып. 5. С. 56—69.
4. Субетто Д. А. Донные отложения озер: палеолимнологические реконструкции. СПб.: Изд-во РГПУ, 2009. 339 с.
5. Arslanov Kh., Saveljeva L. A., Gey N. A., Klimanov V. A. et al. Chronology of vegetation and paleoclimatic stages of north-west Russia during the Late Glacial and Holocene // Radiocarbon. 1999. № 41. P. 25—45.
6. Davydova N. N., Subetto D. A., Khomutova V. I., Pushenko M. Ya. Palaeohydrological and palaeoclimatic changes recorded at lakes Krasnoye and Mentilampi, Karelian Isthmus, Russia // Palaeoclimate research. 1998. Vol. 25. Special issue 17. P. 19—35.
7. Davydova N. N., Subetto D. A., Khomutova V. I., Sapelko T. V. Late Pleistocene-Holocene paleolimnology of three North-Western Russian lakes // J. of paleolimnology. 2001. V. 26. № 1. P. 37—51.
8. Sapelko T., Subetto D., Gerasimov D. et al. Paleolimnology and Paleoenvironments of Lake Uzlovoye (Lake Ladoga Region, NW Russia) // Man and environment in boreal forest zone: past, present and future: Abstracts of the Conference. Moscow: Inst. of Geography RAS, Inst. of Ecology and Evolution RAS, 2008. P. 85—87.
9. Subetto D. A., Wohlfarth B., Davydova N. N. et al. Climate and environment on the Karelian Isthmus, north-western Russia, 13 000–9 000 cal. Yrs BP // Boreas. 2002. Vol. 31. P. 1—19.

ПРОБЛЕМЫ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ ИЗ ПЛИОЦЕН—ЭОПЛЕЙСТОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ТАМАНСКОГО ПОЛУОСТРОВА

А. Н. Симакова

Геологический институт РАН, Москва; *simak2001@mail.ru*

Получены палинологические характеристики, из плиоцен-эоплейстоценовых отложений местонахождений Богатыри/Синяя Балка, Родники и Тиздар, на территории Таманского полуострова. При интерпретации пыльцевых данных необходимо учитывать, что Таманский полуостров является территорией развития грязевого вулканизма и в пыльцевых спектрах в больших количествах содержится пыльца и фитопланктон из более древних отложений.

Территория Таманского полуострова характеризуется широким распространением различных форм и типов грязевых вулканов. Проведены палинологические исследования разрезов Богатыри/Синяя Балка, Родники 1, Родники 2 и Тиздар, расположенных на северном побережье Таманского полуострова в пределах активной тектонической зоны. Разрезы Богатыри/Синяя Балка и Родники 2 являются раннепалеолитическими стоянками, а местонахождение Синяя Балка — стратотипом таманского фаунистического комплекса [4, 10]. Возраст отложений разреза Тиздар определяется как позднелистоценовый, а отложений Богатыри/Синяя Балка и Родники как эоплейстоценовый [2].

В разрезе Богатыри/Синяя Балка выделяется три слоя — базальный с большим количеством обломочно-го материала (0.4–0.9 м), подстилаемый глинистыми отложениями; песчаный слой с прослоями щебнисто-галечного материала (2 м) и костеносная брекчия (>1.5 м) [6] (рис. 1).

В пыльцевых спектрах базальной части стоянки Богатыри доминирует пыльца сосен, присутствует пыльца

Ulmus и *Betula*. Встречены единичные зерна *Tsuga*, *Picea*, *Abies*, *Quercus*, *Salix*, *Corylus*, *Carpinus*. Среди трав доминирует пыльца *Asteraceae*, *Chenopodiaceae* и *Plumbaginaceae*. Реконструируются лесостепные и степные ландшафты, в которых на водоразделах доминировали разнотравно-маревые ценозы, а по долинам рек произрастали сосново-мелколиственные леса с участием широколиственных пород.

В спектрах, полученных из прослоев с гравием песчаного слоя, единично присутствует пыльца *Tsuga*, *Abies*, *Picea*. Лиственные породы представлены зернами *Betula*, *Alnus*, *Salix*, *Ulmus*, *Celtis*, *Juglans*. В травянистой группе доминирует пыльца *Asteraceae* и *Chenopodiaceae*.

В спорово-пыльцевых спектрах из костеносной брекчии раскопа фиксируется наибольшее количество перетолженной пыльцы (*Pinaceae*, *Podocarpus*, *Cedrus*, *Engelhardtia*, *Carya*, *Platycarya*). В спектрах доминирует пыльца сосен. Встречена пыльца *Tsuga*, *Taxodiaceae*/*Cupressaceae*, *Abies*, *Ulmus pumila*, *U. suberosa*, *U. foliaceae*, *Juglans*, *Pterocarya*, *Fagus*, *Tilia*. Присутствуют динофлагеллаты, характерные для мелководных солоноватоводных бассейнов.

В спектрах полученных из седиментационного заполнения костей доминирует пыльца сосен. Единично присутствует пыльца *Abies*, *Picea*, *Taxodiaceae*. Среди широколиственных пород доминирует пыльца *Ulmus*, *Juglandaceae*. Встречены единичные зерна *Pistacia*, *Fagus*, *Acer*, *Alnus*. Травы представлены зернами *Artemisia*, *Asteraceae*, *Chenopodiaceae*, *Roaceae*. Количество перетолженной пыльцы в спектрах из седиментационного заполнения костей резко сокращается, исчезают динофлагеллаты. Пыльцевые данные указывают на распространение ореховых и вязовых лесов без подлеска и смешанных лесов по долинам и балкам, однако оценить степень залесенности территории в целом затруднительно.

Местонахождение Родники (Родники 1 и Родники 2) находится рядом с местонахождением Богатыри/Синяя Балка примерно в 100 м к западу от него на высоте 25–30 м над уровнем моря (рис. 2). Выделяется три пачки отложений — делювиальные супеси, пески (8–10 м), базальный грубообломочный материал с серым песком в качестве заполнителя (1 м).

Базальные горизонты в местонахождениях Родники 1 и 2 (подстилающие песчаные толщи) коррелируются по составу пыльцевых спектров между собой и с базальным горизонтом Богатыри/Синяя Балка. Отмечается сокращение пыльцы хвойных, резкое увеличение пыльцы вяза, ореховых, маревых и астровых.

Глинистые отложения темно серого цвета имеют широкое распространение на Таманском полуострове.

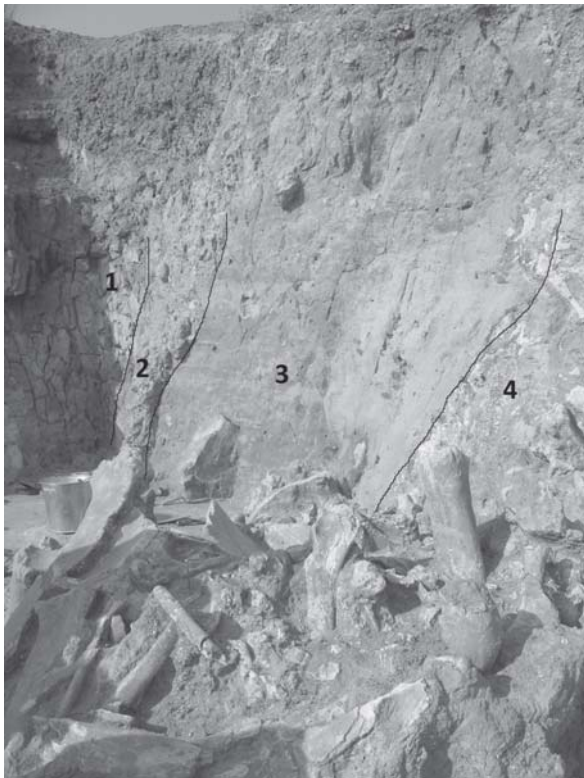


Рис. 1. Богатыри/Синяя Балка.

1 — плиоценовые глины; 2 — базальный горизонт; 3 — пески; 4 — костеносная брекчия

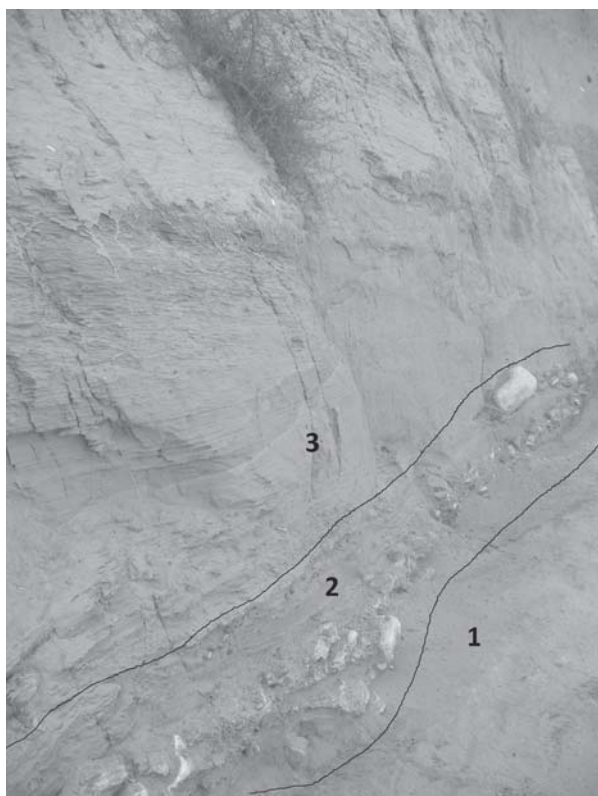


Рис. 2. Родники 2.

1 — плиоценовые глины; 2 — базальный горизонт; 3 — пески

Они подстилают базальные слои в разрезах Синяя балка, Родники, встречаются в виде прослоев в верхней части разреза Тиздар и глинисто-суглинистых прослоев в средней его части.

Спектры, полученные из плиоценовых глин из местонахождения Синяя балка, обнажения Родники и глинистых прослоев разреза Тиздар содержат зерна *Acacia*, *Sequoia*, *Cedrus*, *Engelhartia*, *Platicarya*,

Pterocarya, *Tilia caucasica*, *Fagus* и др. Такой состав пыльцы характерен для миоценового и раннеплиоценового возраста [1, 3, 5]. Также в этих отложениях встречен смешанный палеоген-неогеновый комплекс динофлагеллат — *Deflandrea phosphoritica*, *Impagidinium polidium*, *Operculodinium* spp., *Operculodinium* cf. *centrocarpum* *Gonyaulax digitale*, *Galeoacysta etrusca*, *Spiniferites* spp., *Achomosphaera andalusiense*, *Systematosphora* spp., *Hystrichosphaeropsis obscura*, *Systematofora placacantha*, *Impagidinium* spp., *Homotrybium* spp., *Wetzeliiella* spp. Так *Deflandrea phosphoritica* и *Wetzeliiella* spp. исчезают в отложениях раннего миоцена, а *Hystrichosphaeropsis obscura* — в позднем миоцене [5, 7, 9, 11]. Первое появление *Achomosphaera andalusiense* отмечается примерно 13 млн лет назад, а появление *Galeoacysta etrusca* зафиксировано примерно 8 млн лет назад [8].

Ниже лежащие пески разреза Тиздар имеют более бедный комплекс (рис. 3).

Пыльца деревьев представлена зернами *Tsuga*, *Picea*, *Pinus*, *Fagus*, *Carpinus*, *Ulmus*, *Carya*, *Liquidambar*. Резко возрастает количество пыльцы трав (до 60%), в основном маревых и астровых.

Очевидно, что глинистые диапиры и прослои содержат значительное количество переотложенной разновозрастной пыльцы и фитопланктона и были сформированы в результате грязевого вулканизма.

В плиоцен — эоплейстоценовое время на территории доминировали лесостепные ландшафты, представляющие собой сочетание луговых степей и хвойно-широколиственных лесов.

Заметные отличия в составе спектров из костного материала и вмещающей толщи указывают на вторичное захоронение костных остатков млекопитающих брекчии в разрезе Богатыри/Синяя Балка.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта РФФИ — 09-0500307 а.



Рис. 3. Верхняя часть обнажения Тиздар

Литература

1. Ананова Е. Н. Пыльца в неогеновых отложениях юга Русской равнины. Л., 1974. 197 с.
2. Додонов А. Е., Тесаков А. С., Симакова А. Н. Таманское местонахождение фауны млекопитающих Синяя Балка: новые данные по геологии и биостратиграфии // Ранний палеолит Евразии: новые открытия: Материалы международной конференции Краснодар-Темрюк. Ростов-на-Дону, 2008. С. 53–57.
3. Шекина Н. А. История флоры и растительности юга Европейской части СССР в позднем миоцене-раннем плиоцене. Киев: Наукова Думка, 1979. 196 с.
4. Шелинский В. Е., Додонов А. Е., Байгушева В. С. и др. Раннепалеолитические памятники Таманского полуострова (Южное Приазовье) // Древнейшие обитатели Кавказа и расселение предков человека в Евразии. Санкт-Петербург, 2010. С. 11–47.
5. Филиппова Н. Ю. Микрофитологическая характеристика позднего миоцена-раннеплиоценовых отложений опорного разреза северо-восточного Причерноморья (Тамань). Современные проблемы палеофлористики, палеофитогеографии и фитогеографии. М.: Геос, 2005. С. 332–343.
6. Шелинский В. Е., Додонов А. Е., Байгушева В. С. и др. Раннепалеолитические местонахождения на Таманском полуострове (Южное Приазовье) // Ранний палеолит Евразии: новые открытия: Материалы международной конференции Краснодар-Темрюк. Ростов-на-Дону, 2008. С. 21–28.
7. A Stratigraphic Index of Dinoflagellate Cysts. British Micropaleontology Society series. The Univ. Press. Cambridge, 1992. P. 300.
8. Magyar I., Geary D. H., Muller P. Paleogeographic evolution of the Late Miocene Lake Pannon in Central Europe // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 1999. V. 147. № 3. P. 151–167.
9. Munsterman D. K. & Brinkhuis H. A southern North Sea Miocene dinoflagellate cyst zonation. Netherlands Journal of Geosciences // Geologie en Mijnbouw 2004. 83 (4): P. 267–285.
10. Shchelinsky V. E., Dodonov A. E., Baigusheva V. S. et al. Early Palaeolithic sites on the Taman Peninsula (Southern Azov Sea region, Russia): Bogatyri/Sinyaya Balka and Rodniki // Quaternary International, 2010. 223–224. P. 28–35.
11. Warny S. A., Wrenn J. H. Upper Neogene dinoflagellate cyst ecostratigraphy of the Atlantic coast of Morocco // Micropaleontology, 2002. Vol. 48. № 3. P. 257–272.

ИЗМЕНЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ КУРИЛЬСКИХ ОСТРОВОВ В ГОЛОЦЕНЕ ПО ДАННЫМ ПЫЛЬЦЕВЫХ ЛЕТОПИСЕЙ В ОСАДКАХ ОЗЕР

Т. Б. Соломаткина¹, А. В. Ложкин¹, П. М. Андерсон²

¹Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт ДВО РАН, Магадан; *palynolog@neisri.ru*

²Центр четвертичных исследований, Вашингтонский университет, Сиэтл, США

Впервые в рамках Курильского Биоконплексного Проекта проведены исследования северных и южных Курильских островов. Выявлены особенности озерного осадконакопления на прибрежных равнинах и получены пыльцевые летописи и возраст озерных осадков Курил.

Остров Парамушир

При исследовании осадков оз. Пернатое на п-ве Васильева (50°02' с. ш., 155°23' в. д.; абс. отм. 20 м), южной оконечности о. Парамушир, получена первая непрерывная озерная пыльцевая летопись изменений климата и растительности на севере Курильского архипелага в голоцене (рис. 1).

Осадки в центральной части озера:

0–427 см – алеврит серый с высоким содержанием разнозернистого песка и горизонтальными прослоями (15–30 см) тонкого черного песка;

427–669 см – алеврит темно-серый до черного с прослоями тефры (535, 560–561 см);

669–695 см – торф черный.

Радиоуглеродные датировки в интервале 10000 ± 40–2180 ± 40 л. н. показывают, что начало накопления осадков, вскрытых скважинами в оз. Пернатое, относится к раннему голоцену.

В период, сопоставляемый с бореальным и атлантическим периодами голоцена, происходит повышение уровня моря и образование лагуны. Верхняя граница лагунных осадков на глубине 427 см отвечает макси-

альному подъему уровня моря в голоцене: 6370 ± 50 л. н. (юго-западное побережье о. Карагинский), 6390 ± 50 л. н. (юго-восточное Приморье).

Значительная примесь песка в серых озерных алевритах является отражением формирования на охотском и тихоокеанском берегах о. Парамушир около 5–4 тыс. л. н. сравнительно обширных дюнных полей.

Палинологический анализ осадков позволяет выделить пять пыльцевых зон.

Пыльцевая зона P2 с радиоуглеродными датировками 8790–8160 л. н. показывает первые пики пыльцы кедрового стланика и ольховника и отражает растительность, развивавшуюся в течение существенного потепления климата на севере Курильской гряды в начале голоцена.

Радиоуглеродные датировки и реконструкция растительного покрова зоны P3 свидетельствуют о дальнейшем потеплении климата и позволяют сопоставить эту зону с атлантическим периодом голоцена.

Таким образом, комплексное исследование осадков оз. Пернатое показало цикличность его развития, вызванную изменениями климата. С климатическим опти-

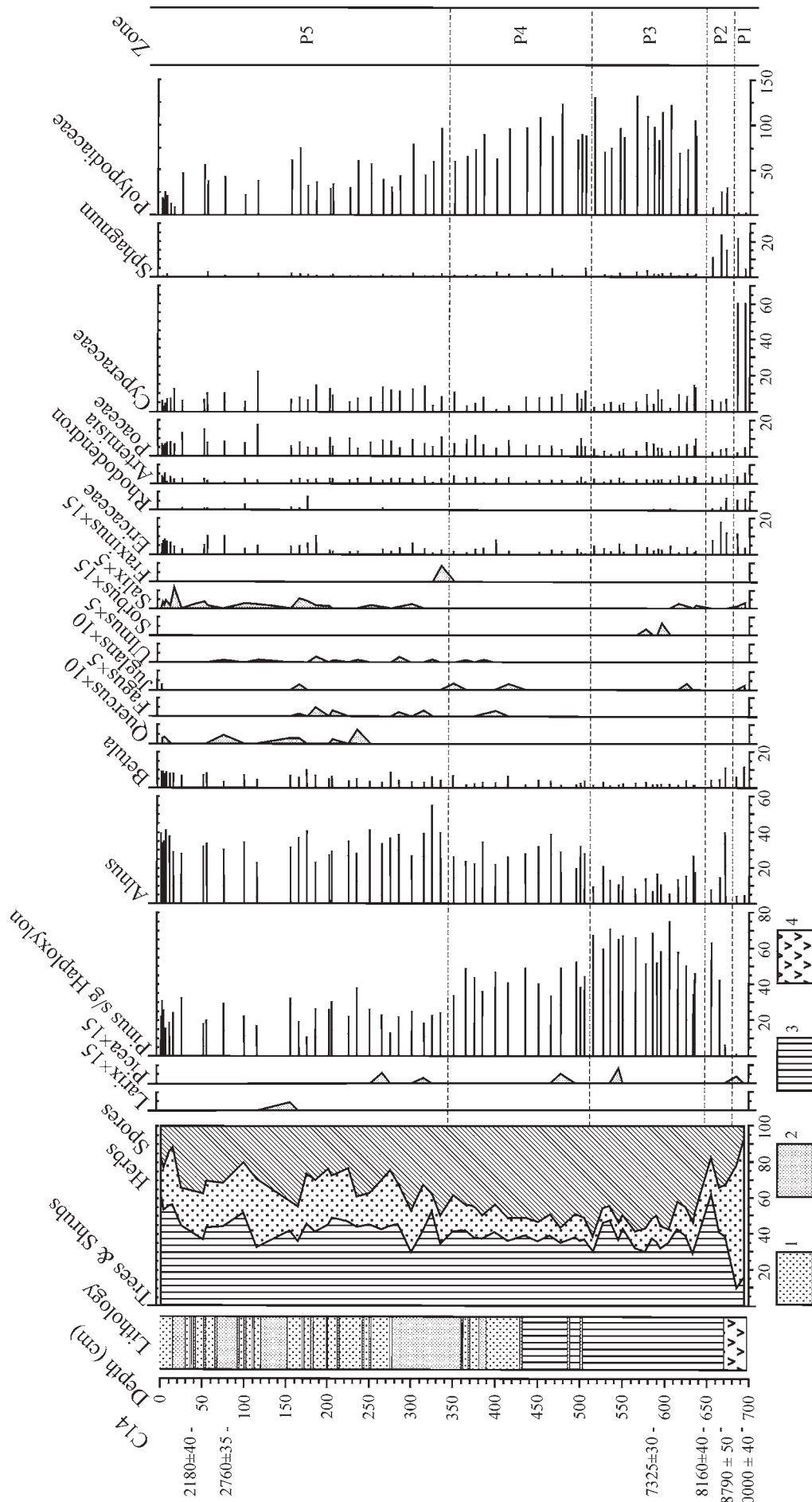


Рис. 1. Спорово-пыльцевая диаграмма осадков оз. Пернатое

мумом голоцена совпадает повышение уровня моря и формирование лагуны. С похолоданием климата на границе атлантического и суббореального периодов голоцена связаны осушение участков подводного склона и активизация эоловых процессов.

Остров Кунашир

Палинологические исследования и радиоуглеродное датирование осадков озер на о. Кунашир и о. Итуруп позволяют получить информацию об изменении климата и растительности на юге Курильского архипелага в течение голоцена

Отобраны керны осадков оз. Глухое на юго-восточной оконечности Серноводского перешейка о. Кунашир (43°54' N, 145°38' E, абс. отм. 10 м). Осадки мощностью 564 см представлены алевритом с обилием мелких остатков водных растений, прослоями торфа и песка. Датировки по радиоуглероду: 5950 ± 35 л. н. на глубине 393 см, 1150 ± 40 л. н. на глубине 139–141 см. Их экстраполяция с учетом скорости накопления осадков и их уплотнения на глубине показывают, что осадки в озере формировались в течение 8,5 тыс. лет.

На спорово-пыльцевой диаграмме осадков оз. Глухое выделяется шесть пыльцевых зон (рис. 2).

Зона 1 (8500–7200 л. н.) – развитие березово-дубовых лесов с ольховником и значительным участием кедрового стланика. Относительно невысокое содержание в спектрах нижней части зоны пыльцы *Quercus* может отражать реакцию растительного покрова на похолодание климата на границе бореального и атлантического периодов голоцена.

Зона 2 (7200–5200 л. н.) соответствует распространению широколиственных лесов и отражает климатический оптимум атлантического периода голоцена.

Зона 3 (5200–2040 л. н.) – господство широколиственных лесов с участием хвойных в климатический оптимум суббореального периода.

Зона 4 (2040–775 л. н.) – роль широколиственных пород деревьев в составе лесов уменьшается, но возрастает роль березы.

Зона 5 (775–150 л. н.) – развитие темнохвойных лесов с дубом, вязом, орехом, кленом.

Зона 6 (150 л. н. – современность) – лесная растительность на склонах вокруг оз. Глухое.

Остров Итуруп

Наибольшие мощности осадков установлены в озерах о. Итуруп.

В оз. Малое (900×350 м) на Куйбышевском перешейке в 1 км от берега Охотского моря (45°05' N, 147°41' E, абс. отм. 10 м), поднят керн длиной 1541 см, представленный алевритом с остатками водных растений, прослоями песка и раковинами моллюсков. 1112–1541 см – алеврит со значительной примесью песка и прослоями раковин.

Радиоуглеродные датировки характеризуют осадки на глубине 498 см – 3995 ± 35 л. н., 212 см – 2840 ± 30 л. н. и 75 см – 385 ± 35 л. н. Экстраполяция датировок показывает, что нижний слой осадков формировался около 12330 л. н.

Спорово-пыльцевая диаграмма осадков оз. Малое включает пять пыльцевых зон (рис. 3).

Зона 1 (12330–8600 л. н.) отражает развитие елово-березовых лесов с участием *Abies*, *Quercus*, *Ulmus*, *Juglans*, *Fagus*, *Fraxinus*, сообществ кедрового стланика и ольховника.

Зона 2 (8600–6600 л. н.) – распространение березово-широколиственных лесов в период, сопоставляемый с бореальным периодом голоцена и климатическим оптимумом атлантического периода.

Зона 3 (6600–3300 л. н.) сопоставляется с заключительными фазами атлантического и первой половиной суббореального периода голоцена. Спектры зоны показывают существенно возросшую роль березы в строении лесных сообществ.

Зона 4 (3300–385 л. н.) характеризует березово-широколиственные и лиственничные леса в период, отвечающий концу суббореального и субатлантического периода голоцена.

Зона 5 (385 л. н. – современность) – березовые и лиственничные леса с ольховником и кедровым стлаником, доминирующие в настоящее время на Куйбышевском перешейке и окружающих его горных склонах.

Последовательная смена спорово-пыльцевых спектров, аналогичная пыльцевой характеристике осадков оз. Малое, устанавливается в осадках оз. Касатка (2400×500 м) вблизи тихоокеанского берега Куйбышевского перешейка (45°00' N, 147°43' E, абс. отм. 2 м), в центре озера на глубине 3 м поднят керн длиной 892 см, представленный алевритом с обилием водных растений, прослоями песка и раковинами моллюсков.

На глубине 259 см получена радиоуглеродная датировка 2590 ± 45 л. н.

Оз. Касатка

Палинологический анализ позволяет выделить в осадках оз. Касатка 5 пыльцевых зон (рис. 4).

Зона КА-1 (892–700 см) сопоставляется с пыльцевой зоной 1 в осадках оз. Малое и также отражает развитие елово-березовых лесов, включавших широколиственные породы деревьев.

В течение периода, соответствующего бореальному, атлантическому и суббореальному периодам голоцена, на тихоокеанском побережье о. Итуруп доминировали *Betula–Quercus–Alnus* леса с участием *Picea*, *Larix*, *Taxus*, *Pinus pumila*, *Ulmus*, *Juglans*, *Fraxinus*, *Acer*, *Magnolia*.

Таким образом, пыльцевые летописи, установленные в осадках озер о-в Кунашир и Итуруп показывают одинаковую последовательность климатических изменений в течение голоцена. В отличие от доминировавших на о. Кунашир в голоцене широколиственных и хвойно-широколиственных лесов на более северном о. Итуруп растительность была представлена березово-широколиственными, березовыми и березово-лиственничными лесами.

Исследования проведены при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований ДВО РАН 09-1-ОНЗ-11, Национального научного фонда США (проект ARC-0508109).

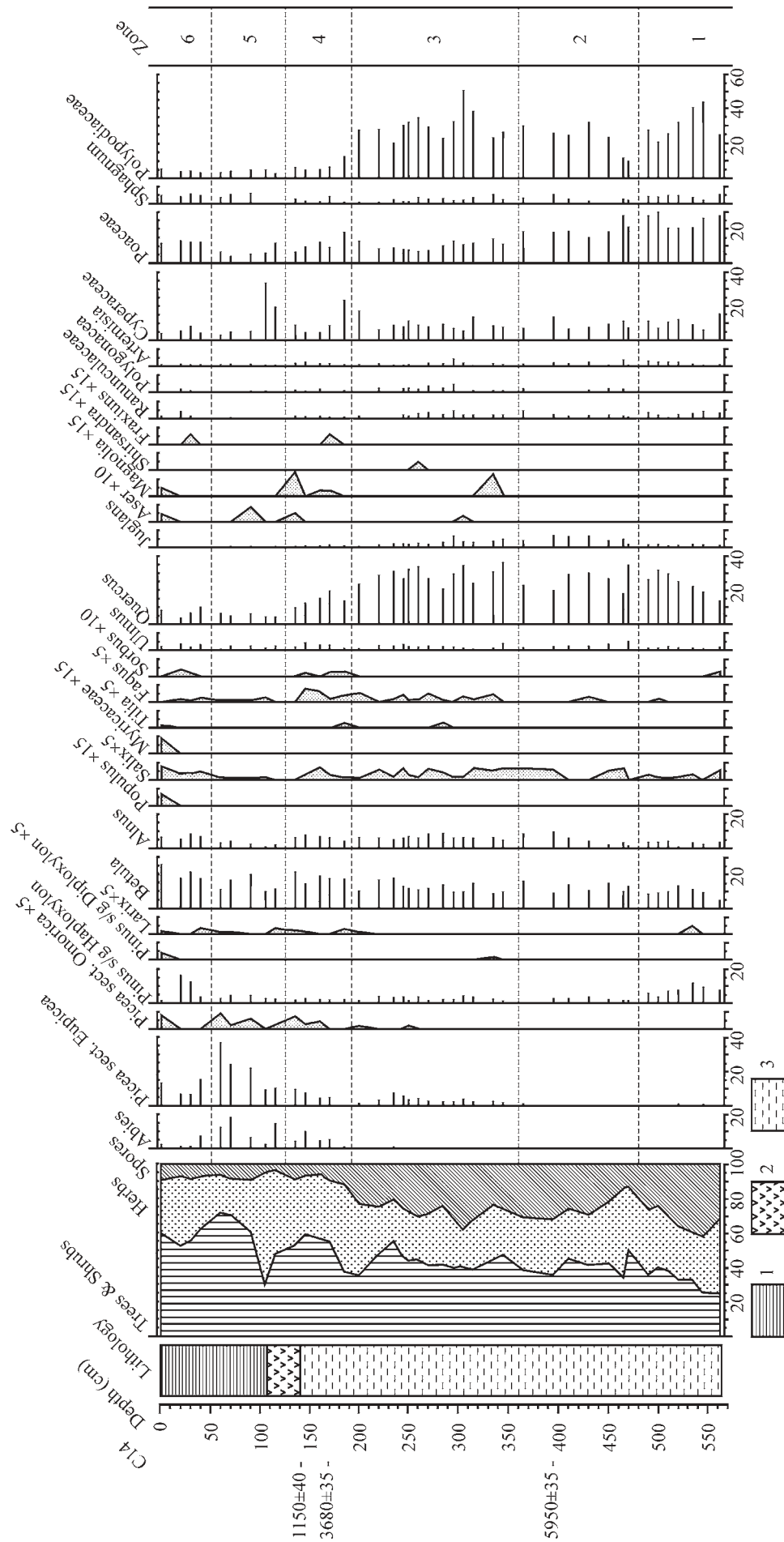


Рис. 2. Сторово-пыльцевая диаграмма осадков оз. Глухое

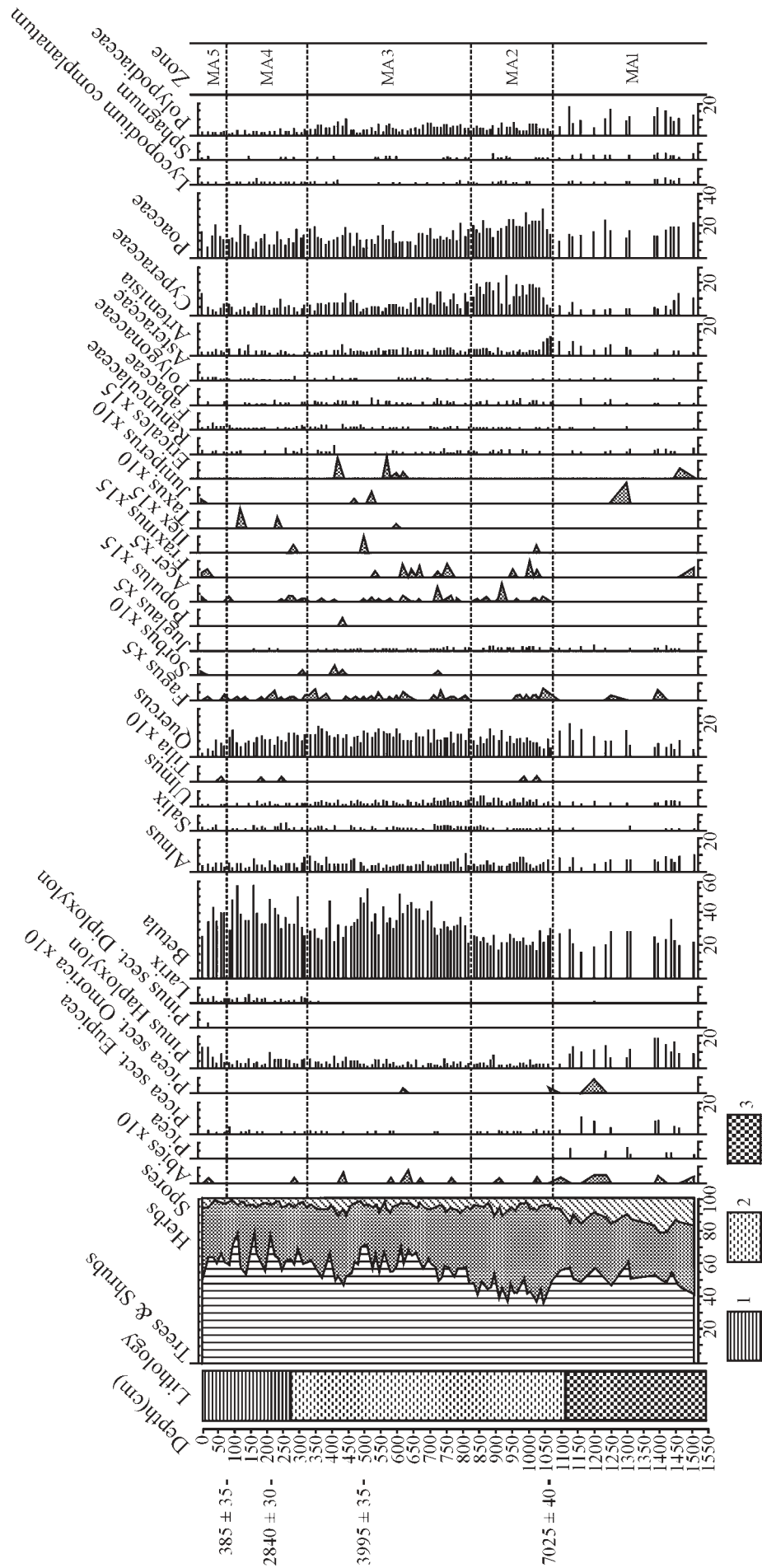


Рис. 3. Спорово-пыльцевая диаграмма осадков оз. Малое

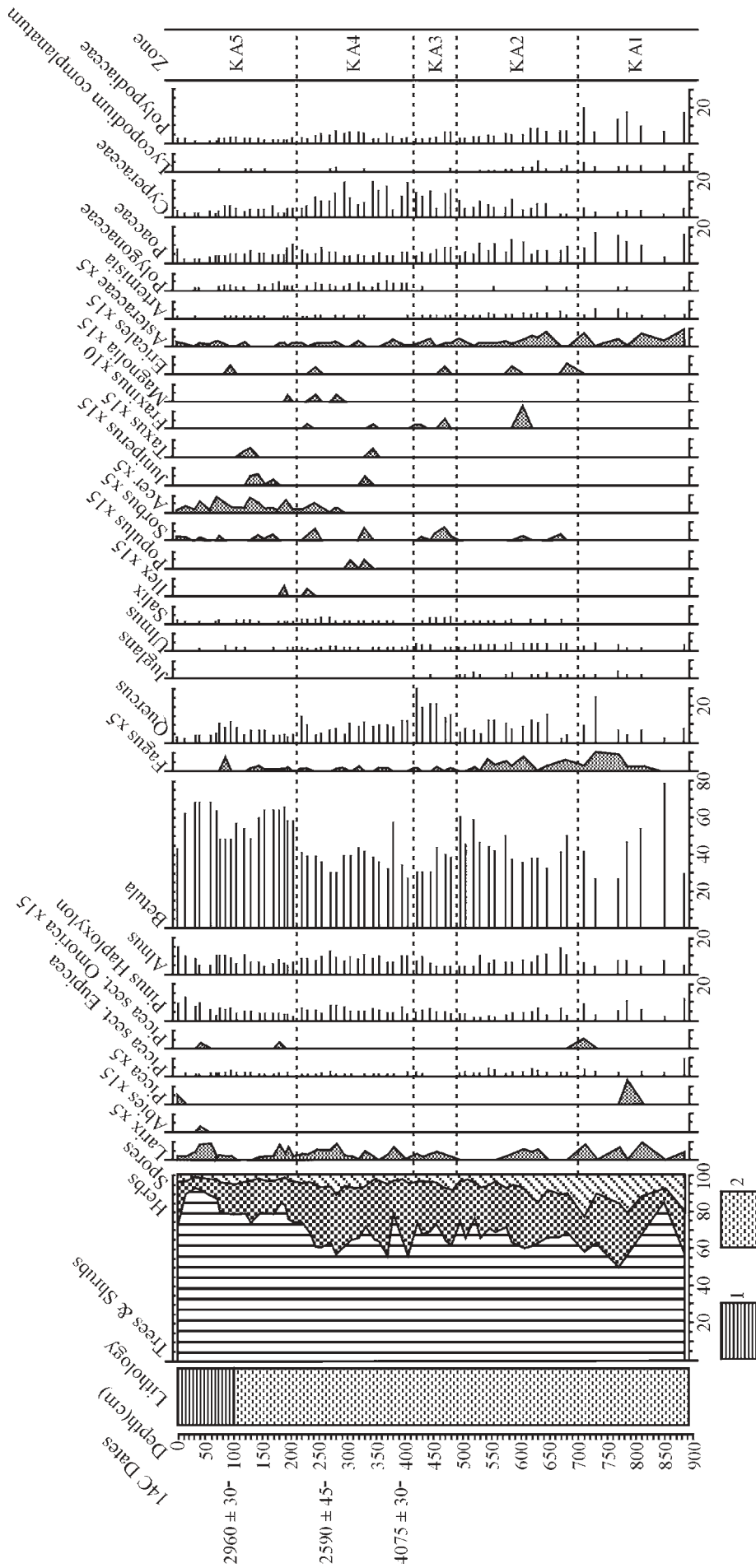


Рис. 4. Спорово-пыльцевая диаграмма осадков оз. Касатка

ПАЛИНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГОЛОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ МУГАНСКОЙ РАВНИНЫ АЗЕРБАЙДЖАНА

Е. Н. Тагиева

Институт географии Национальной академии наук Азербайджана, Баку; tagelena@rambler.ru

Спорово-пыльцевые спектры Муганской равнины свидетельствуют о чередовании здесь лесных и безлесных фаз и смене низинных широколиственных лесов аридным редколесьем. На общем фоне естественного иссушения в течении новокаспийского времени наиболее влажные условия, наблюдались во второй половине атлантического периода, когда и была заселена равнина человеком. После чего, вырубка лесов под посевы зерновых усилила процесс аридизации.

Муганская равнина, расположенная в низовьях рек Кура и Аракс между их правыми берегами, входит в состав Кура-Аракской низменности. Большая часть равнины лежит ниже уровня Мирового океана и покрыта четвертичными аллювиально-пролювиальными отложениями. Она неоднократно покрывалась водами Каспийского моря и в последний раз — 15–10 тыс. л. н. во время позднехвалынской трансгрессии. Уровень Каспийского моря на протяжении 10–8 тыс. л. н. стоял на уровне 0 м абс. выс., а затем постепенно снижался. Голоценовые отложения по Каспийской стратиграфической шкале представлены верхнехвалынским подгоризонтом и новокаспийскими слоями. Граница между ними датируется 10–8 тыс. л. н.

Верхнехвалынский подгоризонт нами был охарактеризован по спорово-пыльцевым спектрам слоев разреза города Пушкино (ныне Билясувар) в долине реки Болгарчай [1]. Содержание пыльцы в спектре незначительное. Пыльца травянистых преобладает до 92 % в верхней и нижней части спектра и равновелико представлена Gramineae (преимущественно *Koeleria*), Chenopodiaceae, *Artemisia*, Asteraceae. Споры мхов отмечены только в обр. 2, 8, пыльца древесных — в обр. 4, 6. В обр. 4 доминирует пыльца кустарника *Paliurus spina-christi* с участием *Quercus*, *Elaeagnus*, *Carpinus*, *Pistacia*, *Berberis* и характеризует периферийную линию тугайных лесов (дуб, граб, барбарис, лох) на их границе с аридным редколесьем (фисташка, держи-дерево). В обр. 6 процентное содержание пыльцы древесных не изменяется, однако здесь монодоминантом является *Quercus*. Отсюда следует, что разрез тогда находился внутри полосы тугайных лесов.

Спектры разреза Пушкино в целом свидетельствуют о том, что на Муганской равнине непосредственно после трансгрессии Каспия господствовали полынно-злаковые степи. Вместе с тем отмечается увеличение увлажнения, и ксерофильные редколесья (без участия сосны) постепенно сменялись ценозами тугайных лесов.

Новокаспийские отложения охарактеризованы нами по спорово-пыльцевым спектрам № 2, 3 близ города Али-Байрамлы (ныне Ширван) [1] и слоям неолитического поселения Алхантепе вблизи города Джалилабад. В них выделяется 5 палинозон.

Первая зона (10–8 тыс. л. н., бореальный период) — господство сухих степей (Gramineae, Chenopodiaceae — до 60 %) и на их фоне тугайных лесов (*Quercus*, *Populus* — до 33 %).

Вторая зона (8–6 тыс. л. н., первая половина атлантического периода) — преобладание солянковых полупустынь — минимум пыльцы с доминированием Chenopodiaceae.

Третья зона (6–5 тыс. л. н., вторая половина атлантического периода) — отмечается увеличение пыльцы древесных до 41 %. Среди них представители, как тугайных лесов (*Morus*, *Fagus*, *Juglans*, *Pterocarya*, *Elaeagnus*), так и ксерофильных редколесий (*Pinus*, *Paliurus spina-christi*). При этом своего максимум достигает сосна. Пыльца травянистых (Gramineae, Chenopodiaceae, *Artemisia* и разнотравья) представлена в равных пропорциях. Указанный состав спектров говорит о распространении на Мугани — низинных и тугайных лесов, ксерофильного редколесья с участием сосны, степей — как следствие увеличения увлажнения.

Четвертая зона (5–4 тыс. л. н., первая половина суббореального периода) — содержание древесных (*Morus*, *Carpinus*, *Salix*) уменьшается до 10 %, среди травянистых доминируют Gramineae, Asteraceae с участием Chenopodiaceae, *Artemisia*, что свидетельствует об уменьшении влажности и преобладании в растительном покрове сухих степей и тугаев вдоль рек.

Пятая зона (4–2 тыс. л. н., вторая половина суббореального периода) — содержание пыльцы древесных вновь возрастает до 65 % в основном за счет *Pinus* наряду с присутствием *Populus*, *Quercus*, *Carpinus*, *Salix*, *Elaeagnus*, *Paliurus spina-christi*, *Juniperus*, среди травянистых доминируют Chenopodiaceae, Gramineae. Распределение пыльцы характеризует преобладание на Муганской равнине ксерофильных сосново-можжевеловых редколесий, тугайных лесов и полупустынь, что говорит о некотором увеличении влажности по сравнению с первой половиной суббореального периода. Субатлантический (последние 2 тыс. лет) период в разрезах не отражен.

Приведенные спектры свидетельствуют о чередовании лесных и безлесных фаз — смене низинных широколиственных лесов аридным редколесьем. Наиболее влажные условия, наблюдались во второй половине атлантики на общем фоне естественной аридизации в течении новокаспийского времени. Очевидно, именно эти изменения климата наряду с равнинным характером рельефа, близостью к морскому побережью и речным артериям, явились основным фактором заселения Муганской равнины человеком в это время.

В связи с этим нами были исследованы спорово-пыльцевые спектры поселения Алхантепе, которое во-

дит в круг памятников Лейлатепинской традиции. Оно относится к эпохе перехода от неолита к бронзовому веку и генетически связано с носителями Урукской культуры, мигрировавшими из Месопотамии на Кавказ [7]. Время бытования поселения Алхантепе — вторая половина IV тысячелетия до нашей эры, то есть 6–5 тыс. л. н. — вторая половина атлантического периода (палинозона 3 разрезов Али-Байрамлы)

В общем составе на протяжении всего спорово-пыльцевого спектра доминирует пыльца травянистых растений (50–95 %). Пыльца древесных растений присутствует во всех образцах в небольшом количестве от 1 до 38 %. Споры единичны — это *OphioGLOSSUM*, *Equisetum*. В спектре выделяются (снизу вверх) четыре палинозоны.

Палинозона I. В общем составе отмечено максимальное для всей спорово-пыльцевой диаграммы содержание пыльцы древесных пород (38 %), наряду с травянистыми (50 %) и споровыми (12 %). В группе древесных преобладает пыльца *Pinus* — 49 % и *Populus alba* — 32 %, единично представлена пыльца *Fagus orientalis*, *Juglans regia*, *Carpinus caucasica*, *Corylus avellana*, *Evonymus*. В группе травянистых доминирует пыльца Brassicaceae при значительном участии Ranunculaceae, *Plantago*, *Scabiosa* и единично Rosaceae, Violaceae, Gramineae, Asteraceae. Существенную роль играет пыльца водных — *Sagittaria*, *Myriophyllum spicatum*. Среди споровых отмечены *Lycopodium*, *Equisetum*, *Osmunda*.

Эта палинозона хорошо коррелируется с зоной №3 разрезов Али-Байрамлы. Состав древесных пород свидетельствует о наличии как низинных лесов из граба, бука, ореха с подлеском из лещины и бересклета, так и прибрежных, тугайных, состоящих из тополя, граба на фоне разнотравных ценозов. Сам по себе факт наличия низинных лесов в этом регионе свидетельствует о более влажных климатических условиях, что еще больше подтверждается участием бука в этих лесах. В настоящее время бук на территории Азербайджана произрастает в горных регионах с высоты 1000 м (в отдельных регионах с 600 м) и выше до 2000 м, в Ленкоранском массиве до 1800 м. Только на Черноморском побережье Кавказа он опускается почти до уровня моря [5]. Требовательность бука к влаге воздуха и почвы определяет его границы распространения по вертикали. Относительная влажность воздуха в районе его произрастания не должна быть меньше 70 % [3].

Таким образом, условия увлажнения до заселения, очевидно, и во время заселения этого региона человеком были гораздо выше современных, что обуславливало выход отдельных деревьев бука на равнину.

Преобладание среди древесных пород пыльцы сосны также является фактом, подтверждающим предположения многих ботаников и палеогеографов о более широком распространении сосновых редколесий на равнинах. Однако восточной границей распространения сосны на Малом Кавказе, до сих пор считается Гянджа, где она произрастала в XII веке [6]. Наши данные свидетельствуют о том, что сосновые редколесья из сосны эльдарской (*Pinus eldarica*) 6–5 тысяч лет назад были распространены и восточнее — на Муганской равнине, в предгорных равнинах Талышских гор.

Палинозона II характеризуется небольшим содержанием пыльцы древесных пород (1–3 %) отсутствием спор и преобладанием пыльцы трав (93–99 %). Среди древесных единично встречается пыльца *Acer*, *Alnus*, *Carpinus* — представителей низинных приречных лесов и *Pinus eldarica* — породы предгорных и низкогорных редколесий. В группе травянистых доминирует пыльца Asteraceae, Cichoriaceae от 36 до 46 %, наряду с пылью Gramineae от 46 % до 17 %. Пыльца Chenopodiaceae встречается в спектре до 18 %, разнотравья — до 12 %, водно-болотных растений — единично. Уменьшение пыльцы злаков в этой палинозоне снизу вверх и наоборот, увеличение пыльцы сложноцветных связано с пожаром, (большая примесь углеродных частиц в образце). Естественно, сложноцветные, являясь пионерными видами, первыми осваивают территорию после пожаров, чем и объясняется их большое присутствие в спектре.

Данная палинозона соответствует теплоумеренным, относительно сухим климатическим условиям, когда в растительном покрове преобладали травянистые ксерофильные ценозы, типа злаковых и полынно-злаковых степей.

Палинозона III. Пыльца травянистых растений преобладает от 70 до 85 %. Содержание пыльцы древесных, по сравнению с предыдущей зоной увеличивается до 11–17 %, а спор до 12–15 %. Пыльца древесных пород состоит в основном из представителей низинных тугайных лесов, среди которых преобладает *Populus* с участием *Alnus*, *Salix*, *Carpinus*, *Morus* и других. Пыльца *Pinus* единична. Среди травянистых доминирует пыльца Asteraceae, Cichoriaceae — до 40–60 %, и разнотравья — от 17 до 96 %. Максимум разнотравья отмечается в нижней части этой палинозоны при минимальном количестве пыльцы сложноцветных. В верхней части палинозоны доминирует пыльца злаков, содержание которой возрастает здесь снизу вверх от 9 до 45 %. Содержание разнотравья уменьшается, а сложноцветных немного увеличивается.

Содержание пыльцы Gramineae (1–9 %) в нижней части палинозоны на фоне преобладания разнотравья характеризует естественный тип травянистой растительности, не связанный с земледелием. Возрастание пыльцы Gramineae до 23–45 % в верхней части палинозоны наряду с Asteraceae, последние являются основным типом сорняков злаковых полей, свидетельствует о развитии земледельческой культуры у населения Алхантепе.

Содержание пыльцы водных растений здесь так же увеличивается. Именно для этой палинозоны характерно большое содержание спор *OphioGLOSSUM*, *Osmunda*, *Equisetum*, *Lycopodium*, что является показателем влажных и теплых климатических условий, в условиях которых формировался лесо-луговой тип растительности с развитием приречных лесов. Лишь в средней части данной палинозоны отмечается небольшое иссушение, что выражено повышенным содержанием пыльцы ксерофитов — Chenopodiaceae, *Ephedra* и уменьшением прибрежноводных — *Populus*.

Палинозона IV. Характеризуется преобладанием пыльцы трав (84–95 %) и минимальным (2–5 %) содержанием пыльцы древесных пород. В этом отношении

палинозона IV сходна с палинозоной II, однако, распределение семейств и родов растений внутри групп несколько отличается. В группе древесных единично встречается пыльца как прибрежно-водных пород — *Pterocarya*, *Populus*, *Alnus*, *Ulmus*, так и ксерофильных — *Pinus*, *Ephedra*. В группе пыльцы травянистых, в отличие от второй палинозоны, доминирует пыльца *Chenopodiaceae* до 70 %. Содержание пыльцы *Gramineae*, *Cichoriaceae* сокращается до 10 %. Споры *Ophioglossum*, *Equisetum* встречаются только в одном образце.

Преобладание представителей *Chenopodiaceae*, имеющих распространение, главным образом на засоленных почвах, в сухих степях и пустынях, свидетельствует об иссушении климата. В связи с чем, обрабатываемые поля забрасываются, о чем и свидетельствует уменьшение пыльцы злаков.

Современный растительный покров этого района представлен культурной и вторичной сорно-сегетальной растительностью залежей и полей на месте некогда широко распространенных бородачевых и полынно-бородачевых степей [4]. Наличие в Джалилабадском районе от Джалилабала до Масаллы, коричневых послелесных почв [2], свидетельствует о наличии здесь лесной растительности в недалеком прошлом и, что полынно-бородачевые степи также являются вторичными.

Таким образом, анализ спорово-пыльцевых спектров поселения Алхантепе, позволил сделать следующие выводы.

1. Природные условия Муганской равнины в IVтысячелетии до н. э., то есть, в период перехода от неолита к эпохе бронзы, характеризовался более влажными климатическими условиями. В растительном покрове равнины преобладали низинные широколиственные леса в сочетании с сосновыми редколесьями из сосны эльдарской.

2. Ареал распространения широколиственных лесов и редколесий в период заселения равнины человеком имел гораздо более обширные границы распростране-

ния, по сравнению с современными. Они здесь сейчас отсутствуют.

3. Сокращение пыльцы *Pinus* и выпадение из состава спектра пыльцы лесообразующих пород (*Fagus*, *Quercus*, *Carpinus*, *Juglans*) напрямую связано с антропогенным фактором — вырубкой лесов, редколесий и освоения территории под посевы зерновых.

4. Согласно спорово-пыльцевому спектру, выделяются два периода преобладания земледелия у насельников Алхантепе — палинозона II и верхняя часть палинозоны III.

5. На фоне антропогенного воздействия на естественный покров Муганской равнины, прослеживается естественное иссушение климата, выраженное в качественном изменении как древесной (от широколиственных лесов к ксерофильным редколесьям), так и травянистой растительности и преобладании в составе последних *Chenopodiaceae*.

Литература

1. Алиева А. И., Атакишиев Р. М., Велиев С. С. и др. Ландшафтно-климатические условия Муганской равнины в хвалыне и глоцене // Доклады АН Азербайджанской ССР. 1989. Т. 15, №2. С. 65–70.
2. Атлас Азербайджанской ССР. Главное управление геодезии и картографии Государственного геологического комитета СССР. Баку-Москва, 1963. 213 с.
3. Гулисашвили В. З., Махатадзе Л. Б., Прилико Л. И. Растительность Кавказа. М.: Наука, 1975. 233 с.
4. Прилико Л. И. Растительный покров Азербайджана. Баку: Изд. «ЭЛМ», 1970. 170 с.
5. Холявко В. С., Глоба-Михайленко Д. А., Холявко Е. С. Атлас древесных пород Кавказа. М: Лесная промышленность, 1978. 215 с.
6. Яценко-Хмелевский А. А., Канделаки Г. И. Эльдарская сосна в окрестностях Гянджи в XII веке // Сообщения АН Груз.ССР. 1941. Т. 2, № 6.

ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОСТИ И ТОРФОНАКОПЛЕНИЯ НА СЕСТРОРЕЦКОЙ НИЗИНЕ В ГОЛОЦЕНЕ

Л. В. Филимонова

Институт биологии Карельского НЦ РАН, Петрозаводск; *filimonovaluda@mail.ru*

Выполнены детальные реконструкции динамики растительности с бореала до современности на Сестрорецкой низине на фоне изменения климата, гидрологии территории, а также с учетом ее геоморфологии и антропогенного воздействия. Они опираются на палинологические, макрофосильные и радиоуглеродные данные. При характеристике истории образования и развития Сестрорецкого болота привлечены материалы по хроностратиграфии озерно-болотных отложений, идентификации водорослей *Pediastrum* и пыльцевых зерен водно-болотных растений, ботаническому составу торфа, динамике зарастания и заторфовывания, сукцессиям и изменениям индекса влажности болотных палеосообществ.

Выполнены детальные реконструкции динамики лесной и водно-болотной растительности с бореального времени до современного на Сестрорецкой низине, находящейся в Ленинградской области, на восточном побережье Финского залива (рис. 1, А). Они опираются на 3 спорово-пыльцевые диаграммы, 3 диаграммы ботанического состава торфа и 11 радиоуглеродных датировок (ЛУ-5781-5791), полученных для разрезов озерно-болотных отложений глубиной 790, 450 и 300 см, отбуренных соответственно в северо-восточной, центральной и западной частях Сестрорецкого болота (60°07' с. ш., 30° в. д.; рис. 1, Б).

Спорово-пыльцевые диаграммы (СПД) были построены с использованием компьютерных программ TILIA-2 и TILIA GRAPH [10]. Сначала устанавливали процентное соотношение между 4 группами микрофосилей: деревьев, кустарников и кустарничков, трав, споровых. Затем сумму пыльцы первых двух групп (пыльца древесных) принимали за 100 % и определяли вклад (в %) составляющих ее таксонов. Содержание (в %) идентифицированной пыльцы трав рассчитывали от суммы пыльцы древесных и трав, спор — от суммы микрофосилей древесных и споровых растений. Примененный метод расчета позволил избежать искажения диаграмм из-за высокого содержания в отдельных слоях пыльцевых зерен *Suregaceae*, *Roaseae* и некоторых споровых растений. Для примера на рис. 2 приведена СПД Сестрорецкое-1, полученная для озерно-болотных отложений из северо-восточной части болотного массива. Здесь было выделено 12 палинозон, соответствующих

климатическим периодам и фазам голоцена, начиная с бореала до современности.

С целью выявления общих и специфических характеристик палинозон и субпалинозон, сформировавшихся в одни и те же интервалы времени в отложениях 3-х разрезов, отобранных в разных частях Сестрорецкого болота (рис. 1, Б), было проведено их сопоставление по фазам голоцена, а также прослежен ход соответствующих кривых в построенных СПД [6]. Помимо этого для каждого из разрезов рассчитали палиноспектры, усредненные по фазам голоцена, а построенные на их основе кривые спектров общего состава и пыльцы древесной группы сопоставили на одной временной шкале (рис. 3), что упростило восприятие и сравнение полученного палинологического материала.

Уточняющие и взаимодополняющие палеоботанические и радиоуглеродные данные 3-х изученных разрезов (рис. 1Б) легли в основу реконструкции пространственно-временной динамики растительности на территории исследования с бореала до современности. Для увеличения ее достоверности использованы сведения о составе поверхностных спорово-пыльцевых спектров близ мест бурения и «поправочные коэффициенты» для пыльцы древесных пород [2, 5]. Рассмотрено формирование коренных типов растительности, а также появление и распространение отдельных видов растений. Особый акцент сделан на выявление по палинологическим данным антропогенного воздействия на растительный покров [6].

При изучении истории образования и развития Сестрорецкого болота привлечены материалы по хроностратиграфии озерно-болотных отложений, идентификации водорослей *Pediastrum* и пыльцевых зерен водно-болотных растений, ботаническому составу торфа, динамике зарастания и заторфовывания, сукцессиям и изменениям индекса влажности болотных палеосообществ.



Рис. 1. Местоположение Сестрорецкого болота (А) и отобранных на нем разрезов, исследованных радиоуглеродным и палеоботаническими методами (Б).

1 — болото, 2 — песчаные древние дюны и береговые валы с сосняками, 3 — водоемы, 4 — реки, 5 — места отбора разрезов

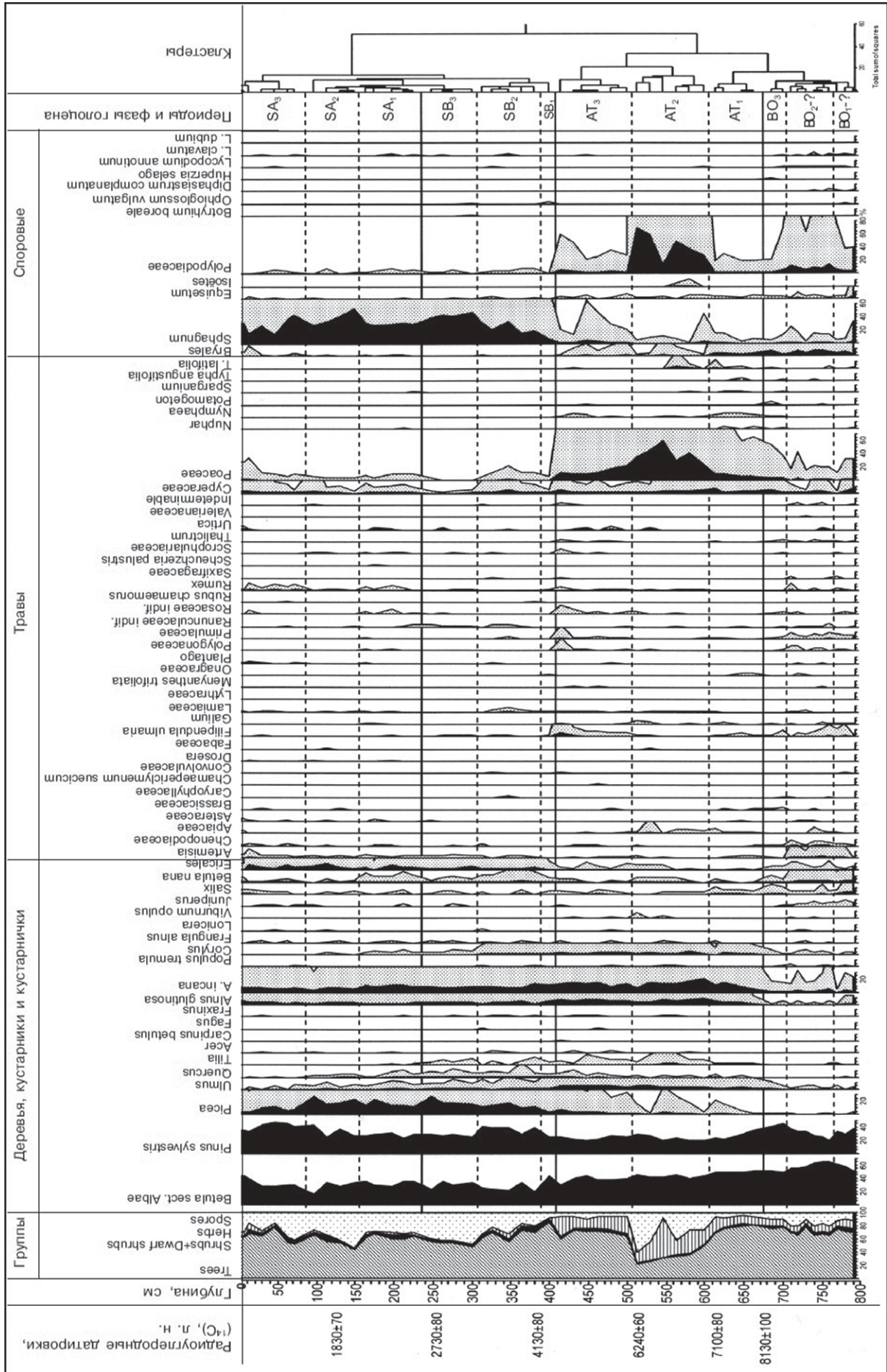


Рис. 2. Спорово-пыльцевая диаграмма Сестрорецкое-1 (северо-восточная часть болотного массива)

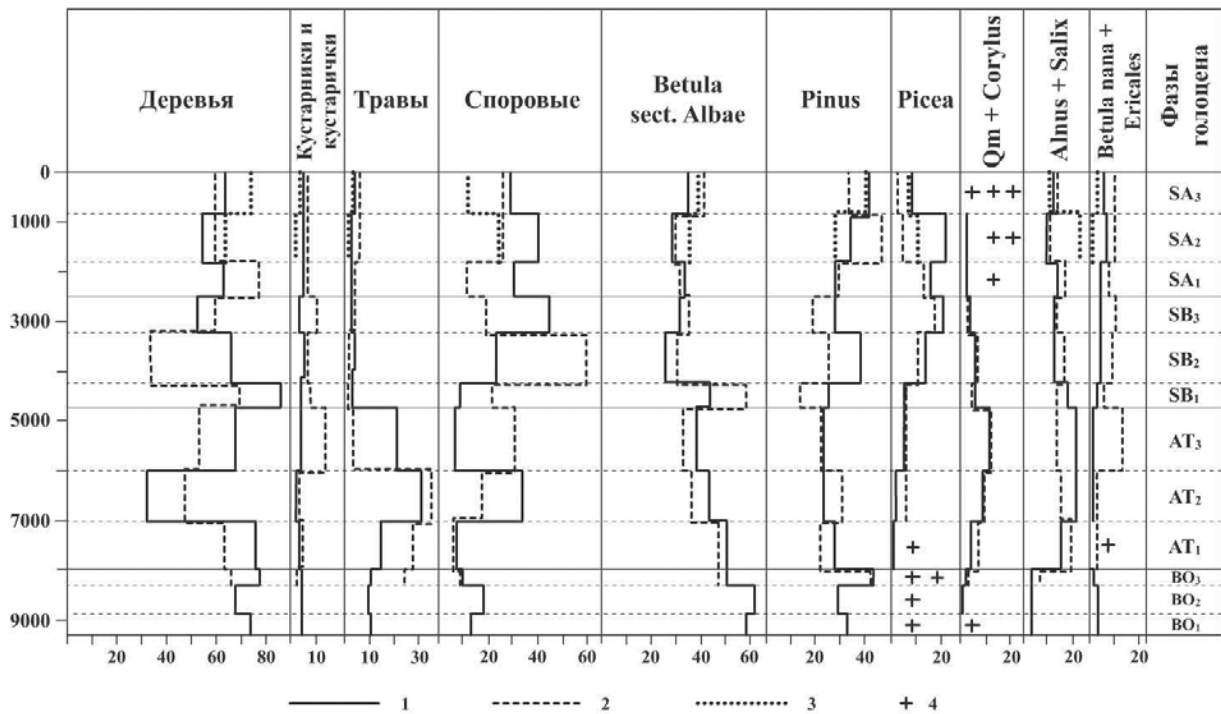


Рис. 3. Усредненные спорово-пыльцевые диаграммы.

1 – Сестрорецкое-1, 2 – Сестрорецкое-2, 3 – Сестрорецкое-3, Q_m – широколиственные породы, + – единичная встречаемость

ратиграфии озерно-болотных отложений, идентификации водорослей *Pediastrum*, пыльцевых зерен водных и болотных растений, ботаническому составу, степени разложения и прироста торфа, динамике заторфовывания палеоводоёма, сукцессиям и изменениям индекса влажности (расчеты по: [1]) болотных палеосообществ.

Проведено сопоставление полученных данных с палеоклиматическими показателями, рассчитанными для Ленинградской области В. А. Климановым [8, 9], и историей развития Балтики [3, 4, 7, 11, 12 и др.].

Установлено, что в бореальное время на восточном побережье Финского залива шло распространение сосновых лесов, достигшее максимума в ВО-3 (8300–8000 л. н.), что подтверждается радиоуглеродными датировками 8140 ± 100 л. н. и 8130 ± 100 л. н. Сначала, по-видимому, леса имели северотаежный облик, но очень быстро стали среднетаежными, а в атлантическое время – южнотаежными. Активное расселение широколиственных пород, лещины и ольхи черной зафиксировано с начала АТ-периода (~ после 8000 л. н.), их максимальное участие в составе лесов — в климатический оптимум голоцена (АТ-3: 6000–4700 л. н.), после которого началось его постепенное снижение. Появление ели в районе исследования отмечено в первой половине АТ-периода (7100 ± 80 л. н.), значительное увеличение ее роли в лесах, окружающих Сестрорецкое болото, — с начала SB-2 (4190 ± 70 л. н., 4130 ± 80 л. н.) до максимума в SB-3 (2780 ± 80 л. н., 2730 ± 80 л. н.). Наибольшее распространение еловые и сосново-еловые леса имели к северу и северо-востоку от болотного массива, причем до конца SA-2 (~ до 800 л. н.). Характерным для территории исследования с бореала до современности является произрастание сосновых и мелколиственных лесов на древних береговых валах и дюнах, в том числе и на пересекающих болото в направлении с северо-запада на юго-восток. Существенную роль в растительном покрове всегда иг-

рала береза, в меньшей степени ольха. Эти породы входили в состав хвойных и мелколиственных лесов, в числе первых заселяли освободившиеся от воды участки суши, гари, участвовали в облесении болот, зарастании вырубок, территорий бывших деревень и сельскохозяйственных угодий. Мелколиственные леса в настоящее время широко представлены близ Сестрорецкого болота, по долинам рек Сестра и Черная, а также по берегам водохранилища Сестрорецкий Разлив. В заболоченных поймах рек встречаются ивняки и березово-черноольховые сообщества.

Данные по хроностратиграфии исследованных отложений (рис. 4) свидетельствуют о том, что озерные глины, залегающие в северо-восточной части котловины современного болотного массива, накопились в бореальное время, когда существовало Анциловое холодное озеро, воды которого покрывали значительную часть Карельского перешейка и побережье Финского залива [3, 4 и др.]. Начало отложения сапропеля в отобранном здесь разрезе Сестрорецкое-1 (8130 ± 100 л. н.) и тростниково-осокового низинного торфа в разрезе Сестрорецкое-2 (8140 ± 100 л. н.) из центральной, приподнятой части болота, по-видимому, обусловлено падением уровня воды во время анциловой регрессии Балтики. В первом из них накопление низинных торфов зафиксировано 7100 ± 80 л. н. Отложение переходных торфов в центральном разрезе отмечено со времени 7000 л. н., верховых — 5800 л. н., в разрезе Сестрорецкое-1 — 5400 и 4700 л. н., соответственно. Установлено, что исследованные торфа не переслаивались сапропелями или минеральными отложениями, характерными для литориновой стадии Балтики. Накопление на глине древесно-хвощового низинного торфа в разрезе Сестрорецкое-3 из западной части болотного массива началось не ранее 1500 л. н., о чем свидетельствует датировка 1390 ± 70 л. н. его слоя с глубины 235–

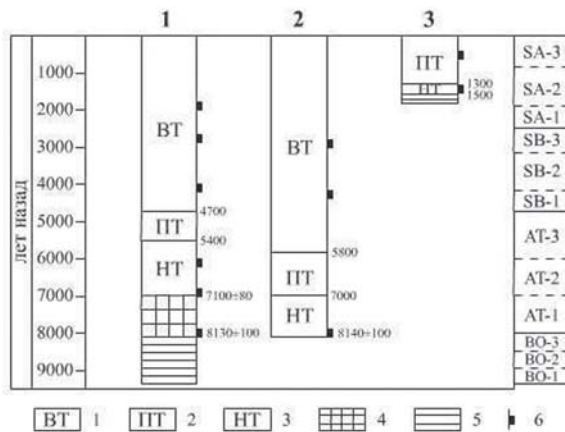


Рис. 4. Хроностратиграфия исследованных разрезов (1–3) озерно-болотных отложений, отобранных на Сестрорецком болоте 1–3 – типы торфа: 1 – верховой, 2 – переходный, 3 – низинный; 4 – сапропель; 5 – глина; 6 – места отбора образцов на радиоуглеродное датирование

245 см. Смена его на переходный торф произошла примерно 1300 л. н. Средний линейный прирост торфа в точках бурений (рис. 1, Б: скв. 1–3) составил 0.9, 0.5 и 1.7 мм/год соответственно.

В местах исследований получены реконструкции сукцессионных смен болотных палесообществ (ПС) с определением их возраста. Названия ПС даны с учетом экологии идентифицированных видов растений и микрорельефа участка болота. Для примера, на рисунке 5 приведены данные, полученные для разреза Сестрорецкое-1, а также выполненные на их основе реконструкции сукцессий растительности. Согласно им, зарастание и заторфывание мелководного озера в исследованной северо-восточной части современного болотного массива началось примерно 7200 л. н. Смены болотных ПС проходили в последовательности: *Phragmites australis* + *Equisetum* +

Hydrophites (7200–6500 л. н.) → *Phragmites australis* (6500–5400 л. н.) → *Betula pubescens* – *Phragmites australis* (5400–4700 л. н.) → *Pinus sylvestris* – *Eriophorum vaginatum* – *Sphagnum balticum* (4700–3800 л. н.) → *Pinus sylvestris* – *Eriophorum vaginatum* – *Sphagnum magellanicum* + *S. fuscum* (3800–3200 л. н.) → *Eriophorum vaginatum* – *Sphagnum fuscum* + *S. magellanicum* (3200–2700 л. н.) → *Ericaceae* – *Eriophorum vaginatum* – *Sphagnum fuscum* (2700–550 л. н.) → *Ericaceae* – *Eriophorum vaginatum* – *Sphagnum balticum* + *S. tenellum* + *S. fuscum* (550 л. н. – настоящее время). Жирным шрифтом отмечены доминирующие виды растений. Время сукцессионных смен, указанное в скобках и на рис. 5, рассчитано исходя из определений относительного возраста отложений на основе периодизации СПД Сестрорецкое-1 (рис. 2) и полученных радиоуглеродных датировок (рис. 2, 5). Изменения индекса влажности ПС свидетельствуют о снижении уровня болотно-грунтовых вод с 5400 л. н. и особенно — после 4700 л. н. (рис. 5).

Установлено, что результаты хроностратиграфического изучения разрезов Сестрорецкое-1 и Сестрорецкое-2 (рис. 4, 6) находятся в некотором противоречии с литературными данными по уровню Балтики в литориную фазу в районе исследования [4, 7, 11, 12 и др.] и не подтверждают версию С. А. Яковлева [7] по истории развития болотного массива. Согласно последней в интервале 7500–6500 кал. л. н. Сестрорецкая низменность была затоплена водами Литоринового моря; со временем Сестрорецкий залив превратился в лагуну, потом озеро, которое пересохло; в последующий более влажный период отдельные участки низменности заросли мхом и превратились в болото.

Проведенные стратиграфические, палеоботанические и радиоуглеродные исследования показали, что отложение торфов началось уже в конце бореала во время рег-

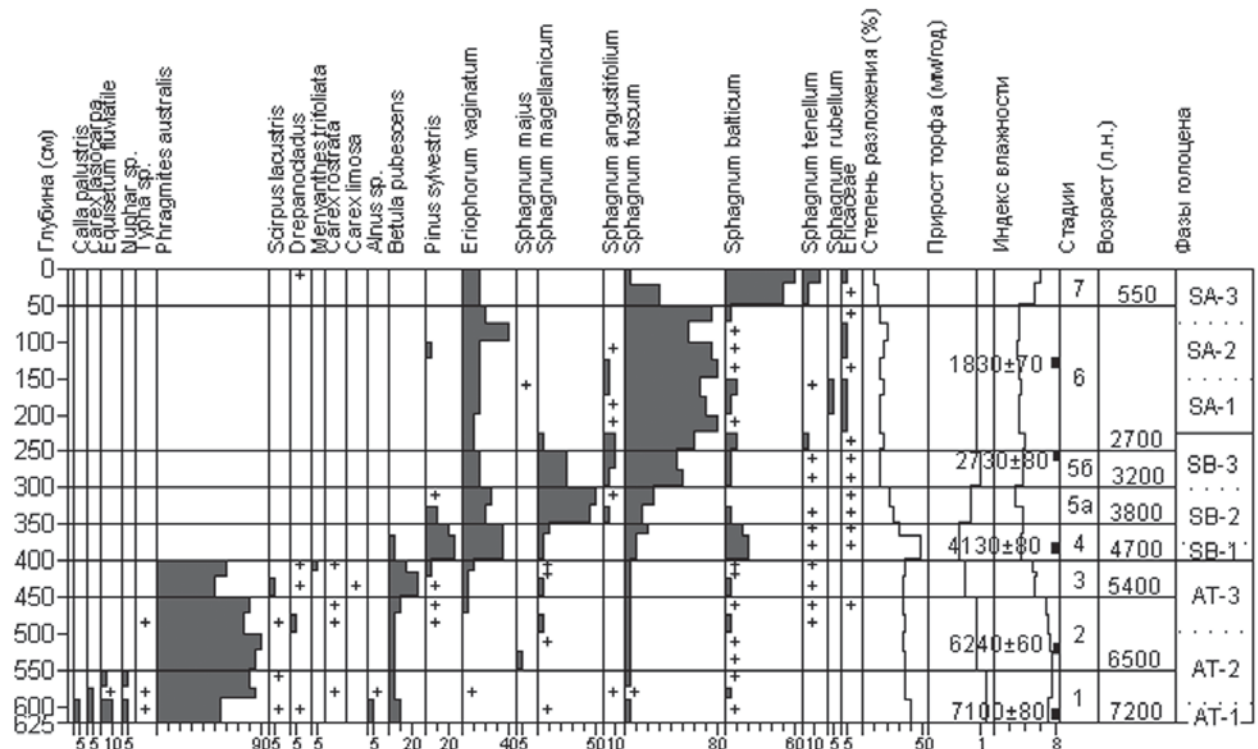


Рис. 5. Диаграмма ботанического состава, степени разложения и прироста торфа, индекса влажности реконструированных палеосообществ северо-восточной части болота (разрез Сестрорецкое-1)

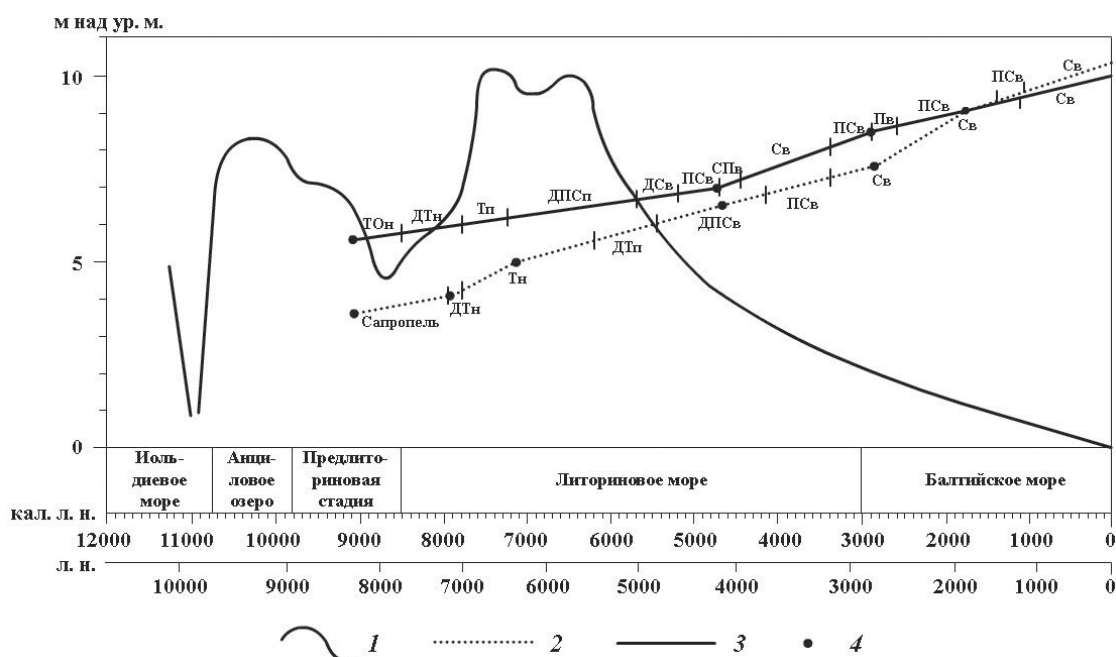


Рис. 6. Сопоставление уровня моря (по: [12]) и абсолютных отметок слоев торфа в разрезах Сестрорецкое-1 и Сестрорецкое-2
1 – уровень моря; 2 – поверхность торфа в разрезе Сестрорецкое-1; 3 – то же в разрезе Сестрорецкое-2; 4 – местоположение слоев торфа, датированных по ^{14}C . Прописными буквами обозначены виды торфа: Т – тростниковый, О – осоковый, П – пушицевый, Д – древесный, С – сфагновый; строчными буквами – тип торфа: н – низинный, п – переходный, в – верховой

рессии Анцилового озера (рис. 4, 6). На протяжении 7500–6500 кал. л. н. (6600–5700 л. н.) в северо-восточной части болотного массива продолжалось накопление низинных, а в центральной – переходных торфов. Это могло иметь место в том случае, если торфа, сформировавшиеся здесь во время анциловой регрессии Балтики не заливались водами Литоринового моря. Либо произошло их всплытие при подъеме воды в начале литориновой трансгрессии палеоводоёма. В дальнейшем на сплавинах, где доминировали осоки и тростник, продолжилось формирование соответствующих торфов. Вследствие торфонакопления и последующей регрессии палеоводоёма уровень болотно-грунтовых вод снизился, началось обеднение питания, что привело к смене евтрофных болотных палеосообществ на мезотрофные, а затем олиготрофные. Чтобы подтвердить или опровергнуть одну из версий, необходимо провести дополнительные исследования по изучению генезиса и стратиграфии торфяной залежи, а также диатомовый анализ отложений.

Литература

1. Елина Г. А., Юрковская Т. К. Методы определения палеогидрологического режима как основа объективизации причин сукцессий растительности болот // Ботан. журн. 1992. Т. 77, № 7. С. 120–124.
2. Заклинская Е. Д. Материалы к изучению состава современной растительности и ее спорово-пыльцевых спектров для целей биостратиграфии четвертичных отложений (широколиственный и смешанный лес) // Тр. Института геол. наук АН СССР. 1951. Сер. геол., вып. 127, № 48. 99 с.
3. Марков К. К. Поздне- и послеледниковая история окрестностей Ленинграда на фоне поздне- и послеледниковой истории Балтики // Труды комис. по изучению четвертичного периода, 1934. IV. Вып. 1. С. 5–70.

4. Субетто Д. А., Севастьянов Д. В., Савельева Л. А., Арсланов Х. А. Донные отложения озер Ленинградской области как летопись Балтийских трансгрессий и регрессий // Вестник СПбГУ. 2002. Сер. 7, вып. 4, № 31. С. 75–85.

5. Филимонова Л. В. Отражение состава современной растительности в палиноспектрах средней тайги Карелии // Биоразнообразие, охрана и рациональное использование растительных ресурсов Севера. Материалы XI Перфильевских науч. чтений. Ч. 1. Архангельск: Архангельский госуд. технич. ун-т, 2007. С. 278–282.

6. Филимонова Л. В. Динамика растительности восточного побережья Финского залива в голоцене // Труды Карельского НЦ РАН. 2009. Сер. биогеография. Вып. 9, № 4. С. 11–29.

7. Яковлев С. А. Наносы и рельеф г. Ленинграда и его окрестностей. Ч. 1. Л., 1925.

8. Arslanov Kh. A., Saveljeva L. A., Gey N. A. et al. Chronology of vegetation and paleoclimatic stages of northwestern Russia during the late glacial and Holocene // Radiocarbon. 1999. Vol. 41. № 1. P. 25–45.

9. Arslanov Kh. A., Saveljeva L. A., Klimanov V. A. et al. New data on chronology of landscape-paleoclimatic stages in northwestern Russia during the late glacial and Holocene // Radiocarbon. 2001. Vol. 43, № 2B. P. 581–594.

10. Grimm E. S. TILIA and TILIA GRAPH: Pollen spreadsheet and graphics program // 8th International Palynological Congress. Programm and Abstracts. Aix-en-Provence, France. 1992. 56 p.

11. Miettinen A., Saveljeva L., Subetto D. A. et al. Palaeoenvironment of the Karelian Isthmus, the easternmost part of the Gulf of Finland, during the Littorina Sea stage of the Baltic Sea history // Boreas. 2007. Vol. 36. P. 1–18.

12. Sandgren P., Subetto D. A., Berglund B. E. et al. Mid-Holocene Littorina Sea transgressions based on stratigraphic studies in coastal lakes of NW Russia // GFF. 2004. Vol. 126. P. 363–380.

ПЫЛЬЦА «НЕОПРЕДЕЛЕННОГО ПОКРЫТОСЕМЕННОГО» РАСТЕНИЯ В ТРЕТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ГРУЗИИ

И. И. Шатилова, Н. Ш. Мчедлишвили

Национальный музей Грузии, Институт палеобиологии, Тбилиси, Грузия; *mched.n@gmail.com*

Статья посвящена покрытосеменному растению неопределенного систематического положения, которое в ископаемых флорах представлено лишь пыльцевыми зернами. Они имеют довольно широкое распространение в третичных отложениях Евразии и описаны под различными названиями. В 1980 г. большинство форм, известных на территории Европы были объединены в один таксон – *Tricolporopollenites wackersdorfensis* Thiele-Pfeiffer. В 1985 г. в Китае был выделен новый род – *Fupingopollenites* Liu Geng-wu, из четырех видов которого один рассматривается как синоним *T. wackersdorfensis*. В настоящее время в списках ископаемых растений из третичных отложений Европы «неизвестное покрытосеменное» приводится под названием *Tricolporopollenites sibiricum* (Lub.) Nagy. В Грузии пыльца «неопределенного покрытосеменного» известна с эоцена. В наибольшем количестве она встречается в отложениях сармата. Выделяются как крупные, так и мелкие зерна. По своим морфологическим признакам, крупные формы аналогичны пыльце типа «*wackersdorfensis*». Мелкие обнаруживают полное сходство с одним из видов, описанным Лю Генг-ву. Исходя из этого, все формы из третичных отложений Грузии объединены в один род – *Fupingopollenites* Liu Geng-wu, который был представлен двумя видами – *Fupingopollenites wackersdorfensis* (Thiele-Pfeiffer) Liu Geng-wu и *F. minutus* Liu Geng-wu.

Уже много лет внимание палинологов привлекает «неопределенное покрытосеменное» растение, пыльцевые зерна которого на территории Восточной Европы приурочены, главным образом, к отложениям неогена. В 1980 г. формы, описанные в европейской литературе под различными названиями, были объединены в один таксон – *Tricolporopollenites wackersdorfensis* Thiele-Pfeiffer [17].

На территории Китая аналогичные пыльцевые зерна отмечаются с эоцена. Первые сведения о них появились в 1964 г. и до 1982 г. их относили к роду *Convolvulus*. В 1985 году Лю Генг-ву установил новый род *Fupingopollenites* Liu Geng-wu, в составе которого выделил четыре вида: *Fupingopollenites imbecillus* Liu Geng-wu, *F. minutus* Liu Geng-wu, *Fupingopollenites sp. F. wackersdorfensis* (Thiele-Pfeiffer) Liu Geng-wu [6, 7]. В синонимику последнего, помимо форм, описанных в Китае как *Convolvulus*, автор включил: *Dacrydiomites guillauminii* Nagy из нижнемиоценовых отложений Венгрии [8], *Dipterocarpacearumpollenites hidasensis* Nagy из отложений среднего и верхнего миоцена Венгрии [8] и «неопределенную» пыльцу из плиоценовых и раннеплейстоценовых отложений Черного и Средиземного морей [5, 12]. Раннеплейстоценовая форма встречается, главным образом, в образцах с большим количеством пыльцевых зерен третичных реликтов, одним из которых, по мнению Россигноль-Стрик [12], могло быть «неопределенное покрытосеменное».

На территории Грузии пыльца «неопределенного покрытосеменного» впервые была описана из верхнемиоценовых отложений Колхиды, как *T. wackersdorfensis* [2]. Затем аналогичные зерна были обнаружены в сарматских отложениях Восточной Грузии. Наряду с крупной пыльцой типа «*wackersdorfensis*», в составе спорово-пыльцевых комплексов присутствовали мелкие зерна, сходные с видом *F. minutus* Liu Geng-wu. Это побудило нас все формы из третичных отложений Грузии объединить в один род *Fupingopollenites* Liu Geng-wu [14].

Пыльцевые зерна *Fupingopollenites* трехбороздно-поровые, треугольной формы в полярном положении

и сфероидальные в латеральном. Борозды узкие, прямые. Поры плохо просматриваются. Лю Генг-ву называет их «внутренними порами». Экзина столбчатая. Размеры столбиков варьируют. В экваториальном положении высокие и широкие столбики, расположены по углам зерна. Вокруг апертур размеры их уменьшаются, что хорошо видно в полярной проекции. Характерным признаком пыльцевых зерен является наличие на мезокольпимах утолщений, которые чередуются с участками более тонкой экзины, т.н. чашеобразными углублениями. Скульптура экзины мелкосетчатая, местами бугорчатая. Ячеи разной формы – от круглых до удлиненных [6].

Растение, продуцировавшее пыльцу *Fupingopollenites*, по предположению Лю Генг-ву, появилось в эоцене на территории Китая, где обитало в условиях влажного субтропического и теплоумеренного климата, являясь компонентом вечнозеленых и листопадных формаций. В миоцене началась его быстрая экспансия, и область распространения рода охватила средние широты Евразии, за исключением территорий с аридным климатом [6].

Современные аналоги *Fupingopollenites* неизвестны. Его сравнивают с *Scabiosapollis* Sung et Zheng, *Convolvulus* [6], *Verbenaceae* [12] и *Boraginaceae* [17]. Пыльцевые зерна «неопределенного покрытосеменного» из верхнесарматских отложений Херсонской области Щеткина [3] относит к семейству *Caesalpiniaceae* под знаком вопроса.

По нашему мнению, определенное сходство прослеживается между пыльцевыми зернами *Fupingopollenites* и некоторыми представителями рода *Alangium*. «Неопределенное покрытосеменное» мы сопоставили с вымершим видом *Alangium simplex* Nagy, пыльца которого встречается в миоценовых отложениях Венгрии [9] и Грузии [13]. Сходство заключается как в скульптуре, так и в наличии у *A. simplex* удлиненных утолщений экзины, типичных для *Fupingopollenites*.

По размеру и очертанию пыльцевые зерна *Fupingopollenites* несколько сходны с *Alangium sibiricum* Lub. из палеогеновых отложений Западной

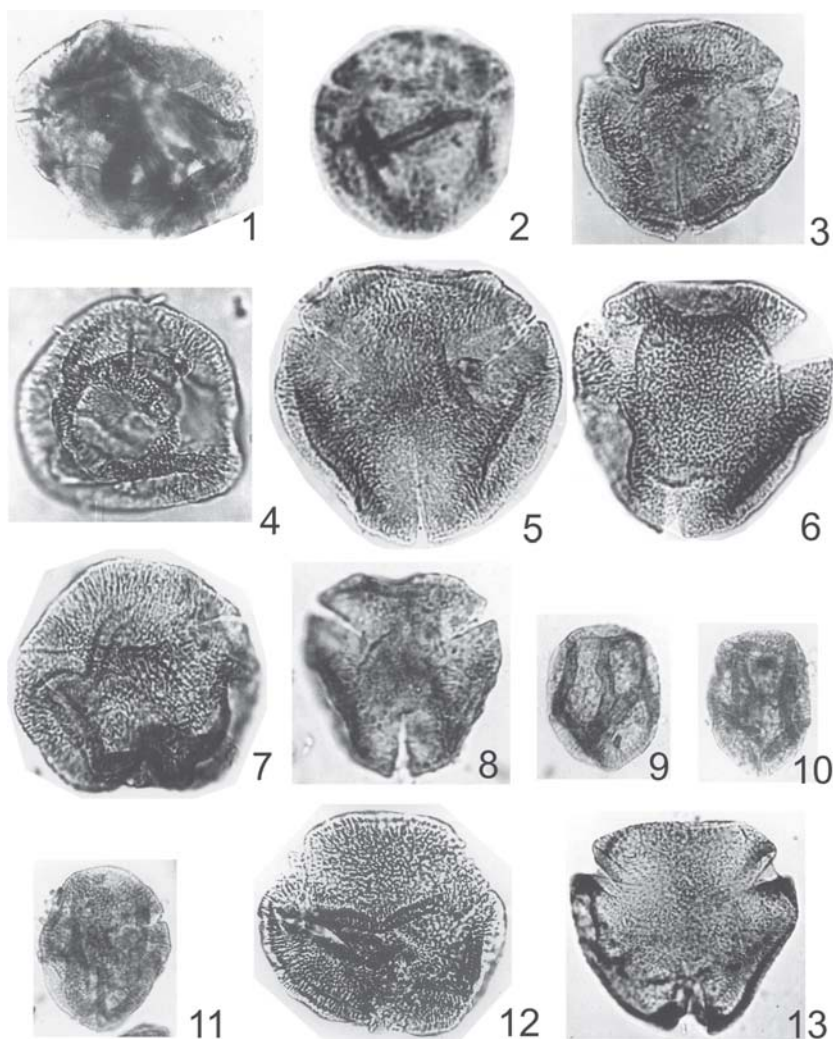
Сибири [1], однако имеются и определенные различия. Главное — это отсутствие у *Fupingopollenites* утолщений экзины в области пор, характерные для *Alangium sibiricum*. В свою очередь, у этого вида нет типичных для *Fupingopollenites* приподнятых и вогнутых участков экзины. В 1992 г. Венгерский палинолог Надь [10] отнесла *Alangium sibiricum* к «неопределенному покрытосеменному» и описала новый таксон *Tricoploropollenites sibiricum* (Lub.) Nagy, в синонимику которого, помимо *Fupingopollenites wackersdorfensis* (Thiele-Pfeiffer) Liu Geng-wu и его аналогов, включила *F. minutus* Liu Geng-wu.

В настоящее время таксон, установленный Надь, используется европейскими палинологами [4, 11], хотя обоснованность этого таксона вызывает некоторые сомнения. Как уже отмечалось, между *Alangium sibiricum* и *Fupingopollenites* имеются определенные различия в строении пыльцевых зерен. На наш взгляд нельзя объединять в один вид *Fupingopollenites wackersdorfensis* и *F. minutus*, описанные как два разных таксона и отличающиеся друг от друга, как по размеру пыльцевых зерен, так и по величине приподнятых утолщенных участ-

тков экзины. Кроме того, формы типа «wackersdorfensis» в третичное время обладали значительно большим ареалом, чем *F. minutus*, пыльцевые зерна которого до настоящего времени были описаны только из олигоценовых отложений Китая [6].

Ранние находки пыльцы *Fupingopollenites* в Грузии датируются эоценом. Единичные зерна были встречены в среднем миоцене (коллекция И. Ш. Рамишвили). В наибольшем количестве пыльца *Fupingopollenites* встречается в отложениях раннего и среднего сармата, когда на западе и на востоке Грузинской суши произрастали богатые субтропические полидоминантные леса. Это было время расцвета рода, который обладал широким ареалом и был представлен двумя видами *F. wackersdorfensis* (Thiele-Pfeiffer) Liu Geng-wu и *F. minutus* Liu Geng-wu.

Конец среднего сармата был переломным моментом в геологической истории Кавказа. В результате горообразовательных движений, Закавказская молассовая депрессия превратилась в сушу с двумя крупными регионами — западным и восточным, с различными физико-географическими условиями.



Микрофотографии пыльцевых зерен *Fupingopollenites* из кайнозойских отложений Грузии.

1 — *Fupingopollenites wackersdorfensis* (Thiele-Pfeiffer) Liu Geng-wu из эоценовых отложений Восточной Грузии; 2 — *F. wackersdorfensis* из среднемиоценовых отложений Грузии (из колл. И. И. Рамишвили); 3–7 — *F. wackersdorfensis* из сарматских и мэотических отложений Западной Грузии; 8 — *F. wackersdorfensis* из сарматских отложений Восточной Грузии; 9–11 — *F. minutus* Liu Geng-wu из сарматских отложений Восточной Грузии; 12 — *Alangium simplex* Nagy из мэотических отложений Западной Грузии; 13 — *Alangium sibiricum* Lub. из палеогеновых отложений Западной Сибири (из колл. К. В. Любомировой).

На востоке начался процесс ксерофитизации, который особенно острый характер приобрел в позднем сармате [16]. Это повлекло за собой сокращение лесных формаций и вымирание субтропических древесных форм. Среди них было растение, продуцировавшее пыльцу *Fupingopollenites*, которое исчезло из состава флоры Восточной Грузии в конце сармата.

На западе, где после сармата сформировалась изолированная географическая область, т.н. Колхидский рефугиум, продолжал господствовать теплый и влажный климат, способствовавший развитию богатой лесной флоры. Здесь *Fupingopollenites* сохранился дольше, чем в Восточной Грузии, и исчез на границе мэтотиса и понта, когда имели место климатические колебания, связанные с изменением в режиме влажности [15].

Литература

1. Любомирова К. В. Порядок *Cornales*. Новые виды древних растений и беспозвоночных СССР. Москва, 1973. С. 331–333.
2. Шатилова И. И., Махарадзе Н. В. Пыльца неизвестного покрытосеменного растения в неогеновых отложениях Западной Грузии. Тбилиси, 1990. 11 с.
3. Щекина Н. А. История флоры и растительности юга Европейской части СССР в позднем миоцене-раннем плиоцене. Киев: Наукова думка, 1979. 184 с.
4. Jimenez-Moreno G., Abdul Aziz H., Rodriguez-Tovar F. J. *et al.* Palynological evidence for astronomical forcing in Early Miocene lacustrine deposits from Rubielos de Mora Basin (NE Spain) // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 2007. № 252. P. 601–616.
5. Koreneva E. V., Kartashova G. G. Palynological study of samples from Holes 379A, Leg.42B // *Initial Report of the Deep Sea Drilling Project*. 1978. № 42 (2). P. 951–957.
6. Liu-Geng-wu *Fupingopollenites* gen.nov. and its distribution // *Acta Paleontologica Sinica*. 1985. № 24. Vol. 1. P. 64–70.
7. Liu Geng-wu A Late Tertiary palynological assemblage from the Yaoshan formation of Shanwang, Linju County, Shandong // *Acta Palaeobot. Palynol. Sinica*. 1986. № 1. P. 65–84.
8. Nagy E. Palynological elaboration the Miocene layers of the Mecsek Mountains // *Annals of Hungarian Geological Institute*. Budapest, 1969. № 52(2). 417 p.
9. Nagy E. Sporomorphs of the Neogene in Hungary // *Geologica Hungarica, Ser. Palaeontologica*. Budapest, 1985. № 47. 471 p.
10. Nagy E. A comprehensive study of Neogene sporomorphs in Hungary // *Geologica Hungarica, Ser. Palaeontologica*. Budapest, 1992. № 53. 379 p.
11. Plandlerova E. Miocene microflora of Slovak Central Paratethys and its biostratigraphical significance // *Dionyz Stur Inst. Geology*. 1990. 145 p.
12. Rossignol-Strick M. Pollen analysis of some sapropelic layers from the Deep-Sea floor of the Eastern Mediterranean // *Initial Report of the Deep Sea Drilling Project*. 1973. № 13 (2). P. 971–975.
13. Shatilova I. I. The Late Cenozoic climate and vegetation of Western Georgia // *Paleontologia I Evolucio*. 1992. T. 24–25. P. 465–481.
14. Shatilova I., Mchedlishvili N. The pollen of genus *Fupingopollenites* in the Cenozoic deposits of Georgia // *Bull. Georg. Acad. Sci. Tbilisi*, 2009. Vol. 3. № 3. P. 153–157.
15. Shatilova I., Rukhadze L.P., Mchedlishvili N. I. Pontian flora, vegetation and climate of Western Georgia // *Problems of Paleobiology*. Tbilisi: Georg. Nat. Museum, Inst. of Paleobiology, 2007. Vol. II. P. 24–36.
16. Shatilova I., Mchedlishvili N., Kokolashvili I. Palynological investigations of Sarmatian Deposits of Mtskheta District (Kartli, Eastern Georgia) // *Bull. Georg. Acad. Sci. Tbilisi* 2010. Vol. 4. № 2. P. 165–171.
17. Thiele-Pfeiffer H. Die Miozäne Mikroflora aus dem Braunkohlentagebau Oder bei Wackersdorf/Oberpfalz // *Palaeontographica, Abt.B*. 1980. № 174. P. 95–224.

ПАЛЕОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ТЕЧЕНИЕ ВЕКА ПРОДУКТИВНОЙ СЕРИИ (НИЖНИЙ ПЛИОЦЕН) НА АБШЕРОНСКОМ ПОЛУОСТРОВЕ (АЗЕРБАЙДЖАН) ПО ДАННЫМ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

В. Г. Шахбазова

Институт геологии НАН Азербайджана, Баку; *valida-shahbazova@mail.ru*

Представлены результаты палинологического изучения отложений продуктивной серии Абшеронского полуострова. Проведен анализ характера развития растительности и его изменения в связи с климатическими условиями в течение времени продуктивной серии.

Продуктивная серия, являющаяся крупной стратиграфической единицей в составе верхнего неогена Азербайджана, своей литофациальной особенностью, отсутствием морской фауны и самое главное, весьма богатой нефтегазоносностью, резко отличается от подстилающего понтического регионаруса миоцена и покрывающего ачкагальского регионаруса верхнего плиоцена.

Отложения продуктивной серии широко распространены в пределах Абшеронского полуострова и представляют собой мощную серию из ритмично чередующихся пачек глин, алевролитов, песков и песчаников [3].

Отложения продуктивной серии разреза Гырмакинской долины разбиты на два отдела: нижний и верхний. В нижний отдел входят: подгырмакинская, гырмакинская, надгырмакинская песчаная, надгырмакинская глинистая свиты, а в верхний отдел свита перерыва, балаханская, сабунчинская и сураханская свиты [1].

Наиболее песчаными являются подгырмакинская, надгырмакинская песчаная, свита перерыва, балаханская и сураханская свиты. Надгырмакинская глинистая свита представлена переслаиванием песков и глин, причем пески большей частью алевролитовые и содержат примеси глинистых фракций. В целом, отложения продуктивной серии имеют глинисто-песчаный характер.

Подгырмакинская свита представлена крупнозернистыми песчаниками, песками, чередующимися с алевролитами и глинами. Эта свита является самой нефтенасыщенной свитой продуктивной серии.

Палиноспектр подгырмакинской свиты охарактеризован невысоким процентным содержанием спор, разнообразием хвойных и широколиственных пород и преобладанием травянисто-кустарниковых растений.

Споры встречены в небольшом количестве: *Gleichenia*, *Cyathea*, *Fungi*. Среди пыльцы древесных и кустарниковых растений распространены *Carya*, *Betula*, *Quercus*, *Zelkova*, несколько менее *Juglans*, *Pterocarya*, *Fagus*, *Ulmus* и др. Среди хвойных постоянно присутствует пыльца *Pinus*. Преобладание кустарников и травянистой растительности (сем. *Chenopodiaceae*, *Campanulaceae*, *Compositae*) было вызвано по всей вероятности, увеличением площади литоралей. В спектре содержатся переотложенные меловые и палеогеновые споры и пыльца.

Состав растительности палиноспектра указывает на лесостепной характер. Период накопления осадков подгырмакинской свиты происходил при теплом и сухом климате.

Гырмакинская свита литологически представлена однообразным чередованием песков, песчаников, алевролитов и глин, с преобладанием глин.

Из отложений этой свиты выделено два палинокомплекса, по которым можно судить о флористическом составе и характере растительности. В обоих палинокомплексах обнаружена пыльца древесных растений сем. *Ginkgoaceae*, хвойных сем. *Pinaceae*, *Podocarpaceae*, *Taxodiaceae*, *Cupressaceae*. Широколиственные умеренно-теплолюбивые породы представлены пыльцой *Salix*, *Populus*, *Juglans*, *Pterocarya*, *Carya*, *Platycarya*, *Alnus*, *Betula*, *Corylus*, *Carpinus*, *Ostrya*, *Quercus*, *Fagus*, *Castanea*, *Ulmus*. Среди разнообразных травянистых и кустарниковых растений содержатся представители семейств *Chenopodiaceae*, *Campanulaceae*, *Leguminosae*, *Polemoniaceae*, *Plantaginaceae*, *Ericaceae*.

Первый палинокомплекс характеризовался преобладанием пыльцы древесных пород-хвойных и широколиственных над травянистыми. Отмечено присутствие диатомовых водорослей. Климат был умеренно теплый, влажный-субтропический.

Второй палинокомплекс характеризовался сокращением пыльцы древесных пород за счет увеличения пыльцы травянистых растений. Климат был теплый, сухой. В комплексе отмечено присутствие диатомовых водорослей (*Cyclotella*, *Coscinodiscus*) и динофлагеллаты (*Spiniferites*). Встречены переотложенные споры сем. *Gleicheniaceae*, *Schizaeaceae* с юры—мела и пыльца хвойных *Pinaceae* с палеогена. Палинокомплексы гырмакинской свиты свидетельствуют о чередовании периодов влажного и сухого климата.

Надгырмакинская песчаная свита. Отложения этой свиты состоят из средне-грубозернистых песков, линзовидных песчаников и редких прослоев глин.

В спектрах этой свиты обнаружено большое видовое разнообразие со значительным преобладанием пыльцы широколиственных древесных пород: *Juglans nigra* L., *J. regia* L., *Alnus* sp., *Betula* sp., *Quercus* sp., *Fagus orientalis* Lipsky, *F. sp.*, *Castanea sativa* Will., *C. sp.*, *Ulmus* sp. и хвойных растений: *Podocarpus* sp., *Picea* sp., *Cedrus* sp., *Pinus n/p Diploxylon*, *Pinus n/p Haploxylon*, *P. strobiformis* Zakl., *P. cembraeformis* Zakl., *Taxodium* sp., *Thuja* sp., *Tsuga* sp., *Juniperus* sp. В небольшом количестве присутствуют обитатели субтропических и средиземноморских областей: *Myrica*, *Magnolia*, *Pistacia*. Содержание травянистых и кустарниковых растений небольшое. Из спор встречены в незначительном количестве *Fungi*, *Sphagnum*, *Polypodium*, *Cyathea*, *Gleichenia*, *Lygodium*.

Присутствуют пресноводные водоросли: *Pediastrum*, *Botryococcus*, динофлагеллаты: *Spiniferites*, *Corrudinium*, *Carpatella*. Наблюдаются переотложенные с мела споры сем. *Gleicheniaceae*, *Schizaeaceae*.

Состав растительности спектров надгырмакинской песчаной свиты указывает на теплый, влажный климат.

Надгырмакинская глинистая свита. Отложения этой свиты литологически представлены чередованием глин и песков. В спектре встречены единичные споры *Sphagnum*, *Polypodium*, *Gleichenia*. Хвойные растения составляют небольшой процент: *Podocarpus*, *Picea*, *Pinus*, *Cedrus*, *Taxodium*, *Tsuga*. Широколиственные породы разнообразны, но встречены единичными зернами: *Juglans*, *Carya*, *Pterocarya*, *Alnus*, *Betula*, *Quercus*, *Fagus*, *Castanea*, *Ulmus*. Травянистые и кустарниковые растения составляют в спектре большой процент. Преобладают ксерофитные травянистые и кустарниковые растения семейства *Chenopodiaceae*, *Compositae*, *Ephedraceae*. Присутствуют водоросли и диноцисты.

Переотложенные споры и пыльца встречены с мела и палеогена. Состав растительности указывает на теплый, сухой климат.

Свита перерыва сложена песками, песчаниками с большим количеством грубообломочных образований (гравий, конгломерат, гальки, гравелиты).

Спектр этой свиты содержит большой процент хвойных растений. В основном это сосна, представленная несколькими видами (*Pinus cembraeformis* Zakl., *P. aff. silvestris* Linnaeus, *P. n/p Diploxylon*, *P. n/p Haploxylon*), кедр и пихта. Из широколиственных древесных пород здесь встречены *Carya*, *Alnus*, *Quercus*. Отмечена пыльца ксерофитов—*Chenopodiaceae* и гигрофитов—*Sparganium*. Представлены диноцисты *Spiniferites*, *Corrudinium*. Имеются переотложенные меловые и палеогеновые диноцисты, водоросли, споры. Климат был теплый и влажный.

Балаханская свита представлена средне- и мелкозернистыми песками с редкими прослоями глин.

Основную часть спектра составляли широколиственные древесные породы—представители умеренных флор: *Betula*, *Salix*, *Juglans*, *Carya*, *Quercus*, *Fagus*, *Ulmus*. Среди травянистых и кустарниковых растений преобладают ксерофиты *Ephedra*, *Chenopodiaceae*. Отмечены диноцисты — *Spiniferites*, *Corrudinium*. Содержится очень много пернеотложенных с юры-мела, палеогена спор и пыльцы: *Cicatricosisporites* sp., *Classopollis* sp., диноцистов — *Pseudoceratium pelliferum*, *Stenidodinium* sp., пресноводных водорослей — *Pediastrum* sp.

Спектр Балаханской свиты указывает на теплый, влажный климат.

Сабунчинская свита предстала чередованием глинистых, алевроитовых и песчаных пластов.

В спектрах этой свиты отмечены древесные растения хвойные: *Pinus n/p Diploxylon*, *P. n/p Haploxylon*, *Picea u Ginkgoaceae*, широколиственные умеренно теплолюби-

вые породы: *Carya*, *Pterocarya*, *Quercus*, *Fagus*, травянистые и кустарниковые растения: *Chenopodiaceae*, *Geraniaceae*, *Ericaceae*, *Gramineae*.

В одном спектре преобладали травянистые и кустарниковые растения степных участков. Климат был теплый, сухой. В другом спектре преобладали широколиственные умеренно теплолюбивые породы. Климат был теплым и влажным.

В спектрах отмечается изобилие пресноводных водорослей, редко встречены диноцисты, живущие в солоноватой воде.

В целом спектры сабунчинской свиты свидетельствуют о чередовании влажного и сухого климата.

Сураханская свита сложена, в основном, глинами с прослоями песков. В спектре этой свиты доминируют травянистые растения засушливой зоны. В большом количестве обнаружена пыльца семейства *Chenopodiaceae*, представленная несколькими видами (*Suaeda* sp., *Atriplex* sp., *Kochia* sp., *Chenopodium* sp. и др.), а также пыльца семейства *Caryophyllaceae*, *Geraniaceae*. Хвойные растения: *Pinus*, *Picea*, широколиственные породы: *Carya*, *Alnus*, *Betula*, *Carpinus*, *Quercus*, *Fagus*, *Morus* находятся в подчинении. Споры обнаружены единично: *Gleicheniaceae*, *Schizaeaceae*. Пресноводные водоросли отсутствуют, имеются динофлагеллаты, которые могут жить в воде определенной солености. Преобладание растительности засушливых условий обитания указывает на теплый, сухой климат [2].

Анализ палинологического материала по разрезу Гырмакинской долины позволил восстановить характер растительности Абшеронского полуострова и выяснить, что в период накопления осадков в отложениях продуктивной серии в каждой свите общий флористический состав растительности колебался незначительно, изменялось соотношение внутри растительных группировок и происходили климатические изменения [4].

В целом, в течении времени образования продуктивной серии происходило циклическое осадконакопление с чередованием коротких периодов влажного и сухого климата.

Литература

1. Али-заде А. А. Палеогеография бассейна Балаханского яруса. Баку: Аз НИТИ, 1960. С. 3.
2. Джабарова Х. С. Палинологическая характеристика отложений среднего и верхнего плиоцена на шельфе Южного Каспия // Геолого-геоморфологические исследования Каспийского моря. М.: Наука, 1983. С. 61.
3. Ковалевский С. А. Продуктивная толща Апшерона и ее ближайшие европейские аналоги // Азерб. нефтяное хозяйство, 1940. № 12 (228). С. 13.
4. Шахбазова В. Г. Палиностратиграфическое расчленение продуктивной толщи Апшеронского полуострова // Материалы X Всероссийской палинологической конференции. М.: Изд. ИГ и РГИ, 2002. С. 284.

БИОСТРАТИГРАФИЯ ТАМБОВСКОЙ СВИТЫ (СРЕДНИЙ МИОЦЕН) ОКСКО—ДОНСКОЙ РАВНИНЫ

В. Г. Шпуль

Воронежский государственный университет, Воронеж; *kig207@geol.vsu.ru*

Статья затрагивает проблемы выделения стратиграфических подразделений миоцена Окско—Донской равнины. Приводится детальная палинологическая характеристика (с описанием комплексов) местного стратиграфического подразделения «тамбовская свита», ее описание и дается их анализ. Полученные в процессе изучения палинологические данные необходимы как для построения местных, региональных стратиграфических схем миоцена палео-Дона, так и для решения конкретных задач практической стратиграфии.

К северу от Восточного Паратетиса на большей части территории Восточно-Европейской платформы в миоценовое время располагалась обширная низменная озерно-аллювиальная равнина с озерами, болотами и густой речной сетью, принадлежащая бассейну палео-Дона и развитие которого было тесно связано с тектоническими движениями, эволюцией морских бассейнов Понто-Каспия и Восточного Паратетиса [3, 7, 10]. Его центральную часть занимала Окско-Донская равнина (ОДР), представляющая сложный и интересный регион. Здесь имела место наиболее глубокая в пределах Русской плиты ингрессия морских вод, проникающих по долине палео-Дона, которая обусловила накопление мощной толщи переслаивающихся континентальных, солоновато-водных и морских миоценовых отложений.

Первые достоверные сведения о неогене ОДР появились в 30—40-х годах 20 века. Последующее изучение этих отложений было связано с именами А. А. Дубянского, Г. Ф. Мирчинк, Ю. А. Петроковича, М. Н. Грищенко и др. 60—70-е годы знаменуются планомерным проведением Геологическим управлением Центральных районов среднемасштабных геологических съемок с большим объемом картировочного бурения [7]. В процессе проведения тематических работ, геологической съемки масштаба 1:200000 листа N-37-XXX и комплексных биостратиграфических исследований миоценовые отложения ОДР были детально стратифицированы Ю. И. Иосифовой и др. [7]. Богатый палинологический материал получен Е. Н. Анановой [7]. Каждый стратон был охарактеризован ею спорово-пыльцевым комплексом с присущими ему характерными особенностями. Полученные данные опубликованы в монографии «Миоцен ОДР» [7], «Объяснительной записке к «Геологической карте СССР» масштаба 1:200000 (лист M-37-XXX)» [2], а также легли в основу одной из глав «Стратиграфия СССР. Неогеновая система» [10].

К 80-м годам XX века вся территория Воронежской серии Госгеолкарты-200 была покрыта геологической съемкой этого масштаба, изданы карты, но они уже нуждались в пересмотре и доработке. В связи с этим началась разработка и реализация программ государственного геологического доизучения масштаба 1:200000 для нового издания Госгеолкарты-200. Последнее потребовало упорядочения стратиграфических подразделений при составлении серийных легенд листов.

Новая легенда для геологических карт неогена и эоплейстоцена Воронежской серии начала разрабатываться на основе Региональной стратиграфической схемы бассейна палео-Дона тематической группой «Геосинтез» по заданию ЦРГЦ. В 1998 г., с учетом замечаний, она была доработана [6], в 2000 г. — одобрена на совмест-

ном заседании Комиссии МСК по неогеновой и четвертичной системам и Бюро РМСК по Центру и Югу Русской платформы. Разрабатывалась легенда под руководством С. М. Шика, за неогеновую часть отвечала Ю. И. Иосифова. Основным принципом районирования было выделение бассейнов палеорек.

В начале 21 века продолжалось совершенствование проекта региональной стратиграфической схемы неогена и эоплейстоцена бассейна палео-Дона. В 2004 году региональная часть этой схемы принята на совместном заседании Комиссий МСК по неогеновой и четвертичной системам. Она использована в серийных легендах Госгеолкарт-1000 и -200. В целом эта схема удовлетворяет требованиям средне- и мелкомасштабного картирования и нуждается в утверждении в МСК, хотя некоторые вопросы остаются нерешенными до настоящего времени [9]. К примеру, слабо разработана стратиграфия верхнего миоцена. Для континентального неогена поставлена задача дальнейшего совершенствования зонального расчленения и особенно на основе палинологических данных — разработка и создание зональной палинологической шкалы [4]. Это связано с тем, что палинологический метод в данном случае имеет ряд преимуществ перед другими методами: постоянное присутствие в пробах миоспор, массовость материала, маленькие размеры, стойкость объектов, хорошая сохранность и др. делают пыльцу и споры незаменимыми источниками информации о времени появления отдельных таксонов, растительных групп, смене типов растительности, эволюции растительного покрова Земли и климате прошлого.

В последних постановлениях МСК [9] указывается, что для совершенствования стратиграфических схем неогена — прежде всего дробного расчленения и корреляции свит и горизонтов — необходимы специальные детальные стратиграфические исследования с привлечением различных методов: био-, магнито-, климатостратиграфии и др. К будущим задачам можно отнести: сравнительное изучение биотических комплексов разных районов для выявления корреляционных маркеров, в том числе следов миграций и климатических флуктуаций прошлого, детальное изучение опорных разрезов, выявление в разрезах перерывов и несогласий, маркирующих структурные геологические перестройки в неогене, обобщение материалов по стратиграфии неогена на современном уровне.

НИИ Геологии ВГУ в начале 21 века, в соответствии с заданием Департамента природных ресурсов, проводились работы по ГДП-200 в пределах листов N-37-XXIX (Мичуринск) и N-37-XXX (Тамбов), расположенных на ОДР. Исследовались стратотипичес-

кие, опорные и другие разрезы миоцена обнажений, глубоких картировочных скважин, для которых характерны большие мощности, значительная стратиграфическая полнота и богатство органическими остатками. Проводимые работы [8] позволили на основе геолого-литологических и биостратиграфических, в основном палинологических, данных провести детальное стратиграфическое расчленение монотонных толщ миоцена, корреляцию разрезов, обоснование выделения стратонтов, их границ, выйти на региональный и межрегиональный уровни, осуществить корреляцию с морскими отложениями неогена Восточного Паратетиса.

Для миоцена изучаемых листов и расположенных в бассейне палео-Дона рекомендованы к использованию региональные стратонты, названные по типовым свитам [6, 8]. Согласно местной стратиграфической схеме ОДР, выделяются и картируются: байчуровская свита, каменобродская, уваровская, тамбовская и сосновская свиты ламкинской серии, макашевская и карайская свиты горелкинской серии [6, 8].

Миоценовые отложения распространены в западной части тамбовского листа (левобережье Цны) и практически на всей территории мичуринского. Они отличаются сложным строением и взаимоотношениями свит. К среднему миоцену относятся ламкинская и горелкинская серии. В настоящем сообщении детально рассматривается тамбовская свита ламкинской серии.

Ламкинская серия. У д. Покровка на р. Ламочке располагается стратотип ламкинской серии [7], полные её разрезы вскрыты рядом скважин. Еще в 1977 году Ю. И. Иосифова [7] отмечала, что разрезы серии отличаются литологической монотонностью, отсутствием маркирующих прослоев, значительной фациальной изменчивостью. Поэтому расчленение и корреляция разрезов проводится по биостратиграфическим, в первую очередь палинологическим, и палеогеоморфологическим данным.

Уваровская свита ($N_1 uv$). Широко развита на исследуемых листах. Выполняет наиболее глубокую, древнюю, конькообразную погребенную долину, вытянутую с севера на юг по долине Польного Воронежа от правобережья Лесного Воронежа. Днище долины в тальвегах на севере соответствует абсолютным отметкам ложа +96 м, а на юге опускается до +55 м. Глубина вреза относительно средней высоты доламкинского плато составляет 70—80 м, ширина долины составляет около 22 км, сужаясь на широте р. Ярославки до 10—12 км. В осевой части долины серия, а соответственно и свита, залегает на различных горизонтах девона, на склонах и в верховьях притоков — на юрских и нижнемеловых терригенных отложениях. Ось долины проходит несколько восточнее современной долины Польного Воронежа. Мощность свиты составляет от 7 до 42 м в центральной части долины. Свита состоит из двух пачек: нижней — песчаной (мощностью до 30 м) и верхней — глинистой (мощностью до 14 м). По характерным комплексам пыльцы и семенной флоре [1, 3, 5, 7, 8, 10-13] уваровская свита является аналогом чокрак-караганских отложений Восточного Паратетиса и соответствует нижней части среднего миоцена. Богатый спорово-пыльцевой комплекс (СПК), отражающий климатический оптимум, содержит верхняя пачка. Он имеет регио-

нальное значение и является репером [7, 11, 12]. Это «ангиоспермовый» комплекс, характерный для караганских отложений юга и средней части Русской плиты. По результатам палеомагнитных исследований нескольких разрезов свиты выделяется обратная полярность [8]. Свита имеет палинологические обоснованные аналоги и в других районах палео-Дона [3, 7, 11].

Тамбовская свита ($N_1 tm$) выполняет среднюю часть ламкинской погребенной долины. Очертания ее близки к очертаниям уваровской долины, но отличаются большей шириной (до 25 км). В осевой части долины свита с размывом залегает на уваровской, в краевых — на юрских и нижнемеловых отложениях. Абсолютная высота ложа тамбовской долины около 90—100 м в осевой части и до 120 м в верховьях притоков. Мощность отложений, прослеженная по скважинам на широте пос. Дмитриевка, 30—36 м и зависит от глубины и мощности последующих эрозионных врезов, размывающих верхнюю часть свиты. Свита представлена песками серыми, буровато- и желтовато-серыми мелко- и среднезернистыми, в основании крупнозернистыми, с галькой и гравием кварца и кремня. Пески содержат прослойки глин и алевроитов темно-серых до черных. В осевой части они слагают большую верхнюю часть разреза и представлены глинами коричневыми и угольно-черными, сланцеватыми с линзами диатомитов. Внизу пески содержат глауконит в виде единичных зерен, вверху его значительно больше. Минеральный состав песков аналогичен пескам уваровской свиты, отличаясь повышенным содержанием силлиманита, ставролита и граната [7, 8]. Из глинистых алевроитов скважины, пробуренной на западной окраине с. Степь на северо-востоке листа, Ф. Ю. Величкевичем была получена семенная флора, сопоставляемая со средним миоценом [8]. Палеоботанические комплексы обычны для конкского региоаруса [8].

На смежном с востока листе N-37-XXX (Тамбов) в тамбовской свите найдены отпечатки рыб, диатомовые и кремнежгутиковые водоросли, семена морских трав, отпечатки скелетов морских эвригалинных непреходных рыб *Sardinella perrara* Dan., наиболее близких к караганским представителям рода *Sardinella* [7]. Тамбовские осадки включают пласт морского диатомита мощностью 2.5 м, из которого А. П. Жузе [7] выделен солончато-водный комплекс диатомей, сублитеральный, бентический (эпифитный), эндемичный, с преобладанием эвригалинных элементов: *Triceratium tambovicum* Jouse, *Hyalodiscus valens* A. Schm., *Plagiogramma truanii* Pant. и др. Присутствуют кремнежгутиковые водоросли *Ebriaceae*, свойственные исключительно соленым водам. Наличие диатомей *Terpsinoe Americana* (Ball.) Ralfs, *Plagiogramma truanii* Pant., *Grammatophora insignis*, *Cocconeis costata*, *Melosira praedistans* Jouse, в ископаемом состоянии известных исключительно из тортонско-сарматских отложений [7, 10], указывает на приуроченность свиты к верхней части среднего—низам верхнего миоцена. Это согласуется с определением возраста по остаткам высших растений. Здесь же найдены семена морской травы *Ruppia maritima-miocenica* и факультативных галофитов. Таким образом, тамбовская свита представляет осадки опресненного мелководного морского бассейна [3, 7, 8, 10].

Центральная часть долины располагается на территории исследуемых листов и вскрыта рядом скважин. Ламкинская серия представлена в них наиболее полно. Все пробуренные скважины были послойно отобраны на палинологические исследования. Границы тамбовской свиты с подстилающей уваровской и перекрывающей сосновской свитами определялись по смене палинокомплексов. В тамбовской свите выделено три СПК. СПК из нижней 15-метровой пачки близок по составу уваровскому, но имеет и свои характерные черты. В составе СПК наблюдается абсолютное господство пыльцы древесных пород (93—100 %), среди которых наибольшее значение имеет пыльца голосеменных (63—89 %). Она представлена шестью семействами. Подавляющую массу образует пыльца семейства сосновых. Наиболее многочисленна пыльца сосен подрода *Harpoxylon* (57—80 %), чаще встречаются *Pinus tertiary* (Mor.) Anan. (16—30 %), *P. mirabilis* (Rud.) Anan. (9—16 %), чуть меньше от 4 до 10 % каждого — *Pinus baileyana* Trav., *P. veronicae* Anan., *P. ruthenica* Anan. Количество пыльцы сосен секций *Banksia*, *Sembrae*, подрода *Diploxylon* колеблется от 1 до 4 % каждого. На втором месте после сосен по количеству пыльцы находится род *Picea* (4—7 %). Это место принадлежит ему только в нижней части разреза, выше род *Picea* (1.6—5 %) уступает второе место сем. *Taxodiaceae*, количество которого изменяется от 5 до 10—12 %, а иногда достигает 16 и даже 22 %. Пыльца елей представлена в основном секцией *Eurpicea* (до 5.4 %) с *Picea media* Anan., *P. grandipollinia* Anan., *P. schrenkianaeformis* Zakl., *P. sp. sec. Eurpicea* Willkm., меньше — (от 0.3 до 4.5 %) секции *Omorica*. Семейство *Taxodiaceae*, также как и в уваровском СПК, представлено семью родами, из которых чаще встречаются *Taxodium distichiformis* Zhez. (до 15 %) и *Sequoia polyformosus* (Thierg.) Anan. (до 5 %). Непрерывные кривые (до 1 %) образуют *Sequoiadendron miocenica* Anan., *Metasequoia glyptostroboidiformis* Anan. и *Sciadopitys serrata* (R. Pot. et Ven.) Raatz. Единично и не во всех спектрах фиксируются *Glyptostrobus* sp. и *Cryptomeria japonica* D. Don. Среди пыльцы сем. *Pinaceae* постоянно (0.4—3 % каждого рода) присутствует пыльца пяти видов тсуг (*Tsuga ignicula* (R. Pot.) Anan., *T. macroserrata* (Wolf.) Anan., *T. sieboldiiformis* Anan., *T. aculeata* Anan., *T. torulosa* Zakl.) и четырех — пихт (*Abies cristata* Anan., *A. simplex* Anan., *A. minor* Anan., *A. protofirma* Zakl.). Отмечалась (до 1 %) пыльца *Pseudotsuga magna* (R. Pot.) Anan. и *Keteleeria microreticulata* Anan. Пыльца древнего рода *Cedrus* встречается не во всех спектрах, не превышает 1—2 % и представлена пятью видами, из которых чаще встречаются *Cedrus saueriae* N. Mtch. и *C. aff. deodara* Loud. Непрерывную кривую образует пыльца рода *Podocarpus* (1—4 %) и представлена она шестью видами: *Podocarpus nageiaformis* Zakl. (встречается чаще других видов), *P. sellowiiiformis* Zakl., *P. ovalis* Anan., *P. andiniiformis* Zakl., *P. totara* N. Don., *Podocarpites gigantea* Zakl. Единично и не во всех спектрах присутствовали пыльцевые зерна сем. *Cupressaceae*, древних реликтовых таксонов *Gingobilobaeformis* Zakl., *Dacridium* sp., *Araucaria elegans* Zakl.

Покрытосеменные древесные. Их количество сокращается до 10—32 %, по сравнению с уваровским СПК, но большое разнообразие родов и видов сохраняется.

Сокращение идет в основном за счет семейств ядра флоры, а именно: *Fagaceae* (с 9—25 % до 8—17 %), *Betulaceae* (с 1.5—6.5 % до 0—3—6 %) и *Juglandaceae* (с 2—5 % до 0—2 %) и их родов — *Fagus*, меньше *Quercus*, *Alnus*, *Betula*, *Carya*, *Juglans*, *Pterocarya*. В целом в СПК продолжает доминировать пыльца сем. *Fagaceae*, представленная теми же видами: *Fagus miocenica* Anan., *Fagus tenella* Pan., *Fagus japoniciformis* Anan., меньше *Quercus* (1.2—3 %) с *Quercus macranthera* Fisch. et Mey., *Quercus cf. dentata* Thunb., *Quercus cf. pubescens* Will., единично — *Castanea* и *Castanopsis*. Два других семейства представлены не менее разнообразно.

Регулярно встречается пыльца сем. *Ulmaceae* (0.8—3 %) с *Zelkova miocenica* Anan., *Ulmus flexuosa* Pan., *Ulmus rotundata* Anan., *Ulmus cf. americana* L., *Celtis* sp. и *Myricaceae* (0.5—1.2 %), единично и не во всех спектрах — *Salix*, *Acer*, виды *Tilia*, *Ericaceae*.

Перечисленные выше таксоны покрытосеменных образуют «ядро» флоры. Отличается и реликтовая часть комплекса. Пыльца большого числа термофильных реликтов фиксировалась единично. Она представлена пыльцевыми зернами экзотических растений, таких как: *Sabal*, *Palmae*, *Engelhardtia*, *Platycarya*, *Cyclocarya*, *Eucommia parmularia* (R. Pot.) Anan., виды *Rhus*, *Nyssa*, *Cornus*, *Hamamelidaceae* и др. Особо следует отметить наличие почти во всех спектрах пыльцы *Liquidambar stigmosa* (R. Pot.) Anan. (0.5—1.4 %).

Для СПК характерно присутствие в виде единичных, не всегда встречающихся зерен, формальных таксонов: *Momipites punctatus* (R. Pot.) Nagy, *Araliaceoipollenites edmundi* (R. Pot.) R. Pot., *Araliaceoipollenites euphorii* (R. Pot.) R. Pot., *Rhoipites pseudocingulum* (R. Pot.) R. Pot., *Rhoipites villensis* (Thoms.) Boitz., *Pokrovskaja originalis* Boitz., *Pokrovskaja granularis* Boitz. и др.

Пыльца трав представлена прибрежно-водными растениями: *Typha*, *Potamogeton*, *Spartanium*, *Hydrocharis*, *Sagittaria*. Споры малочисленны, это представители папоротникообразных и сфагновых мхов.

Средняя 10-метровая пачка свиты, прослеживаемая на абсолютных отметках 115—125 м, характеризуется иным, более богатым вторым СПК, близким к позднеуваровскому. Он отличается от первого увеличившейся ролью пыльцы покрытосеменных древесных и, соответственно, уменьшением голосеменных. Количество голосеменных сократилось за счет уменьшения количества разных видов сосен. Увеличение процента покрытосеменных древесных наблюдалось в основном за счет семейств *Fagaceae* до 19 %, *Betulaceae* до 19 % и *Juglandaceae* до 16 %, таких родов как *Fagus*, *Quercus*, *Alnus*, *Betula*, *Carya*, *Juglans* и пыльцы большого числа регулярно встречающейся во всех спектрах реликтовых растений. Кроме пыльцы реликтов, которая отмечалась в первом СПК, дополнительно были зафиксированы *Nipa*, *Liriodendron*, *Magnolia*, *Altingia minor* Anan., *Parrotia*, *Hamamelis*, *Myrtaceae*, *Aralia*, *Elaeagnus*, *Firmiana*, *Symplocos* и некоторые другие.

Данный СПК отражает очередной климатический оптимум. Он выделен во всех скважинах, вскрываемых наиболее полно уваровскую и тамбовскую свиты на территории исследуемых листов. Ранее мы сталкивались со следующим фактом. В неполных разрезах или в

том случае, когда нижняя часть разреза представлена песками и плохо палинологически охарактеризована, этот СПК ошибочно принимался за позднеуваровский. Из верхней 10-метровой пачки свиты выделен СПК близкий первому СПК и описанному выше, т.е. из нижней пачки свиты.

По систематическому составу СПК тамбовской свиты близки уваровским. В них не встречены некоторые виды, принадлежащие субтропическим растениям. По количественным показателям комплексы различаются. Количество встреченных таксонов достигает 160. Описанные три СПК занимают промежуточное положение между «ангиоспермовым» уваровским и «гимноспермовым» сосновским комплексами. Наибольшую близость они имеют со среднемиоценовыми комплексами конкского региоряруса Восточного Паратетиса [1, 3, 7-13]. По результатам палеомагнитных исследований нескольких разрезов нижняя часть тамбовской свиты характеризуется обратным направлением намагниченности, тогда как верхняя намагничена прямо, т.е. по направлению современного магнитного поля Земли [8]. Свита имеет палинологически обоснованные аналоги и в других районах палео-Дона [3, 7, 11]. При проведении детальных исследований наиболее полных и представительных разрезов ламкинской серии в пределах листов съемки нами получены новые палинологические данные, позволяющие более детально и несколько по-новому посмотреть на историю формирования долины палео-Дона в пределах ОДР в среднемиоценовое время. Проведенные исследования — первые шаги к разработке и созданию зональной палинологической шкалы миоцена ОДР.

Наши исследования подтверждают выводы, сделанные рядом ученых [3, 7, 10]. Заложение миоценового палео-Дона происходило в нижнем миоцене. Чокракская и караганская трансгрессии Восточного Паратетиса обусловили ингрессию морских вод по долине палео-Дона. Она была подтоплена солоноватыми водами, и в переуглубленной части ОДР происходило накопление осадков уваровской свиты. Предконкское падение уровня моря способствовало формированию очередного вреза палео-Дона и заполненного в дальнейшем, в конкское время, осадками тамбовской свиты. Мы согласны с утверждением Ю. И. Иосифовой [7], что этапы формирования долины палео-Дона в среднем миоцене хорошо параллелизуются с последовательностью изменения уровня вод Понто-Каспия. Полученные данные свидетельствуют также о неоднократной смене регрессивно-трансгрессивного хода развития бассейна палео-Дона, в том

числе ОДР. Определенной связи с изменением климатических факторов для времени формирования уваровской и тамбовской свит не наблюдается.

Литература

1. Ананова Е. Н. Пыльца в неогеновых отложениях юга Русской равнины. Л.: Изд-во ЛГУ, 1974. 196 с.
2. Иосифова Ю. И., Архипова А. А., Лореттова Р. Н. и др. Геологическая карта СССР масштаба 1:200000. Серия Брянско-Воронежская. Лист N-37-XXX. Объяснительная записка. М.: Изд-во Геолфонд, 1978. 193 с.
3. Застрожных А. С. Неоген палео-Дона: стратиграфия и история геологического развития: Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. СПб.: ВСЕГЕИ, 2009. 24 с.
4. Зональная стратиграфия фанерозоя России. СПб.: ВСЕГЕИ, 2006. 256 с.
5. Изменение климатов и ландшафтов за последние 65 миллионов лет (кайнозой: от палеоцена до голоцена). М.: ГЕОС, 1999. 260 с.
6. Легенда Воронежской серии листов Государственной геологической карты РФ М 1:200000. М.: Изд-во Геолфонд, 1999. 157 с.
7. Миоцен Окско—Донской равнины. М.: Недра, 1977. 248 с.
8. Глушков Б. В., Трегуб А. И., Савко А. Д. и др. Отчет о проведении геологического доизучения масштаба 1:200000 на площади листов N-37-XXX (Тамбов) и N-37-XXXVI (Рассказово). Воронеж: Изд-во ВГУ, 2003. Т. 1, кн. 1. 185 с.
9. Результаты деятельности региональных межведомственных стратиграфических комиссий. 2000-2009 гг. Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. Вып. 39. СПб.: ВСЕГЕИ, 2010. 84 с.
10. Стратиграфия СССР. Неогеновая система. М.: Недра, 1986. Полутом 1. С. 308—319. Полутом 2. С. 360—376.
11. Шуль В. Г. Спорово-пыльцевые комплексы неогеновых отложений Восточного Паратетиса (Волго-Хоперское междуречье) и их стратиграфическое значение: Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. Киев, 1990. 25 с.
12. Шуль В. Г. Роль палинологии в изучении миоцена Окско-Донской равнины // Палинология: стратиграфия и геоэкология. Сб. науч. трудов XII Всеросс. палинол. конф. СПб.: ВНИГРИ, 2008. Т. II. С. 35—40.
13. Шекина Н. А. История флоры и растительности юга Европейской части СССР в позднем миоцене-раннем плиоцене. Киев: Наукова Думка, 1979. 197 с.

ДИАТОМОВЫЕ И СПОРОВО–ПЫЛЬЦЕВЫЕ КОМПЛЕКСЫ ИЗ КАЙНОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ОХОТСКОГО МОРЯ (ТРОГ КАШЕВАРОВА)

И. Б. Цой, Н. К. Вагина

Тихоокеанский океанологический институт ДВО РАН, Владивосток; tsoy@poi.dvo.ru

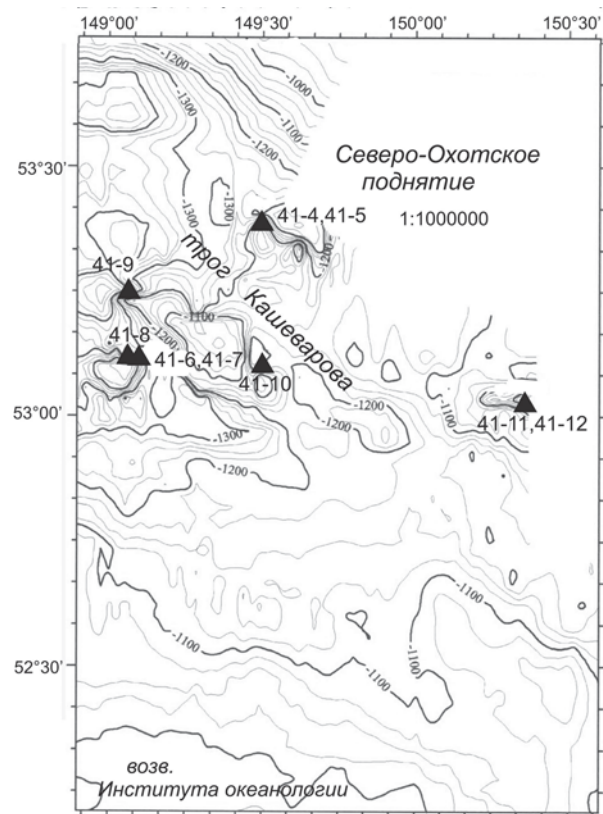
Представлены впервые обнаруженные в центральной части Охотского моря комплексы диатомей зон позднего олигоцена—раннего миоцена и конца позднего плиоцена—раннего плейстоцена и спорово-пыльцевой спектр позднего олигоцена. Предполагается, что в позднем олигоцене—раннем миоцене условия в этом районе были относительно мелководные, прибрежные, а в позднем плиоцене—раннем плейстоцене осадки накапливались на склоне подводной возвышенности.

В 41-м рейсе НИС «Академик М. Лаврентьев» (2006 г.) были выполнены геолого-геофизические работы в центральной части Охотского моря в районе трога Кашеварова. Он расположен между Северо-Охотским поднятием и возвышенностью Института океанологии (см. рисунок). На дне прогиба выделяется серия поднятий, представляющих собой выступы фундамента, погребенные под маломощным осадочным чехлом. Основная часть пород, поднятая на станциях драгирования, представлена интрузивными и вулканическими, незначительная — осадочными породами [7]. Осадочные породы представлены сильнолитифицированными (аргиллиты, алевроаргиллиты, алевролиты, туфы, песчаники) и слаболитифицированными (туфодиамиты, туффиты, покрытые железо-марганцевыми корками) породами. Все типы осадочных пород были отобраны для микропалеонтологического анализа с целью определения возраста и условий формирования. Химико-техническая обработка образцов на диатомовый и спорово-пыльцевой виды анализа проводилась по стандартным методикам с использованием тяжелой калиево-кадмиевой жидкости, а реконструкция условий осадконакопления — на основе анализа экологической структуры диатомовых комплексов. Для установления возраста диатомовых комплексов использовалась северо-тихоокеанская зональная шкала [4].

Диатомовые комплексы и силикофлагелляты, обнаруженные в осадочных породах, соответствуют зонам *Rocella gelida* позднего олигоцена, *Thalassiosira praeфрага* (24.0–20.3 млн лет) конца позднего олигоцена—раннего миоцена и *Actinocyclus oculatus* (2.0–1.0 млн лет) конца позднего плиоцена—раннего плейстоцена.

Комплекс зоны *Rocella gelida* (28.2–24.0 млн лет) позднего олигоцена обнаружен в сильнолитифицированных аргиллитах, алевроаргиллитах, туфах, алевролитах (ст. 41-4, 41-5, 41-6, 41-8, 41-9), поднятых в интервале глубин 1450–1100 м.

Комплекс диатомей характеризуется видами *Rocella gelida* (Mann) Bukry, *R. vigilans* Fenner, *Azpeitia salisburyana* (Lohman) Sims, *Cavitatus rectus* Akiba et Hiramatsu, *Kisseleviella carina* Sheshukova-Poretzkaya, *Ikebea tenuis* (Brun) Akiba, *Pseudopyxilla directa* (Pantocsek) Forti, представителями рода *Stephanopyxis* (фототаблица). Доминирует эврибионтный вид *Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve (38.6 %), отмечены пресноводные виды *Aulacoseira* spp., *Cymbella aspera* (Ehrenberg) Cleve, *Tabellaria* (?) sp. Доминирование неритических (70–94 %), присутствие бентических и пресноводных видов указывает на относительно мелководные близкие

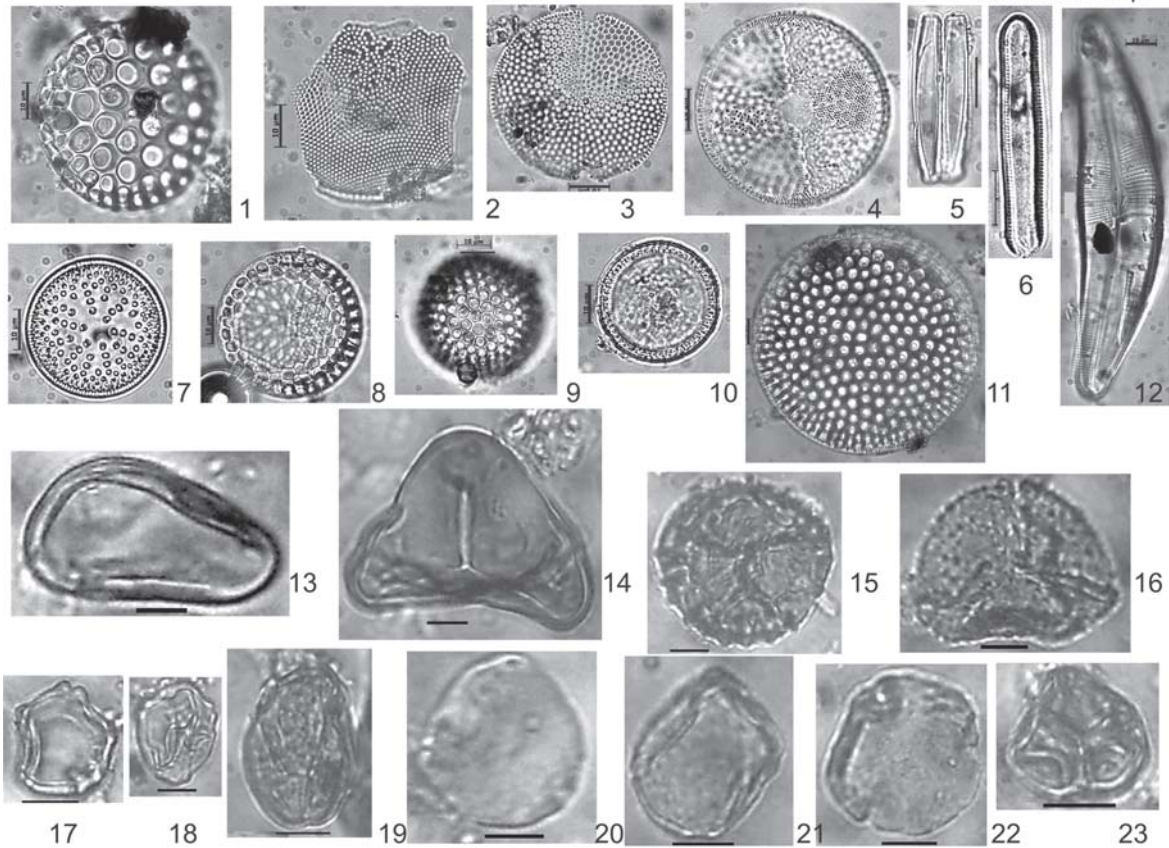


Станции драгирования в районе трога Кашеварова, Охотское море. 41-й рейс НИС «Академик М. А. Лаврентьев» [10]

к шельфовым условиям. Комплекс этой зоны впервые обнаружен в отложениях Охотского моря, но ранее он был уже установлен в разрезах прилегающей суши — в пиленгской свите Пограничного прогиба Восточного Сахалина [8, 15] и кулувенской свите Западной Камчатки [9]. Кроме того, комплекс диатомей зоны *Rocella gelida* распространен в отложениях островного склона Курило-Камчатского желоба [12, 13].

Спорово-пыльцевой спектр, обнаруженный только в туфах (ст. 41-6, гл. 1300–1180 м), характеризуется преобладанием спор (65.3 %), преимущественно сем. *Polypodiaceae* (43.3 %), а также *Lygodium* (14.5 %), *Lycopodium* (3.9 %), *Osmunda* (1.5 %) и единичных *Sphagnum*, *Ophyoglossaceae*. На втором по численности месте (19.6 %) — пыльца трав, чаще всего неопределенного таксономического состава. На пыльцу деревьев приходится 15.6 %, большая часть которой относится к мелколиственным породам — 9.5 %; в основном это пыльца *Alnus* — 7.1 %; *Betula* sect. *Albae*, *Betula* sect.

Фототаблица



Микроископаемые позднего олигоцена трога Кашеварова. 1-12 — комплекс диатомей зоны *Rocella gelida* (~28.2–24.0 млн. лет) позднего олигоцена (обр. 41-5-4): 1 — *Rocella gelida* (Mann) Bukry; 2 — *Stellarima microtrias* (Ehrenberg) Hasle et Sims; 3 — *Azpeitia salisburyana* (Lohman) Sims; 4 — *Actinocyclus senarius* (Ehrenberg) Ehrenberg; 5 — *Ikebea tenuis* (Brun) Akiba; 6 — *Cavitatus rectus* Akiba et Hiramatsu; 7 — *Actinocyclus ingens* Rattray; 8, 9 — *Stephanopyxis schenckii* Kanaya; 10 — *Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve; 11 — *Coscinodiscus marginatus* Ehrenberg; 12 — *Cymbella aspera* (Ehrenberg) Cleve (пресноводный вид); 13–23 — палиноспектр позднего олигоцена (обр. 41-6-5): 13 — *Polypodium* sp. (gigantea); 14 — *Lygodium* sp.; 15 — *Lycopodium* sp.; 16 — *Osmunda* sp.; 17 — *Alnus* sp.; 18 — *Betula* sp.; 19 — *Quercus* sp.; 20 — *Juglans* sp.; 21 — *Ulmus* sp.; 22 — *Tilia* sp.; 23 — сем. Ericales. Масштабная линейка — 10 мкм

Costatae, *Alnaster* — единичны. Пыльца широколиственных пород составляет всего 3.0 % и представлена немногочисленными пыльцевыми зёрнами *Juglans*, *Tilia*, *Ulmus*, *Fagus*, *Quercus*, *Pterocarya*, *Corylus*, *Magnolia* (?). Состав палиноспектра имеет наибольшее сходство с составом музминского палинокомплекса мачигарской свиты Северного Сахалина [2] по преобладанию спор папоротников сем. *Polypodiaceae* и присутствию спор *Lygodium*. Количество последних в туфах из прогиба Кашеварова выше (14.5 %), чем в северосахалинских, что может быть объяснено близким расположением суши. Сходство палиноспектра отмечено с СПК Западной Камчатки — низы кулувенской свиты [1]. Высокая концентрация пыльцы и особенно спор характеризует отложения, сформировавшиеся вблизи континентов или крупных островов [6].

Таким образом, диатомей и спорово-пыльцевой спектр, выделенный из сильнолитифицированных пород прогиба Кашеварова, свидетельствуют о позднеолигоценном (~28.2–24.0 млн. лет) возрасте вмещающих их осадков, мелководном характере морского бассейна и близости суши.

Комплекс диатомей зоны *Thalassiosira praeфрага* (24.0–20.3 млн лет) конца позднего олигоцена—раннего миоцена обнаружен в слаболитифицированных туфодиадомитах (ст. 41-5, гл. 1330–1100 м). Он разнообразен по видовому составу (определено 84 вида), ха-

рактеризуется видами *Thalassiosira praeфрага* Gladenkov et Barron, *Actinocyclus ingens* Rattray, *Cestodiscus trochus* Castracane, *Hemiaulus polymorphus* v. *frigida* Grunow, *Eucampia* aff. *balaustium* Castracane?, *Ikebea tenuis* (Brun) Akiba, *Kisseleviella carina* Sheshukova, *Odontella sawamurae* Akiba, *O. tuomei* (Bailey) Gleser, *Pseudotrickeratium kamtschaticum* A. Gladenkov, *P. rusticum* (Mann) A. Gladenkov, *Pterotheca reticulata* Sheshukova, *Stephanogonia hanzawae* Kanaya, *Peripteropsis tetracladia* Suto, *Spinosira dentata* (O. Korotkevitch) Kozyrenko et Makarova, *Stephanopyxis similis* Sheshukova, *S. cf. ferox* (Greville) Ralfs и др. Преобладают неритические виды (84.4 %), заметно количество бентических (11 %), океанические составляют 4 %. Отмечены пресноводные диатомей (*Aulacoseira* spp., *Tetracyclus lacustris* Ralfs), свидетельствующие о влиянии речного стока. Таким образом, условия формирования осадков конца позднего олигоцена — раннего миоцена аналогичны вышеописанным позднего олигоцена.

Комплекс диатомей зоны *Thalassiosira praeфрага* был установлен в отложениях подводного отрога Терпения и северного склона Курильской котловины Охотского моря [13], в верхней части мачигарской свиты п-ова Шмидта Северного Сахалина [14], в нижнеборской подсвите Пограничного района Восточного Сахалина [15], в верхней части кулувенской свиты Западной Камчатки [9]. Комплекс диатомей из отложений Западной

Камчатки наиболее близок по составу комплексу из трога Кашеварова, что свидетельствует о сходстве условий осадконакопления этих районов. Комплекс диатомей данной зоны установлен также в озерновской свите Восточной Камчатки [3, 5], формациях Токива, Тсубетсу и Киоро о. Хоккайдо [16] и отложениях островного склона Курило-Камчатского желоба [11]. Комплексы диатомей всех вышеупомянутых местонахождений имеют мелководный характер.

Комплекс диатомей зоны *Actinocyclus oculatus* (2.0–1.0 млн. лет) конца позднего плиоцена—раннего плейстоцена обнаружен в слаболитифицированных туффитах, покрытых железо-марганцевыми корками (ст. 41-12-4, гл. 925–770 м), поднятых в восточной части трога. Комплекс характеризуется доминированием холодноводного океанического вида *Coscinodiscus marginatus* Ehrenberg (26.3–43.0 %), высокой численностью неритических видов *Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve (14–15 %), *Thalassiosira gravida* f. *fossilis* Jousŷ (12–21 %) и единично представленными видами *Actinocyclus oculatus* Jousŷ, *A. curvatulus* Janisch, *A. ochotensis* Jousŷ, *Proboscia curvirostris* (Jousŷ) Jordan et Priddle, *Neodenticula koizumii* Akiba et Yanagisawa, *Bacterosira bathyomphala* (Cleve) Syversten et Hasle, *Stephanopyxis horridus* Koizumi, *Thalassiosira eccentrica* (Ehrenberg) Cleve, *Actinoptychus senarius* (Ehrenberg) Ehrenberg и др. В комплексе приблизительно равно количество неритических (42–58.6 %) и океанических (40.4–57 %) видов при незначительном количестве бентических форм (1.0–1.3 %), что характерно для осадков склонов. Единичны переотложенные неогеновые виды, многочисленны спикулы губок, отмечены радиолярии. Состав комплекса диатомей и других кремнистых микроископаемых свидетельствует о формировании осадков в холодноводных условиях сезонных льдов при активном гидродинамическом режиме на склоне подводной возвышенности. Осадки конца позднего плиоцена—раннего плейстоцена распространены в Охотском море и прилегающей суше [13]. Практически все они содержат переотложенные неогеновые виды, что свидетельствует об эрозионных процессах при формировании осадков этого возраста.

Таким образом, в осадочном чехле трога Кашеварова установлены зональные комплексы диатомей конца позднего олигоцена—раннего миоцена (28.0–20.3 млн. лет) и конца позднего плиоцена—раннего плейстоцена (2.0–1.0 млн. лет) и спорово-пыльцевой спектр позднего олигоцена. Микроископаемые свидетельствуют о том, что в позднем олигоцене—раннем миоцене вмещающие их осадки формировались в относительно мелководных прибрежных условиях, а в конце позднего плиоцена—раннем плейстоцене — в более глубоководных условиях склона подводной возвышенности. В позднем олигоцене—раннем миоцене севернее района трога Кашеварова располагалась, вероятно, огромная островная суша (Палеоохотия?). Нахождение разновозрастных осадочных пород с мелководными комплексами микроископаемых на батимальных глубинах свидетельствует об углублении бассейна, связанного, вероятно, с тектоническими процессами.

Работа выполнена при финансовой поддержке ДВО РАН (проекты №№ 09-1-П17-08, 09-11-СО-08-001, 09-111-А-07-337) и ФЦП “Мировой океан”.

Литература

1. Атлас фауны и флоры неогеновых отложений Дальнего Востока. Точилинский опорный разрез Западной Камчатки. М.: Наука, 1984. 335 с. (Труды ГИН АН СССР. Вып. 385).
2. Брутман Н. Я. О стратиграфическом положении палинокомплексов кайнозойских отложений Северного Сахалина // Кайнозой дальневосточных районов СССР. Л.: ВНИГРИ, 1978. С. 140–150.
3. Гладенков А. Ю. Зональная стратиграфия олигоцена и нижнего миоцена Северо-Тихоокеанского региона по диатомеям // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1998. Т. 6, № 2. С. 50–64.
4. Гладенков А. Ю. Детальная стратиграфия и морские экосистемы позднего кайнозоя севера Тихоокеанского региона (по диатомеям). М.: ГЕОС, 2007. 296 с.
5. Гладенков Ю. Б., Гладенков А. Ю., Титова Л. В. Нижний миоцен Восточно-Камчатского региона // Тихоокеан. геология. 1998. Т. 17, № 4. С. 3–21.
6. Коренева Е. В. Значение палинологии в исследовании отложений современных морей и океанов // Современные аспекты применения палинологии в СССР. Сборник научных трудов. Тюмень: Изд-во ЗапСибНИГНИ, 1983. 225 с.
7. Леликов Е. П. и др. Геологическое строение трога Кашеварова (центральная часть Охотского моря) // Тихоокеанская геология (в печати).
8. Орешкина Т. В. Олигоцен Дальневосточного сектора Тихого океана: Комплексы диатомей из пиленгской и борской свит Сахалина // Ископаемые микроорганизмы как основа стратиграфии, корреляции и палеобиогеографии фанерозоя. М.: ГЕОС, 1996. С. 133–148.
9. Орешкина Т. В. Новые данные по диатомеям из морских палеогеновых отложений Западной Камчатки // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2009. Т. 17, № 3. С. 104–119.
10. Отчет 41-го рейса НИС «Академик М.А. Лаврентьев», экспедиция «Курилы-2006» Владивосток-Охотское море-Владивосток. Владивосток: ТОИ ДВО РАН, ИО РАН, 2006. 111 с.
11. Терехов Е. П. и др. Верхнемеловые и кайнозойские комплексы вулканогенно-осадочных пород подводного хребта Витязя (островной склон Курило-Камчатского желоба) и история его развития // Тихоокеанская геология (в печати).
12. Цой И. Б. Олигоценовые диатомовые комплексы из отложений островного склона Курило-Камчатского желоба // Океанология. 2002. Т. 42, № 2. С. 267–280.
13. Цой И. Б., Шастина В. В. Кайнозойский кремнистый микропланктон из отложений Охотского моря и Курило-Камчатского желоба. Владивосток: Дальнаука, 2005. 181 с.
14. Экосистемы кайнозоя Охотоморского региона. Опорный разрез палеогена и неогена Северного Сахалина (п-ов Шмидта): стратиграфия, палеогеография и геологические события. М.: ГЕОС, 1999. 132 с.
15. Gladenkov A. Yu., White L. D., Gladenkov Yu. B., Blueford J. R. Cenozoic biostratigraphy of the Pogranichnyi Region, Eastern Sakhalin, Russia // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 2000. Vol. 158. P. 45–64.
16. Morita R., Titova L. V., Akiba F. Oligocene–Early Miocene Molluscs and diatoms from the Kitami-Tsubetsu area, Eastern Hokkaido, Japan // Sci. Rep. Tohoku University, Sendai, Sec. Ser. (Geology). 1996. Vol. 63, № 2. P. 53–213.

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ГОЛОЦЕНА И РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ ПОДЗОНЫ ЮЖНОЙ ТАЙГИ ПРИЕНИСЕЙСКОЙ СИБИРИ

Г. Ю. Ямских

Сибирский федеральный университет, Красноярск; Yamskikh@mail.ru

Отражены локальные тенденции изменения климата и растительности на основе изменений состава компонентов растительного покрова за девять тысяч лет.

На территории южной тайги были изучены разрез торфяных отложений, находящиеся в долине реки Кас и поймы р. Большой Кемчуг [1, 2]. Общеизвестно, что методической основой палинологических реконструкций растительности и климатов голоцена является оценка адекватности отражения в составе субфоссильных спорово-пыльцевых спектров современного растительного покрова районов исследования. Для разработки методики количественной оценки палеоклиматов голоцена и реконструкций растительных зон на территории южной тайги Приенисейской Сибири были разработаны нелинейные модели для расчета элементов палеоклимата и реконструкций растительных зон [3]. Нелинейные модели, несмотря на свою громоздкость, обладают лучшей устойчивостью по сравнению с линейными. Для лучшей обусловленности моделей использовались специальные ограничения на подстроечные коэффициенты, учтено большое количество компонентов спектра (70), что позволило моделям хорошо работать и быть устойчивыми к ошибкам при вводе данных. Математическое обеспечение методики составлено для компьютеров под управлением OS MS Windows в вычислительных средах Excel и Matlab. Текст соответствующих программ для ЭВМ составлен А. Л. Шемель.

Торфяные отложения изучены из естественного обнажения на левом берегу реки Кас, примерно в 20-ти километрах от устья. Для анализа были отобраны 64 образца сплошной колонкой с интервалом 5 см. Общая мощность торфяника составляет 3 м. Радиоуглеродный возраст нижнего образца 8795 ± 75 лет (СОАН-4332) и верхнего — 1275 ± 60 л. н. (СОАН-4447). Всего для данного разреза было получено семь радиоуглеродных датировок на глубинах 0.1; 0.4; 0.8; 1.0; 1.6; 2.4; 3.0 м. Болотный массив Кас средне увлажнен, современный растительный покров представлен видами *Pinus sylvestris*, *Pinus sibirica*, *Betula pubescens*, изредка встречается *Picea abovata*. Травяной ярус состоит из осок топяной, вздутой, плетевидной, вейника, сабельника болотного. Редкий моховый покров образуют зеленые мхи *Drepanocladus* и *Meesia*. Торф относится к низинному типу, лесо-топяному и топяному подтипу, древесно-травяной, травяной и травяно-моховой группе. Залежь имеет двухслойное строение, нижний слой (3.0—1.6 м) образован торфом лесо-топяного подтипа, древесно-травяного, травяного и березового видов. Второй слой, мощностью 1.6—0.0 м почти полностью образован травяным и осоковым видами торфа с несколькими прослойками древесно-травяного торфа. На спорово-пыльцевой диаграмме разреза выделяются пять палинологических зон, отражающих характер изменения растительного покрова и климата на данной территории от предбореального до субатлантического времени.

Зона I (инт. 3—2.6 м) отвечает концу бореального периода. В спектрах на долю древесных пород приходится более 60 %. Содержание пыльцы травянистых и кустарничковых растений составляет 25 %, спор — 15 %. Основная роль среди древесных пород принадлежит березе (40 %), пихте (45 %), ели, ольхе. Среди травянистых преобладают лилейные, розоцветные, губоцветные, бобовые, ирисовые и лютиковые. Среди спор на долю папоротников приходится 67 %, также присутствуют хвощи и плауны. Накопление осадков этой части разреза происходило в пихтово-елово-березовых лесах в прохладных климатических условиях. Среднемесячная температура января составляла минус 22.9 °С, температура июля — плюс 18.6 °С.

Зона II (инт. 2.6—1.5 м) характеризует время формирования древесно-травянистого торфа с прослойками сфагнума. В спорово-пыльцевых спектрах произошло уменьшение доли древесной растительности до 40 % и увеличение доли травянистых до 40 %. Доля спор колеблется в пределах 20—30 %. Главная роль среди древесных пород принадлежит пихте, березе, ели, возрастает роль сосны обыкновенной. В группе травянистых растений преобладают осоковые, розоцветные, лютиковые и злаковые. Среди спор увеличивается роль папоротников до 80 %. Это время соответствует раннеатлантическому периоду голоцена, когда развивались пихтово-елово-березовые леса с сосной и кедром. Климатические условия характеризовались следующими показателями: температура января минус 21.3 °С, температура июля — плюс 18.8 °С.

Зона III (инт. 1.5—0.8 м) характеризует отложения, сформировавшиеся, согласно радиоуглеродной дате, 6580 ± 65 л. н. (СОАН-4335) в позднеатлантическое время. В общем составе пыльцы происходит резкое увеличение доли древесной пыльцы до 85 % и уменьшение доли травянистой и споровой растительности до 7—8 %, соответственно. Среди древесных преобладает пыльца пихты (около 45 %), березы (35 %), увеличивается доля сосны обыкновенной и ели. Из пыльцы травянистых растений 50 % приходится на долю розоцветных, увеличивается содержание лютиковых до 35 %, получают развитие осоковые 10 %. Остальную часть пыльцы травянистых составляют губоцветные, гвоздичные, зонтичные, ирисовые, розоцветные (доля которых заметно уменьшилась). Среди спор происходит уменьшение доли папоротников и увеличение доли хвоща. Состав пыльцы указывает на развитие пихтово-сосново-березовых лесов с наличием ели и кедра. Среднеянварские температуры составляли минус 20.9 °С и среднеиюльские плюс 19.3 °С.

Зона IV (инт. 0.8—0.15 м) характеризуется господством древесной растительности — 89 % от общего состава пыльцы — и постепенным уменьшением травя-

нистой и споровой растительности — до 6 и 5 %, соответственно. Среди пыльцы древесных увеличивается доля пихты до 50 %, береза и сосна обыкновенная составляют по 14 %, максимума достигает пыльца ели (32 %). Среди травянистых присутствуют лилейные, осоковые, злаковые, ирисовые, розоцветные, грушанковые. Споры папоротников, хвощей и плаунов присутствуют в равных пропорциях. Состав флоры указывает на развитие темнохвойных пихтово-сосново-березовых лесов с участием ели и кедра. Средняя температура января минус 22 °С, средняя температура июля — плюс 18.5 °С.

Зона V (инт. 0.15—0.0 м) характеризует отложения, сформировавшиеся, согласно радиоуглеродной дате, 1275 ± 60 л. н. (СОАН-4337) в субатлантическое время. В общем составе пыльцы происходит снижение доли древесной пыльцы до 30 % и стремительное увеличение доли травянистой и споровой растительности. Среди древесных преобладает пыльца пихты (около 45 %), березы (35 %), уменьшается содержание сосны обыкновенной, присутствует ель. Из пыльцы травянистых растений 50 % приходится на долю лилейных, увеличивается содержание лютиковых до 35 %, получают развитие осоковые, губоцветные, гвоздичные, зонтичные, бобовые, мальвовые, подорожниковые, ирисовые, розоцветные (доля которых заметно уменьшилась). Среди спор происходит уменьшение доли папоротников и увеличение доли хвощей. Состав пыльцы указывает на развитие пихтовых лесов с примесью березы, сосны обыкновенной, ели, лиственницы и кедра. Среднеянварские температуры составляли минус 21.8 °С, среднеиюльские — плюс 18.7 °С.

На территории подзоны южно-таежных лесов палинологически изучены отложения поймы р. Большой Кемчуг мощностью 1.8 м от меженного уреза реки, отражающие начальные этапы формирования торфяников в среднем голоцене [1]. На спорово-пыльцевой диаграмме выделяются 5 палинологических зон.

Зона I характеризует отложения в инт. 1.75—1.55 м и охватывает, судя по абсолютному возрасту, конец среднеатлантического времени. В общем составе спектров преобладает пыльца древесных пород до 94.8 %, пыльцы трав содержится до 9 %, спор до 3 %. Среди пыльцы древесных больше всего березы (до 92.8 %), велика роль ели (до 30.5 %). Пыльца сосны и кедра содержится почти в равных количествах (до 24—29 %), пыльцы лиственницы и пихты по 1.7 %. В группе пыльцы трав и кустарничков господствует пыльца злаков, розоцветных и вересковых. Состав флоры указывает на развитие сосново-кедрово-березовых лесов с участием лиственницы, ели и пихты.

Зона II (инт. 1.55—1.15 м) соответствует первой половине позднеатлантического времени. Для этой зоны характерен лесной тип спорово-пыльцевых спектров. Количество пыльцы древесных пород колеблется от 76.1 до 89.6 %. Для зоны установлено преобладающее содержание пыльцы березы, постоянно присутствует пыльца сосны, кедра и ели. Встречается пыльца лиственницы и пихты (1.6 и 2.7 %). Пыльцы ивы содержится до 8.7 %, а ольховника до 2.7 %. В составе пыльцы травянисто-кустарничковых растений уменьшается роль злаков до 15 %, но увеличивается количество пыльцы осок до 47.4 %, что, по-видимому, связано с заболачиванием. Впервые в спектрах появляется

пыльца полыни. Лесное разнотравье представлено пыльцой лютиковых, розоцветных, зонтичных и первоцветных. Состав флоры и ее соотношение указывают на развитие лиственнично-пихтово-березовых лесов с участием сосны, кедра и ели.

Зона III (инт. 1.55—0.67 м) отвечает второй половине позднеатлантического времени. Для зоны характерен лесной тип спорово-пыльцевых диаграмм. Количество пыльцы древесных пород колеблется от 81.8 до 93.7 %. Для зоны установлено почти равное количество кедра и сосны. Постоянно присутствует пыльца ели и пихты, а пыльца лиственницы характерна лишь для первой половины зоны. В составе травянисто-кустарничковой части спектра велика роль осок, злаков, розоцветных и лютиковых. Попеременно в спектрах возрастает значение пыльцы полыней, маревых и сложноцветных. Состав спектров указывает на развитие березово-пихтово-кедрово-сосновых лесов с участием ели и лиственницы.

Зону IV (инт. 0.67—0.33 м) можно отнести к суббореальному времени. Для нее, как и для предыдущих зон, характерен лесной тип спорово-пыльцевых спектров. Количество пыльцы древесных пород более 70 %. Исключение составляет лишь спектр образца с глубины 0.58 м, где трав содержится 38 %, в основном, злаков. Выделяется также пик березы, где ее содержание доходит до 99 %. Вероятно, это объясняется не изменением климатической обстановки, а лесным пожаром, так как отложения содержат большое количество древесных угольков. Спектры отражают растительность кедрово-сосново-березовых лесов с участием ели и пихты.

Зона V (инт. 0.33—0.00 м) соответствует субатлантическому времени. В спектрах увеличивается роль пыльцы древесных пород до 88 %. Преобладает пыльца кедра, ели и сосны при 30 % содержании пыльцы березы. Постоянно присутствует пыльца пихты. В начале и конце зоны отмечена пыльца лиственницы. Среди травянисто-кустарничковой пыльцы главная роль принадлежит валериановым, лютиковым и гвоздичным. Соотношение пыльцы основных групп в общем составе и состав флоры в целом свидетельствуют о развитии растительности, характерной для зоны темнохвойных южно-таежных лесов (кедрово-пихтово-еловые леса с участием лиственницы, сосны и березы).

За последние шесть тысяч лет на территории зоны темнохвойных южно-таежных лесов существовала лесная растительность, но ее состав менялся. Конец среднеатлантического времени характеризовался развитием сосново-кедрово-березовых лесов с участием лиственницы, ели и пихты.

В позднеатлантическое время роль темнохвойных пород в составе лесов несколько увеличилась, но господство березы сохранилось, на пойменных уровнях были распространены заросли ивы. Леса стали лиственнично-пихтово-березовыми с участием сосны, кедра и ели. С этим временным интервалом связано и начало торфонакопления. Во второй половине позднеатлантического времени здесь произрастали березово-кедрово-сосново-пихтовые леса с участием ели и лиственницы.

В суббореальное время в составе лесов преобладали кедр, сосна и береза, но велика была роль и темнохвойных пород.

Субатлантический период характеризуется развитием пихтово-кедрово-еловых лесов с участием листвен-

ницы, сосны, березы и отражает современный состав растительности этой территории.

Литература

1. Ямских Г. Ю. Растительность и климат голоцена Минусинской котловины. Красноярск: Красноярский государственный университет, 1995. 185 с.
2. Ямских Г. Ю. Реконструкция растительности и климата голоцена внутриконтинентальных территорий

Приенисейской Сибири. Дис... докт. геогр. наук. Барнаул, 2006. 420 с.

3. Yamskikh G., Shchemel A. Mathematic model for reconstruction typical vegetation and climate of Holocene period of intercontinental regions of Priyenisey Siberia (basing on palynological data) // Abstracts of International Conference on Environmental Observations, Modeling and Information Systems: ENVIROMIS — 2008. Tomsk, 2008. P. 90.

ДИНАМИКА АРЕАЛА РОДА ПОЛЫНЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ В ГОЛОЦЕНЕ ПО ДАННЫМ ПЫЛЬЦЕВОГО АНАЛИЗА КАК ОТРАЖЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА

Т. А. Бляхарчук

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Томск; tarun5@rambler.ru

По данным 97 спорово-пыльцевых диаграмм с территории Западно-Сибирской равнины и Алтае-Саянской горной области с помощью палиноареологического метода была проведена реконструкция динамики ареала рода *Artemisia* по тысячелетним временным срезам с позднеледниковья до современности. Выявлено, что максимального распространения полынно-степные сообщества, вероятно криоаридного облика, на исследуемой территории имели место 13—10 тыс. лет назад. После 9 тыс. лет назад произошла коренная перестройка ландшафтов Западной Сибири, приведшая к распаду ранее непрерывного полынно-степного покрова на отдельные блоки. С 8 тыс. лет назад полынно-степные сообщества современного облика заняли зону современных степей и лесостепей Западной Сибири и Северного Казахстана, в то время как на территории таёжной зоны полынные сообщества были распространены эпизодически в экстразональных условиях и как пионерные растительные группировки на нарушенных почвах. С 4 тыс. лет назад до современности происходило пульсирующее смещение северной границы степной зоны к северу и обратно, а также расширение и сужение изолированных островных степей. В настоящее время наблюдается увеличение роли полыней в тундровой зоне Западной Сибири и в высокогорьях Алтая.

Видовое разнообразие полыней на территории Западной Сибири составляет 58 видов [7]. С севера на юг разнообразие видов полыней резко возрастает от 2-х видов севернее широтного отрезка р. Оби, до 19 видов в южной тайге, подтайге, лесостепи и луговой степи, до 25 видов — в настоящих степях и 37 видов — в сухих степях [6]. Ареалы видов полыней, таким образом, охватывают территорию от арктических тундр до полупустынь Монголии. Тем не менее большинство видов полыней являются доминирующими элементами растительного покрова открытых ландшафтов степной зоны. Отдельные виды степных полыней в составе экстразональных элементов растительного покрова проникают далеко в лесную зону. Такие экстразональные участки степей встречаются на юге таёжной зоны Западно-Сибирской равнины на террасах р. Оби. Хотя видовые определения пыльцы полыней возможны [9], но они практически не применялись при традиционных палеопалинологических исследованиях, поэтому в данной работе мы рассматриваем лишь общий палиноареал рода полыней.

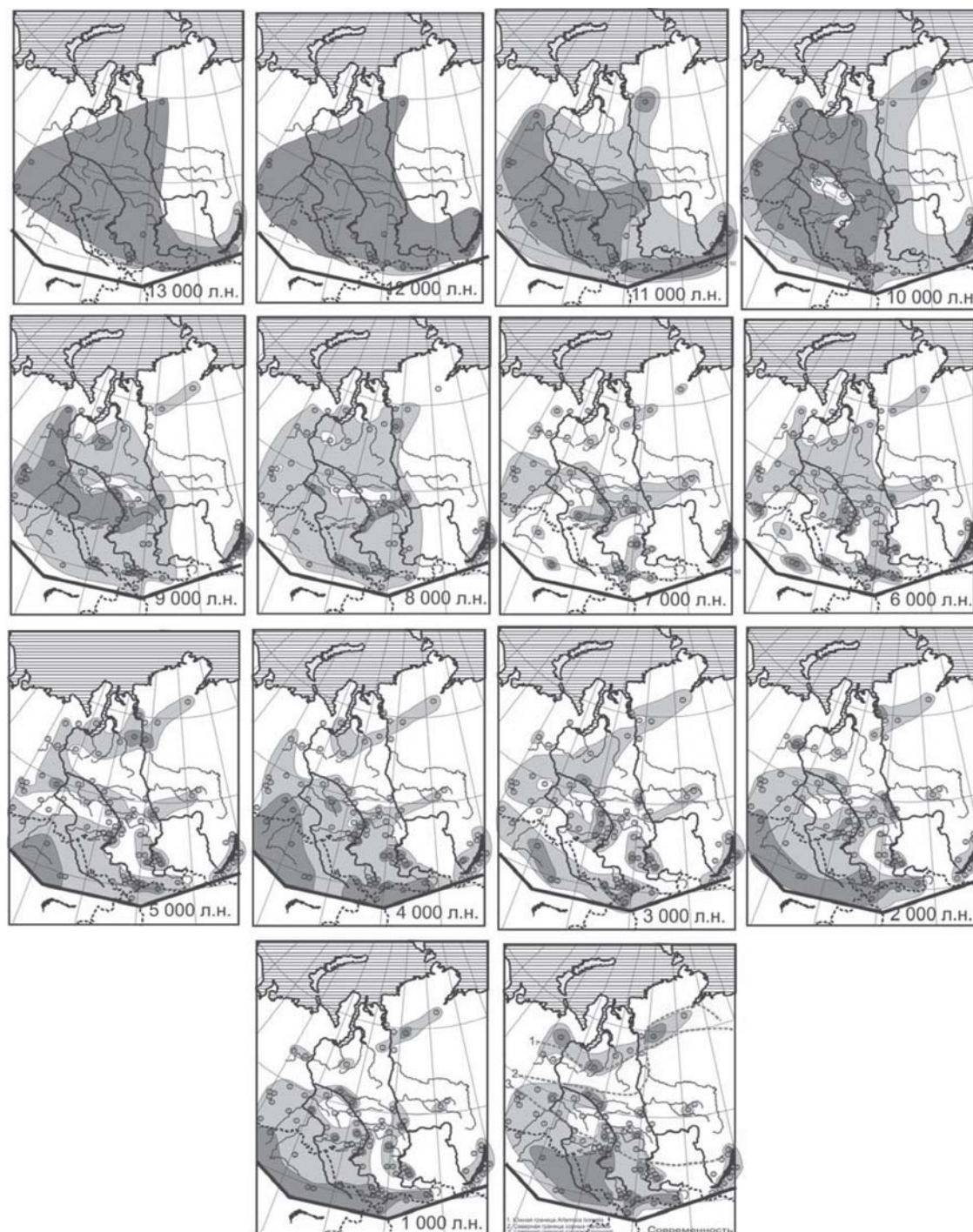
В палеопалинологических исследованиях увеличение обилия пыльцы полыни считается индикатором распространения степей, сокращения площадей лесов и аридизации климата. Для оценки облесённости и аридности ландшафтов используются специальные индексы, отражающие степень открытости ландшафтов, например, лесостепной индекс (ЛСИ), вычисляемый по палеопалинологическим данным как отношение суммы пыль-

цы степных растений к сумме древесной пыльцы умноженное на 100 [2], или индекс аридности, вычисляемый как отношение суммы пыльцы полыни и маревых к сумме пыльцы злаков [1, 3, 4]. Отношение суммы пыльцы полыни к сумме пыльцы маревых трактуется как индикатор, отделяющий степные спектры от пустынных [5]. Применение этих индексов к отдельным пыльцевым диаграммам демонстрирует, как в прошлом менялась облесённость ландшафта и степень засушливости климата в ландшафтах, прилегающих к изучаемому пыльцевому разрезу.

Однако до настоящего времени для территории Сибири не делалось широких обобщений по динамике степных ландшафтов на основе пространственных палеопалинологических данных, хотя к настоящему времени уже накоплено достаточное количество репрезентативных пыльцевых диаграмм для территории Западной Сибири. В данной работе сделана попытка восполнить данный пробел. Прежде всего, мы постарались выявить, как пространственное распределение обилия пыльцы полыней в современных пыльцевых спектрах статистически связано с растительным покровом Западной Сибири. Для этого мы использовали поверхностные пыльцевые спектры из собственных пыльцевых диаграмм и из опубликованных диаграмм других авторов, что в сумме составило 97 пыльцевых спектров покрывающих территорию Западной Сибири от полуострова Ямал на севере до границы Монголии на юге. Обилие пыльцы

пыльней в этих спектрах было переведено в баллы, так же как и степень открытости ландшафтов. Вся рассматриваемая территория была разбита сеткой с ячейками 0.5×1 градуса, и для каждой ячейки была дана оценка в баллах обилия пыльцы пыльней в спектрах (по близлежащему поверхностному пыльцевому спектру) и степени открытости ландшафта по зональной структуре растительного покрова. Корреляционный анализ двух рядов данных показал, что пространственное распределение обилия пыльцы пыльней в современных пыльцевых спектрах Западной Сибири связано значимым коэффициентом корреляции со степенью открытости ландшафта

$r = +0.53$ (при $p < 0.05$ и $N = 1105$). Также статистически значимым оказался коэффициент корреляции между обилием пыльцы пыльней в поверхностных пыльцевых спектрах и видовым разнообразием рода пыльней на территории Западной Сибири $r = +0.44$ (при $p < 0.05$ и $N = 1105$) согласно схеме приведённой в работе И. М. Крашенинникова [6]. Даже простое визуальное сравнение структуры современного палиноареала рода пыльней с зональной структурой растительного покрова Западной Сибири выявляет ряд явных закономерностей, отражающих зональную структуру растительного покрова, где максимальное обилие видов по-



Реконструкция динамики палиноареала рода пыльней на территории равнин Западной Сибири и гор Южной Сибири с позднеледникового до современности по тысячелетним временным срезам.

Тёмным тоном обозначено максимальное обилие пыльцы пыльни, более светлым тоном обозначено малое и единичное обилие пыльцы пыльни. Кружками обозначено расположение использованных пыльцевых диаграмм

лыней (как и обилие пыльцы полыней в поверхностных пыльцевых спектрах) приходится на лесостепные и степные районы, составляющие западную часть так называемого «ангарского центра видообразования полыней» [6]. Таким образом, общий палиноарел видов полыней, несомненно, отражает как современную структуру зональности растительного покрова, так и особенности современного климата на территории Западной Сибири [8]. Следовательно, реконструируя по палинологическим данным прошлую конфигурацию палиноареала полыней, можно делать выводы о динамике прошлого климата на территории Западной Сибири.

Далее в работе было проведено исследование динамики палиноареала полыней на территории Западной Сибири с позднеледникового времени до современности. Для этого были использованы авторские и литературные пыльцевые диаграммы общим числом 97, снабженные радиоуглеродными датировками. Полный список ссылок на литературные источники, из которых взяты пыльцевые диаграммы, приводится в диссертационной работе Т.А. Бляхарчук [8]. Обилие пыльцы полыней в этих диаграммах оценивалось для каждого тысячелетия по 4-х балльной шкале и заносилось на карту согласно местоположению каждой пыльцевой диаграммы (см. рисунок). Затем группы точек со сходными баллами объединялись одной изолинией и полученные контуры окрашивались соответствующим тоном от более темного (при максимальном балле — 3) до более светлого (при минимальном балле — 1). Области с максимальным баллом — 3, по нашему мнению отражают «**доминантное ядро палиноареала**», в котором виды рода полыней играют или играли доминирующую роль в растительном покрове, то есть они отражают «**ценоарел**» рода в понимании В.Б. Куваева [10]. В то время как области с меньшими баллами отражают весь «**голоарел**» рода полыней. Пространства, отмеченные баллом — 0 (отсутствие пыльцы полыни), не окрашивались совсем, как и обширные пространства, не имеющие пыльцевых данных. Глубины тысячелетних рубежей в пыльцевых диаграммах высчитывались с помощью глубинно-возрастных моделей по имеющимся радиоуглеродным датам. Таким способом были получены картограммы обилия пыльцы полыней на территории Западной Сибири по отдельным тысячелетиям с 13 тыс. лет назад до современности, отражающие по нашему мнению пространственно-временную динамику ареала рода полыней на исследуемой территории.

Проведённые оценки и построения, не смотря на наличие отдельных пробелов из-за отсутствия палеопалинологических данных в некоторых частях исследуемого региона, позволили выявить следующую пространственную картину динамики полярных степей на территории Западной Сибири. Так, установлено, что максимального распространения полярно-степные сообщества на территории Западной Сибири имели место 13–10 тыс. лет назад. В этот период климат на территории Западной Сибири был, видимо наиболее засушливым за весь период послеледниковья. После 9 тыс. лет назад произошла коренная перестройка ландшафтов, приведшая к распространению лесной растительности и распаду ранее непрерывного полярно-степного покрова Западной Сибири на отдельные блоки. Видимо облесение ранее открытых пространств с полярно-степной раститель-

ностью было связано с нарастающим потеплением и увлажнением климата. С 8 тыс. лет назад полярно-степные сообщества современного облика заняли зону лесостепей и степей Западной Сибири и Северного Казахстана. Установилась современная зональность растительного покрова Западной Сибири, обусловленная доминированием умеренно-континентального гумидного климата на территории современной таёжной зоны и умеренно-аридного климата на территории юга Западной Сибири. С этого времени на территории современной таёжной зоны полярные сообщества уже были распространены только эпизодически в экстразональных условиях и как пионерные группировки на нарушенных почвах. С 4-х тыс. лет назад до современности происходило пульсирующее смещение северной границы степной зоны к северу и обратно, а также расширение и сужение изолированных островных степей. В настоящее время наблюдается увеличение роли полыней в тундровой зоне Западной Сибири и в высокогорьях Алтая. Кластерный анализ балловых оценок обилия пыльцы полыней на территории Западной Сибири отграничил полярные сообщества, существовавшие 13–10 тыс. лет назад от полярных сообществ, существовавших с 9 тыс. лет назад до современности. Вероятно, данное разделение отделяет эпоху доминирования криоаридных степей от эпохи распространения современных полярно-степных сообществ в степной и лесостепной зонах Западной Сибири.

Литература

1. Fowel S. J., Hansen B. C., Seck J.A. et al. Mid to late Holocene climate evolution of the Lake Telman Basin, North Central Mongolia, based on palynological data // Quaternary Research. 2003. Vol. 59. P. 353–363.
2. Traverse A. Paleopalynology. Allen and Unwin. Dostob. 1988. 600 p.
3. Gasse F., Van Campo E. Abrupt post-glacial climate events in Western Asia and North Africa monsoon domain // Earth and Planetary Science Letters. 1994. Vol. 126. P. 435–456.
4. Tarasov P. E., Cheddadi R., Guiot J. et al. A method to determine warm and cool steppe biomes from pollen data; application to the Mediterranean region // Journal of Quaternary Science. 1998. Vol. 13. P. 335–344.
5. Feng Z. D., An C. B., Wang H. B. Holocene climatic and environmental change in the arid and semi-arid areas of China: a review // The Holocene. 2006. Vol. 16.1. P. 119–130.
6. Крашенинников И. М. Опыт флористического анализа некоторых евразийских групп рода *Atemisia* L. в связи с особенностями палеогеографии Евразии // Материалы по истории флоры и растительности СССР. М.-Л.: Наука, 1946. Вып. II. С. 85–196.
7. Флора Сибири: Asteraceae (Compositae). Новосибирск: Наука, 1997. Т. 13. С. 470.
8. Бляхарчук Т. А. Послеледниковая динамика растительного покрова Западно-Сибирской равнины и Алтае-Саянской горной области (по данным ботанического и спорово-пыльцевого анализа болотных и озёрных отложений). Дис.... д. биол. наук. Томск, 2010. С. 519.
9. Гричук В. П. К вопросу о точности видовых определений ископаемой пыльцы // Ботанический журнал. 1953. Т. 38, № 3. С. 412–415.
10. Куваев В. Б. Флора Путорана // Ботанический журнал, 1965. Т. 50. № 8. С. 1121–1126.

ПРИКЛАДНАЯ ПАЛИНОЛОГИЯ

ВЛИЯНИЕ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПОЛИМОРФНОСТЬ ПЫЛЬЦЫ *PINUS PUMULA* PALL. REGEL (КУРИЛЬСКИЕ ОСТРОВА)

Н. И. Белянина

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток; *nibelyanina@yandex.ru*

Рассматривается полиморфизм пыльцы *Pinus pumula* Pall. Regel на островах Курильской гряды. Установлено влияние вулканической тефры на строение пыльцевых зерен *Pinus pumula*. Выявлены основные признаки их полиморфности.

Одним из основных доминантов в растительном покрове Курильских островов является представитель семейства Pinaceae – *Pinus pumula* Pall. Regel. Вопрос о происхождении этого растения остается открытым. В течение долгого времени видовая самостоятельность кедрового стланика подвергалась сомнению. Вероятно, естественный полиморфизм пыльцы *Pinus pumula*, есть следствие филогенетического происхождения вида. До сих пор нет полной согласованности взглядов на происхождение этого растения и его филогенез. Б. А. Тихомиров [5] предлагал тесную филогенетическую связь *Pinus pumula* прежде всего с сибирским кедром *Pinus sibirica* Du Tour, который значительно перекрывает ареал стланика в западной части и имеет сходство с последним в строении пыльцы и хвои [3]. Иного мнения придерживаются В. Л. Комаров и др. [2], предполагавшие более вероятным происхождение кедрового стланика от теплолюбивой мелкоцветковой сосны *Pinus parviflora* Siebold et Zucc., растущей только на Японском архипелаге и в Маньчжурии.

Усиление континентальности климата Дальнего Востока в начале плейстоцена, вызванное замерзанием полярного бассейна и новыми поднятиями береговых хребтов, сделало зимний материковый муссон притихоокеанской полосы Восточной Сибири более сухим и морозным. Следствием этого явилось постепенное исчезновение из приморских районов экзотических хвойных, например, приморской кедровой сосны типа *Pinus parviflora*. Она приспособилась к перенесению зимних морозных муссонов, выработав способность к осеннему полеганию стволов и ветвей, изменив форму роста. Это открыло ее потомку – кедровому стланику, путь в малоснежные и континентальные районы Верхне-Колымской горной страны [6].

Следует отметить, что современные ареалы *Pinus pumula* и *Pinus parviflora* пересекаются на островах Хонсю, Хоккайдо (Япония), Кунашир и Итуруп (Россия). В спорово-пыльцевых спектрах раннего голоцена (о. Шикотан), присутствуют пыльцевые таксоны *Pinus s/g Haploxylon* [4]. По своему строению пыльцевые зерна похожи, и на *Pinus parviflora*, и на *Pinus pumula* [7]. Это, возможно, подчеркивает их филогенетическую связь.

В ходе палинологического исследования отложений торфяников голоценового возраста (14 разрезов) на островах Онекотан, Симушир, Уруп, Итуруп, Шикотан, Зеленый и Танфильева, было установлено влияние вулканических факторов на строение пыльцы *Pinus*

pumula. Во всех отложениях после появления вулканической тефры (выпадающей в результате извержения вулканов), в выделенных палинокомплексах, резко (в среднем до 1 % от общего количества пыльцы древесных растений) возрастает содержание полиморфных пыльцевых зерен.

В результате проведенного исследования, установлены следующие признаки полиморфности пыльцы *Pinus pumula* (по Дзюба и др., [1]): 1. Двумешковые пыльцевые зерна с сильно сближенными воздушными мешками. 2. Двумешковые пыльцевые зерна с недоразвитыми воздушными мешками. 3. Двумешковые пыльцевые зерна типа «*Diploxylon*». 4. Одномешковые пыльцевые зерна типа «*Tsuga*».

Полученные результаты дают представление о полиморфности пыльцы *Pinus pumula* в условиях экологического стресса. Происходит увеличение количества полиморфных пыльцевых зерен при усилении агрессивности природной среды, связанной с вулканической деятельностью.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 09-05-00003-а.

Литература

1. Дзюба О. Ф., Куликова Н. К., Токарев П. И. О естественном полиморфизме пыльцы *Pinus sylvestris* L. // Палинология: теория и практика. Сборник трудов XI Всероссийской Палинологической конференции. М.: АПЕС, 2005. С. 65–68.
2. Комаров В. Л. Флора полуострова Камчатки. Л., 1927. Т. 1. 339 с.
3. Литвинцева М. В. Морфология пыльцы *Pinus sylvestris* L. S. L. (Pinaceae) и некоторых близких видов // Ботан. журнал. 1978. Т. 63, № 7. С. 991–1006.
4. Разжигаяева Н. Г., Ганзей Л. А., Белянина Н. И., Гребенникова Т. А. Стратиграфия торфяника долины р. Горобец и развитие природной среды о. Шикотан (Малая Курильская гряда) в голоцене // Тихоокеанская геология. 2008. Т. 27, № 4. С. 82–98.
5. Тихомиров Б. А. К происхождению ассоциаций кедрового стланика (*Pinus Pumula* Rgl.) // Материалы по истории флоры и растительности СССР. М.–Л., 1946. Вып. 2. С. 491–537.
6. Юрцев Б. А. Гипоарктический ботанико-географический пояс и происхождение его флоры // XIX Комаровские чтения. Л.: Наука, 1966. 94 с.
7. Nakamura J. Diagnostic characters of pollen grains of Japan // Special Publications from the Osaka Museum of Natural History. 1980. Vol. 12. 157 p.

НАЛИЧИЕ АГЛОМЕРАТОВ В ПЫЛЬЦЕ АНЕМОФИЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ, ПОСТУПАЮЩЕЙ В АТМОСФЕРУ

В. В. Головкин

Институт химической кинетики и горения СО РАН, Новосибирск; golovko@ns.kinetics.nsc.ru

Исследован агрегатный состав пыльцы анемофильных растений, как распыляемой искусственно, так и в ходе поступления в атмосферу в процессе опыления. При поступлении в атмосферу пыльцы всех изученных видов во всех опытах наблюдалось значительное число агломератов, состоящих из двух или большего числа пыльцевых зерен. В ряде случаев в состав таких агломератов входило более 50 % от общего числа уловленных зерен пыльцы.

В процессе ветроопыления освобождение, перенос и осаждение пыльцы зависит преимущественно от абиотических факторов [1]. Рассеивание пыльцевых частиц помимо скорости ветра, турбулентности, вертикального коэффициента диффузии и высоты источника пыльцы обуславливается также скоростью осаждения частиц [2]. Этот последний параметр определяется аэродинамическими характеристиками пыльцевых частиц.

Таким образом, аэродинамические характеристики пыльцы, т. е. размер, форма, плотность и характер поверхности взвешенных в воздухе частиц, определяют с какой легкостью они покидают растительный полог, длительность их пребывания в атмосфере, эффективность их, и, в конечном счете, вероятность переноса пыльцы на значительные расстояния и успешность опыления.

При поступлении в атмосферу пыльца анемофильных растений претерпевает ряд изменений. При высыхании изменяются размеры и форма пыльцевых зерен [3]. В ряде случаев, например у амброзии, в них возникают воздушные полости, снижающие плотность пыльцы с 1.2 до 0.84 г/см³ [4]. У той же амброзии многими авторами неоднократно отмечалось образование агломератов, состоящих из значительного количества зерен пыльцы [5–7]. При образовании агрегатов аэродинамическое поведение частиц изменяется вследствие изменения всех их аэродинамических характеристик. Воздушные полости между зёрнами пыльцы снижают эффективную плотность частицы, агрегаты могут заметно отклоняться от сферической формы и иметь неровную поверхность, каковая повышает лобовое сопротивление. Скорость седиментации таких крупных частиц значительно выше, чем у отдельных зерен, что не способствует их переносу на значительные расстояния.

Общеизвестно, что пыльца ветроопыляемых растений имеет ряд морфологических особенностей, препятствующих ее слипанию и образованию агломератов. Она сухая, с более или менее тонкой и гладкой экзиной. При этом вопрос, насколько эффективно данные особенности морфологии пыльцы анемофильных растений препятствуют образованию агломератов, изучен сравнительно слабо.

Некоторое представление об образовании агломератов при поступлении пыльцы анемофильных растений в атмосферу можно получить в ходе экспериментов по ее искусственному распылению и улавливанию распыленной пыльцы на подложки. Подобные исследования проводились в 1996–2011 г. в ходе экспериментов по определению массы индивидуальных пыльцевых зерен и скорости седиментации пыльцевых частиц, осуществлявшихся на экспериментальной установке для распы-

ления порошкообразных материалов. Схема установки и методика проведения экспериментов были описаны ранее [8].

В ходе экспериментов на улавливающих поверхностях помимо одиночных пыльцевых зерен обнаруживались частицы, состоящие из двух или большего количества зерен пыльцы. Использование светового микроскопа позволяло уверенно идентифицировать частицы, в состав которых входило до шести пыльцевых зерен. При определении количества пыльцевых зерен, входивших в состав более крупных частиц, изредка возникали затруднения (в тех случаях, когда зерна пыльцы, входившие в состав частицы, располагались более чем в три слоя). Данные частицы, образовавшиеся, вероятно, из-за механического сцепления между деформированными вследствие высыхания пыльцевыми зёрнами и/или слабыми электростатическими взаимодействиями между ними, отличались малой прочностью и часто разрушались даже при слабо воздействии на них. Тем не менее агломераты пыльцевых зерен в значительных количествах обнаруживались в каждой серии опытов.

В таблице 1 приводятся результаты определения агломератного состава пыльцы 19 видов древесных растений, распыленной на улавливающие поверхности. У разных видов анемофильных древесных растений доля агломератов от общего количества уловленных пыльцевых частиц колеблется в широких пределах — от 7.8 % (орех маньчжурский) до 44.6 % (сосна обыкновенная). Необходимо особо отметить, что в состав агломератов могло входить до 72.8 % от общего количества распыленных пыльцевых зерен.

Результаты определения агломератного состава искусственно распыленной пыльцы 12 видов злаков и 10 видов прочих травянистых растений приводятся в табл. 2. Доля агломератов у разных видов злаков варьировалась от 13.5 до 28.2 %, доля пыльцевых зерен в составе агломератов колебалась от 26.5 до 56.7 %. У прочих травянистых растений доля агломератов от общего количества уловленных пыльцевых частиц колебалась от 13 до 27.4 %, доля пыльцевых зерен в составе агломератов — от 26.3 до 53 %.

Хотя условия, при которых пыльца анемофильных растений распыляется в экспериментальной установке, сильно отличаются от условий окружающей среды, при которых она поступает в атмосферу, образование значительных количеств агломератов во всех сериях опытов по искусственному распылению пыльцы, позволяет предположить, что и в ходе естественной эмиссии пыльцы в атмосферу должно наблюдаться подобное явление. В связи с этим в 2006 г. была проведена серия наблюде-

Таблица 1

**Результаты определения агломератного состава пыльцы древесных растений
и оценки доли пыльцевых зерен в составе агломератов**

Видовое название	Число пыльцевых частиц, осевших на подложку	Число пыльцевых зерен, осевших на подложку	Доля частиц из ≥ 2 зерен пыльцы, %	Доля пыльцевых зерен в составе агломератов, %	Видовое название	Число пыльцевых частиц, осевших на подложку	Число пыльцевых зерен, осевших на подложку	Доля частиц из ≥ 2 зерен пыльцы, %	Доля пыльцевых зерен в составе агломератов, %
<i>Abies sibirica</i> Ledeb. Пихта сибирская	6887	9622	23.1	45.0	<i>Pinus mugo</i> Turra Сосна горная	890	1266	23.4	46.1
<i>Acer negundo</i> L. Клен ясенелистный	7498	9455	16.3	33.6	<i>Pinus pallasiana</i> D. Don Сосна Палласова	8533	14545	31.2	59.6
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn. Ольха черная	1314	1933	26	49.4	<i>Pinus sibirica</i> Du Tour Кедр сибирский	9220	15792	30.7	59.5
<i>Betula microphylla</i> Bunge Береза мелколистная	1343	1560	12.4	24.6	<i>Pinus sylvestris</i> L. Сосна обыкновенная	13553	27616	44.6	72.8
<i>Betula pendula</i> Roth Береза повислая	55946	86984	31.2	55.7	<i>Populus nigra</i> L. Тополь черный	15968	19306	14.3	29.1
<i>Hippophae rhamnoides</i> L. Облепиха крушиновидная	4329	5128	12.9	26.4	<i>Populus tremula</i> L. Осина обыкновенная	64811	89620	22.6	44.0
<i>Juglans mandshurica</i> Maxim. Орех маньчжурский	2956	3240	7.8	15.9	<i>Salix carpea</i> L. Ива козья	1586	2481	28.4	54.3
<i>Juniperus sabina</i> L. Можжевельник казацкий	8102	10944	21.4	41.8	<i>Salix pentandra</i> L. Ива пятитычинковая	7422	13947	29.3	62.4
<i>Larix sibirica</i> Ledeb. Лиственница сибирская	160	201	13.8	31.3	<i>Tilia cordata</i> Mill. Липа сердцевидная	814	1117	19.9	41.6
<i>Picea obovata</i> Ledeb. Ель сибирская	3079	5890	40.2	68.7					

ний для изучения процесса эмиссии пыльцы в атмосфере в природных условиях при фоновых значениях температуры и относительной влажности воздуха. Исследовалась эмиссия пыльцы основных групп анемофильных растений: древесных (13 видов лиственных и хвойных деревьев, являющихся основными лесообразующими породами либо широко используемых при озеленении), семь видов злаков, доминирующих в травянистых сообществах и разнотравья (восемь видов сорных трав, широко представленных в растительном покрове Новосибирской области).

Наблюдения проводились в природных условиях. Пыльца сдувалась порывами ветра с соцветий цветущих растений на подложки, покрытые глицерин-желатином (с добавлением красителя кумаши голубого) и расположенные на 20–25 см ниже. Скорость порывов ветра во время наблюдения составляла 0.3–2 м в секунду. При расположении подложки учитывалось направление ветра, т.е. подложка располагалась таким образом, чтобы на нее оседала высыпавшаяся из соцветия пыльца. Экспозиция подложек продолжалась 1–2 секунды. Одновременно с отбором проб проводились измерения температуры и относительной влажности воздуха с помощью

компактного прибора Center 311 temperature meter. Отборы проб пыльцы каждого вида проводились в пятикратной повторности. Пробы отбирались с соседних, близкорасположенных растений. Временные интервалы между отборами проб составляли порядка 10–15 минут.

Отобранные пробы пыльцы просматривались под микроскопом МБИ-11У42 при 20-кратном увеличении объектива. Подсчет осевших на препараты пыльцевых зерен и их агломератов проводился по 100 полям зрения. Отдельно учитывались частицы, состоящие из 1, 2, 3, 4 и большего числа пыльцевых зерен. При определении числа частиц в агломератах, состоящих более чем из шести зерен пыльцы, иногда возникали затруднения. В таких случаях для подсчета числа зерен в агломерате использовался 40-кратный объектив, а саму частицу относили к классу агломератов, с числом ПЗ в нем не меньшем, чем в рассматриваемой частице. Запись о такой частице снабжалась примечанием, указывающим на то, что число пыльцевых зерен в ней было не меньшим, чем такое-то число.

В ходе измерений подсчитывалось общее число агломератов, состоящих из разного числа пыльцевых зерен

Результаты определения агрегатного состава пыльцы травянистых растений и оценки доли пылевых зерен в составе агрегатов

Видовое название	Число пылевых частиц, осевших на подложку	Число пылевых зерен, осевших на подложку	Доля частиц из ≥ 2 зерен пыльцы, %	Доля пылевых зерен в составе агрегатов, %	Видовое название	Число пылевых частиц, осевших на подложку	Число пылевых зерен, осевших на подложку	Доля частиц из ≥ 2 зерен пыльцы, %	Доля пылевых зерен в составе агрегатов, %
Злаки									
<i>Agropyron pectinatum</i> P. Beauv. Житняк гребенчатый	4049	4765	13.5	26.5	<i>Elytrigia repens</i> Nevski. Пырей ползучий	23853	30928	17.2	36.2
<i>Agrostis gigantea</i> Roth Полевица гигантская	23831	37435	26.8	53.4	<i>Festuca arundinacea</i> Schreb. Овсяница тростниковая	7282	9564	18.9	38.2
<i>Arrhenatherum elatius</i> C. Presl Райграс французский	7183	11894	28.2	56.7	<i>Festuca pratensis</i> Huds. Овсяница луговая	7539	9806	18.2	37.1
<i>Bromopsis inermis</i> Holub. Кострец безостый	2572	3294	20.7	38.1	<i>Phalaroides arundinacea</i> Rauschert Двуклесточник тростниковый	4656	6276	20.1	40.7
<i>Dactylis glomerata</i> L. Ежа сборная	9592	13081	20.2	41.4	<i>Phleum pratense</i> L. Тимофеевка луговая	15695	23976	25.6	51.3
<i>Elytrigia intermedia</i> Nevski. Пырей средний	12964	19364	18.2	45.2	<i>Zea mays</i> L. Кукуруза обыкновенная	1262	1554	16.9	32.5
Разнотравье и сорные травы									
<i>Artemisia sieversiana</i> Willd. Полынь сиверса	2725	3357	16.3	32.0	<i>Plantago media</i> L. Подорожник средний	2299	2714	13.0	26.3
<i>Carex macroura</i> Meinsh. Осока большехвостая	958	1387	26.1	49.0	<i>Rumex confertus</i> Willd. Щавель конский	4492	6313	23.6	45.7
<i>Datisca cannabina</i> L. Датиска коноплевая	2443	3797	27.0	53.0	<i>Solidago Canadensis</i> L. Золотарник канадский	2426	3284	19.3	40.4
<i>Humulus lupulus</i> L. Хмель обыкновенный	2777	4066	27.4	50.4	<i>Thalictrum simplex</i> L. Василистник простой	3317	4893	24.8	49.0
<i>Plantago lanceolata</i> L. Подорожник ланцетный	1830	2773	27.0	51.9	* <i>Typha latifolia</i> L. *Рогоз широколистный	937	1164	17.8	33.8

* Единицей распространения пыльцы рогоза широколистного является тетрада пылевых зерен. Приведенные в таблице 2 данные относятся к % доле агрегатов тетрад пылевых зерен рогоза и % доле тетрад пылевых зерен в составе агрегатов.

рен, определялась доля агрегатом из двух и более зерен пыльцы от общего количества пылевых частиц и доля пылевых зерен, входящих в состав агрегатов, от общего количества осевших зерен. Результаты измерения данных характеристик для древесных растений приведены в табл. 3, для злаков и прочих травянистых растений — в табл. 4.

Как видно из табл. 3 и 4, поступающая в атмосферу пыльца ветроопыляемых древесных и травянистых растений не монодисперсна. Помимо одиночных пылевых зерен регулярно в атмосферу поступают агрегаты, содержащие от 2 до 10 и более пылевых зерен. Процентная доля таких агрегатов от общего количества образовавшихся частиц сравнительно невелика (не более 32 %), однако доля пылевых зерен, входящих в состав агрегатов из двух или более зерен составляла от 22.3 до 57.8 % от общей пылевой продуктивности.

Выводы

1. Морфологические особенности строения пылевых зерен анемофильных растений, призванные предотвратить слипание зерен пыльцы, снижают количество образующихся агрегатов, но не предотвращают агрегатобразование.

2. В ходе изучения как искусственного распыления пыльцы анемофильных растений, так и ее естественного поступления в атмосферу в процессе цветения показано образование значительного количества агрегатов из двух или большего количества зерен пыльцы. Доля агрегатов от общего количества образовавшихся пылевых частиц может превышать 30 %, доля пылевых зерен в их составе — 50 %.

Работа выполнена при поддержке МНТЦ № 3695.

Таблица 3

Агрегатный состав пыльцы древесных растений, поступающей в атмосферу во время цветения

Видовое название	Дата	Температура, °С	Влажность, %	Число		% агломератов из двух или более зерен пыльцы	% зерен пыльцы в агломератах из двух или более ПЗ зерен пыльцы
				частиц	зерен		
<i>Abies sibirica</i> Пихта сибирская	2.06	23.2-23.6	34.5-36.9	1291	1646	18.0	35.8
<i>Alnus glutinosa</i> Ольха черная	5.05	16.2-27	20-22.5	2023	3364	30.7	55.4
<i>Acer negundo</i> Клен ясенелистный	20.05	21.1-23.6	23.8-26.3	8326	13256	29.6	53.8
<i>Betula pendula</i> Береза повислая	23.05	23.1-24	37.7-47.7	2759	3661	18.3	38.1
<i>Hippophae rhamnoides</i> Облепиха крушиновидная	17.05	18.0-19.8	43.4-44.6	1604	2157	19.9	41.1
<i>Juglans mandshurica</i> Орех маньчжурский	10.06	29.2-29.3	43.3-44.0	4594	5320	10.6	22.3
<i>Larix sibirica</i> Лиственница сибирская	15.05	22.4	39.4-42.2	1659	2092	16.1	32.6
<i>Picea obovata</i> Ель сибирская	1.06	24.2-26.9	16.2-26.9	1935	2381	16.0	31.1
<i>Pinus sibirica</i> Кедр сибирский	15.06	29.7	61.6	6327	8743	24.2	44.8
<i>Pinus sylvestris</i> Сосна обыкновенная	12.06	25-36	40.6-64.4	5290	7041	20.9	40.6
<i>Populus nigra</i> Тополь черный	19.05	19.1-21.2	23.8-26.1	4043	6002	27.2	51.1
<i>Populus tremula</i> Осина обыкновенная	13.05	22.6-22.7	38.9-40	7682	8870	22.6	44.2
<i>Quercus robur</i> Дуб черешчатый	29.05	29.4-31	41.4-46.5	2626	3203	14.9	30.5

Таблица 4

Агрегатный состав пыльцы травянистых растений, поступающей в атмосферу во время цветения

Видовое название	Дата	Температура, °С	Влажность, %	Число		% агломератов из двух или более зерен пыльцы	% зерен пыльцы в агломератах из двух или более ПЗ зерен пыльцы
				частиц	зерен		
Злаки							
<i>Agrostis gigantea</i> Полевица гигантская	21.07	21	73	357	453	17.7	35.7
<i>Bromopsis inermis</i> Кострец безостый	12.07	22	82	6824	10213	28.0	52.1
<i>Dactylis glomerata</i> Ежа сборная	12.07	22	82	3904	5654	22.8	46.3
<i>Elytrigia repens</i> Пырей ползучий	18.06	29.4	72	2455	3435	23.3	45.0
<i>Festuca pratensis</i> Овсяница луговая	21.06	26.5–29.4	71.9–75	10562	13082	17.6	33.6
<i>Phalaroides arundinacea</i> Двукосточник тростниковый	12.07	25–25.4	70–74	7196	11419	31.6	51.2
<i>Phleum pratense</i> Тимофеевка луговая	19.07	24	73	2634	3860	24.2	48.2
Разнотравье и сорные травы							
<i>Artemisia absinthium</i> Полынь горькая	21.08	20	79	8131	10820	20.6	41.5
<i>Carex macroura</i> Осока большехвостая	5.05	20.8–22.2	18.6–24.4	11014	14492	19.6	38.8
<i>Cannabis sativa</i> Конопля посевная	10.08	21	72	1560	2154	21.0	42.5
<i>Chenopodium album</i> Марь белая	15.08	20	63	1954	3189	31.8	57.8
<i>Humulus lupulus</i> Хмель обыкновенный	11.08	19	80	3536	5081	24.5	47.4
<i>Plantago lanceolata</i> Подорожник ланцетный	17.07	24	73	5028	7067	22.3	44.8
<i>Thalictrum simplex</i> Василистник простой	20.07	23	58	4318	6227	21.6	45.5
<i>Urtica dioica</i> Крапива двудомная	17.08	22	80	7117	10877	30.0	55.5

Литература

1. Истомин В. Л., Куценогий К. П., Головкин В. В. Определение аэродинамических характеристик пыльцы // Аэрозоли Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2006. С. 260–282.
2. Bianchi D. E., Schwemmin D. J. and Wagner W. H. Pollen Release in the Common Ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) // Botanical Gazette. 1959. Vol. 120. № 4. P. 235–243.
3. Blackmore S., Barnes Y. S. Harmomegathic mechanisms in pollen grains // Pollen end spores: form and function. Academic Press. London. 1986. P. 137–149.
4. Culley T. M., Weller S. W., Sakai A. K. The evolution of wind pollination in angiosperms // Trends in Ecology and Evolution. 2002. Vol. 17. № 8. P. 361–369.
5. Jackson S. T. and Lypord M. E. Pollen Dispersal Models in Quaternary Plant Ecology: Assumptions, Parameters, and Prescriptions // The botanical review. 1999. Vol. 65. № 1. P. 39–74.
6. Harrington James B., Kurt Metzger Ragweed pollen density // Amer. J. Bot. 1963. Vol. 50. № 6. P. 532–539.
7. Ogden E. C., Haes Janet V., Raynor Gilbert S. Diurnal patterns of pollen emission in *Ambrosia*, *Pleum*, *Zea*, and *Ricinus* // Amer. J. Bot. 1969. Vol. 56. № 1. P. 16–21.
8. Raynor Gilbert S., Ogden Eugene C., Haes Janet V. Dispersion and deposition of Ragweed Pollen from Experimental Sources // Journal of Applied Meteorology. 1970. Vol. 9. № 6. P. 885–895.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССЫ ПЫЛЬЦЕВЫХ ЗЕРЕН АНЕМОФИЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ

В. В. Головкин¹, В. Л. Истомин², К. П. Куценогий¹

¹Институт химической кинетики и горения СО РАН, Новосибирск; golovko@ns.kinetics.nsc.ru

²Институт гидродинамики СО РАН, Новосибирск; impuls@hydro.nsc.ru

Описываются установка и методика для определения массы индивидуальных пыльцевых зерен. Определен вес индивидуальных зерен пыльцы сорока восьми видов анемофильных растений. По массе были рассчитаны эквивалентные диаметры частиц всех видов растений.

Доминирование в растительном покрове внетропической суши [6] последовательно цветущих ветроопыляемых растений, их огромная [8] пыльцевая продуктивность обуславливают присутствие в атмосфере заметных количеств пыльцы на протяжении всего периода вегетации растений. Пыльца играет важную роль в переносе химических элементов в биоценозах, вызывает аллергические заболевания [2]. Количество переносимого по воздуху пыльцевого материала определяется, помимо счетной концентрации, массой индивидуальных зерен пыльцы. Таким образом, их масса — важный параметр при изучении биогенного переноса химических элементов в биоценозах и пыльцевой аллергии.

При контакте с атмосферным воздухом пыльцевые зерна теряют содержащуюся в них воду. Высыхание сопровождается уменьшением объема, изменением плотности, изменением формы и, иногда, появлением воздушных полостей внутри пыльцевого зерна [7, 3]. Оно происходит практически мгновенно, его продолжительность сопоставима с длительностью высыпания пыльцы из пыльника. Поэтому, даже исходно сферические пыльцевые зерна злаков, тополей и лиственниц присутствуют в атмосфере в виде деформированных частиц неправильной формы. В связи с этим, литературные данные о размерах ацетоллизированной пыльцы мало пригодны при изучении переноса пыльцевых частиц в атмосфере. При оценках такого рода удобно использовать значения эквивалентных по массе диаметров пыльцевых зерен, т.е. диаметров сферических частиц плотностью 1 г/см^3 , имеющих ту же массу, что и зерна пыльцы.

Теоретические оценки массы пыльцевых зерен трудно осуществимы и их измеряют экспериментально [1, 5]. В настоящее время определены массы пыльцевых зерен около 120 видов растений [9], преимущественно древесных, произрастающих в Европе и Северной Америке. Пыльца растений других регионов изучена значительно хуже. Данная работа посвящена экспериментальному определению массы пыльцевых зерен растений Сибири, в том числе и интродуцированных человеком, и оценке их эквивалентных по массе диаметров.

На рис. 1 показана схема экспериментальной установки для распыления зерен пыльцы. Она состоит из двух основных блоков: I дозирующей системы и II — собственно установки по распылению порошкообразных материалов, дозирующая система является системой импульсного распыления и состоит из дозатора (1), в который помещается исследуемая пыльца, воздуховода (2), ресивера (3), электроконтактного манометра (4), электроклапана (5). Собственно установка по распылению порошкообразных материалов (II) представляет собой цилиндр (6), верхняя часть которого закрыта крышкой (7), являющейся приемником распыленной

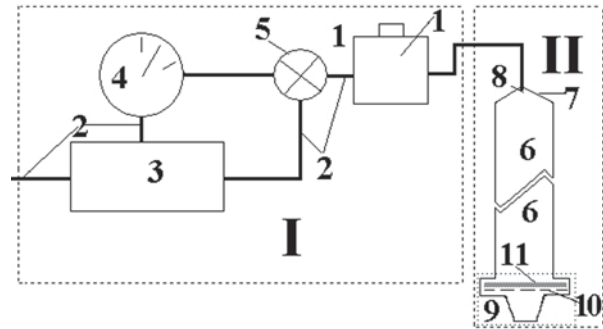


Рис. 1. Схема экспериментальной установки для распыления пыльцевых зерен

пыльцы, поступающей из дозирующей системы через сопло (8). Нижняя часть цилиндра оканчивается фильтродержателем (9), в который на металлическую сетку (10) помещаются фильтры типа АФА-ХА 11.

Фильтр АФА-ХА взвешивался на лабораторных аналитических весах и помещался в фильтродержатель. В бункер (1) экспериментальной установки закладывалось 10–20 мг пыльцы. В ресивер (3) подавался воздух с давлением в 5 атмосфер, открывался электроклапан (5) и следовал импульс сжатого воздуха, длительность которого составляла 0.05 секунды. Порция пыльцы с воздушным потоком распылялась в приемник и оседала на фильтр (10). После импульса фильтр вынимался, и установка многократно продувалась сжатым воздухом для удаления пыльцы, осевшей на стенках. Фильтр с напыленной на него пыльцой взвешивался вторично. По прирису осадка (точность определения веса осадка — 0.05 мг) на фильтре определялась масса осевших на него зерен пыльцы. Для каждого вида пыльцы проводилось 4–7 последовательных экспериментов.

Для закрепления пыльцевых зерен фильтр с напыленной на него пыльцой заклеивался прозрачным скотчем. Число пыльцевых зерен, осевших на фильтр, определяли с помощью микроскопа МБИ-11. На каждом фильтре при 80–320-кратном увеличении (в зависимости от числа осевших частиц и типа пыльцы) подсчитывалось количество осевших зерен на 100 произвольно выбранных полях зрения микроскопа. Перед просмотром фильтр просветляли, пропитывая его 50 % водным раствором глицерина с добавлением красителя кумаши голубого. Зная площадь фильтра, на которую оседала пыльца, и площадь просмотренных полей зрения, вычисляли общее число пыльцевых зерен в осадке.

Данные о массе осевшей пыльцы и числе ее зерен в осадке позволяют рассчитать массу индивидуального зерна пыльцы. Она рассчитывается, исходя из постоянства плотности осадка пыльцевых зерен, по следующему соотношению:

$$m = (M \cdot S_{ПЗ}) / (n \cdot S_{Ф}) \quad (1)$$

где m — масса пыльцевого зерна; M — масса напыленной пыли; n — среднее число зерен пыли в поле зрения; $S_{ПЗ}$ — площадь просмотренных полей зрения; $S_{Ф}$ — площадь фильтра, на которую напылена пыльца ($S_{Ф} \approx 20 \text{ см}^2$).

Относительная погрешность определения массы пыльцевых зерен ($\Delta m/m$) складывается из относительных погрешностей измерения: массы напыленной на фильтр пылицы $\Delta M/M$, площади просмотренных полей зрения $\Delta S_{ПЗ}/S_{ПЗ}$, площади фильтра $\Delta S_{Ф}/S_{Ф}$ и среднего числа пыльцевых зерен на поле зрения $\Delta n/n$:

$$\left| \frac{\Delta m}{m} \right| = \left| \frac{\Delta M}{M} \right| + \left| \frac{\Delta S_{ПЗ}}{S_{ПЗ}} \right| + \left| \frac{\Delta S_{Ф}}{S_{Ф}} \right| + \left| \frac{\Delta n}{n} \right| \quad (2)$$

Оценка погрешности определения массы ПЗ показала, что она в основном определяется точностью подсчета плотности осадка индивидуальных пыльцевых зерен. Данная ошибка составляет порядка 10 %. В табл. 1 и 2 приведены экспериментально найденные значения веса индивидуальных пыльцевых зерен, а также оценка изменчивости данного параметра, определяемая величиной стандартного геометрического отклонения σ_g^B .

Расчеты показывают, что экспериментально наблюдаемая величина изменчивости веса пыльцевого зерна σ_g^B в ряде случаев заметно выше погрешности определения его массы. Отсюда следует, что вес индивидуальных зерен пылицы не монодисперсен. Из табл. 1 и 2 видно, что наименее изменчив вес пыльцевых зерен ивы остролистной ($\sigma_g^B = 1.03$), наиболее — вес пыльцевых зерен можжевельника казацкого ($\sigma_g^B = 1.74$). Вес 95 % пыльцевых зерен данного растения изменяется в 7 раз.

Ранее нами было показано [4], что изменчивость веса индивидуальных пыльцевых зерен хорошо соответствует логнормальному распределению следующего вида:

$$\frac{dp}{d \ln G} = \frac{\exp \left(\frac{\ln^2 G}{\sigma^2} \right)}{\sqrt{2\pi}\sigma} \quad (3)$$

$$\sigma = \ln \sigma_g \quad (4)$$

где p — вероятность обнаружения веса пыльцевого зерна в интервале от G до $G+dG$, G_{50} — модальное значение

Таблица 1

Результаты определения масс индивидуальных пыльцевых зерен древесных растений и оценки их эквивалентных диаметров

Видовое название	Среднегеометрический вес зерна пылицы, $\langle G_p \rangle$, нг	изменчивость веса зерен пылицы σ_g^B	$d_{\text{экв}}^G$, мкм	изменчивость диаметра зерен пылицы σ_g^d	Видовое название	Среднегеометрический вес зерна пылицы, $\langle G_p \rangle$, нг	изменчивость веса зерен пылицы σ_g^B	$d_{\text{экв}}^G$, мкм	изменчивость диаметра зерен пылицы σ_g^d
<i>Abies sibirica</i> Ledeb. Пихта сибирская	82.4	1.23	54.0	1.07	<i>Pinus pallasiana</i> D. Don Сосна Палласова	13.7	1.09	29.7	1.03
<i>Acer negundo</i> L. Клен ясенелистный	8.3	1.21	25.1	1.07	<i>Pinus sibirica</i> Du Tour Кедр сибирский	16.4	1.15	31.5	1.05
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn. Ольха черная	3.5	1.30	18.8	1.09	<i>Pinus sylvestris</i> L. Сосна обыкновенная	14.5	1.22	30.3	1.07
<i>Betula microphylla</i> Bunge Береза мелколистная	3.9	1.07	19.6	1.02	<i>Populus nigra</i> L. Тополь черный	3.5	1.16	18.9	1.05
<i>Betula pendula</i> Roth Береза повислая	2.8	1.26	17.4	1.08	<i>Populus tremula</i> L. Осина обыкновенная	4.0	1.26	19.7	1.08
<i>Hippophae rhamnoides</i> L. Облепиха крушиновидная	7.5	1.33	24.3	1.10	<i>Quercus robur</i> L. Дуб черешчатый	8.21	1.44	25.0	1.13
<i>Juglans mandshurica</i> Maxim. Орех маньчжурский	12.9	1.29	29.1	1.09	<i>Salix acutifolia</i> Willd. Ива остролистая	3.0	1.03	17.9	1.01
<i>Juniperus sabina</i> L. Можжевельник казацкий	3.8	1.74	19.3	1.20	<i>Salix alba</i> L. Ива белая	2.4	1.11	16.6	1.03
<i>Larix sibirica</i> Ledeb. Лиственница сибирская	153.2	1.40	66.4	1.12	<i>Salix carpea</i> L. Ива козья	2.2	1.10	16.1	1.03
<i>Picea obovata</i> Ledeb. Ель сибирская	63.1	1.07	49.4	1.02	<i>Salix pentandra</i> L. Ива пятипятичликовая	2.5	1.28	16.9	1.08
<i>Pinus mugo</i> Turra Сосна горная	18.2	1.31	32.6	1.10	<i>Tilia cordata</i> Mill. Липа сердцевидная	10.7	1.25	27.3	1.08

Таблица 2

Результаты определения масс индивидуальных пыльцевых зерен травянистых растений и оценки их эквивалентных диаметров

Видовое название	Среднегеометрический вес зерна пыльцы, $\langle G_p \rangle$, нг	изменчивость веса зерен пыльцы σ_g^B	$d_{экв}^G$, мкм	изменчивость диаметра зерен пыльцы σ_g^d	Видовое название	Среднегеометрический вес зерна пыльцы, $\langle G_p \rangle$, нг	изменчивость веса зерен пыльцы σ_g^B	$d_{экв}^G$, мкм	изменчивость диаметра зерен пыльцы σ_g^d
Злаки									
<i>Agropyron pectinatum</i> P. Beauv. Житняк гребенчатый	16.0	1.26	31.3	1.08	<i>Elytrigia repens</i> Nevski. Пырей ползучий	22.3	1.13	34.9	1.04
<i>Agrostis gigantea</i> Roth Полевица гигантская	6.9	1.10	23.6	1.03	<i>Festuca arundinacea</i> Schreb. Овсяница тростниковая	18.2	1.23	32.7	1.07
<i>Arrhenatherum elatius</i> C. Presl Райграс французский	21.3	1.12	34.4	1.04	<i>Festuca pratensis</i> Huds. Овсяница луговая	16.9	1.22	31.9	1.08
<i>Bromopsis inermis</i> Holub. Кострец безостый	20.8	1.18	34.1	1.06	<i>Phalaroides arundinacea</i> Rauschert Двукосточник тростниковый	9.2	1.21	26.0	1.06
<i>Dactylis glomerata</i> L. Ежа сборная	9.9	1.40	26.7	1.12	<i>Phleum pratense</i> L. Тимофеевка луговая	15.8	1.20	31.1	1.06
<i>Elytrigia intermedia</i> Nevski. Пырей средний	50.6	1.05	45.9	1.02	<i>Zea mays</i> L. Кукуруза обыкновенная	243.7	1.22	77.5	1.08
Разнотравье									
<i>Artemisia absinthium</i> L. Полынь горькая	1.6	1.51	14.4	1.15	<i>Plantago lanceolata</i> L. Подорожник ланцетный	5.7	1.09	22.1	1.03
<i>Artemisia sieversiana</i> Willd. Полынь сиверса	1.7	1.38	14.7	1.11	<i>Plantago media</i> L. Подорожник средний	3.7	1.44	19.2	1.13
<i>Carex macroura</i> Meinhsh. Осока большехвостая	4.5	1.36	20.5	1.11	<i>Rumex confertus</i> Willd. Щавель конский	9.9	1.12	26.7	1.04
<i>Cannabis sativa</i> L. Конопля посевная	3.0	1.30	17.9	1.09	<i>Solidago Canadensis</i> L. Золотарник канадский	2.7	1.16	17.2	1.05
<i>Chenopodium album</i> L. Марь белая	3.8	1.17	19.4	1.05	<i>Thalictrum simplex</i> L. Василистник простой	4.1	1.11	19.9	1.04
<i>Datisca cannabina</i> L. Датиска коноплевая	1.0	1.29	12.4	1.09	<i>Typha latifolia</i> L. Рогоз широколистный	3.3	1.32	29.2	1.10
<i>Humulus lupulus</i> L. Хмель обыкновенный	3.5	1.14	18.9	1.04	<i>Urtica dioica</i> L. Крапива двудомная	0.77	1.17	11.3	1.06

ние веса пыльцевого зерна, σ_g — изменчивость веса пыльцевого зерна.

При нормально-логарифмическом распределении величины σ_g для любых моментов распределения сохраняются, а нормирующие множители момента любого порядка могут быть вычислены, если они известны для одного из них. При этом необходимо выполнение следующего условия — изоморфности формы и однородности состава исследуемых объектов. Последнее справедливо для пыльцевых зерен растений. Это позволяет использовать для оценки характерного размера ($d_{экв}^G$) пыльцевых зерен следующее соотношение:

$$\langle G_p \rangle = \frac{\pi d_{экв}^{3\sigma_g}}{6} \rho, \quad (5)$$

где ρ — средняя плотность пыльцевого зерна, обычно принимаемая равной 1 г/см³.

Таким образом, экспериментально найдены значения массы пыльцевых зерен, которые позволяют оценить эквивалентные размеры реально присутствующих в атмосфере пыльцевых частиц. Всего определено значение масс и эквивалентных по массе диаметров пыльцевых зерен 48 видов ветроопыляемых растений, чья пыльца в значительных количествах присутствует в атмосфере г. Новосибирска на протяжении всего вегетационного периода (табл. 1 и 2).

Выводы

1. Определены характеристики (среднее значение, изменчивость) массы индивидуальных пыльцевых зерен 48 видов анемофильных растений, произрастающих на территории Западной Сибири и доминирующих в составе пыльцевого спектра атмосферного аэрозоля в г. Новосибирске на протяжении вегетационного периода.

2. Установлены характерные размеры (эквивалентные диаметры) реально присутствующих в атмосфере пыльцевых зерен.

Работа выполнена при поддержке МНТЦ № 3695.

Литература

1. *Аргучинцев В. К., Безрукова Е. В., Макухин В. Л., Оболкин В. А.* Численное моделирование распространения пыльцы сосны (*Pinus silvestris*) в пограничном слое атмосферы Южного Прибайкалья // *Оптика атмосф. и океана*. 2001. Т. 14, № 6–7. С. 569–571.

2. *Балаболкин И. И.* Поллинозы у детей. М.: Кронпресс, 1996. 272 с.

3. *Головкин В. В., Куценогий К. П., Киров Е. И. и др.* Использование фотограмметрии для определения характеристик пыльцы // *Оптика атмосф. и океана*. 2000. Т. 13, № 9. С. 882–885.

4. *Истомин В. Л., Куценогий К. П., Головкин В. В.* Опре-

деление аэродинамических характеристик пыльцы // *Аэрозоли Сибири*. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2006. С. 260–282.

5. *Ярославцева Т. В.* Моделирование процессов распространения пыльцы растений // *Оптика атмосф. и океана*. 2002. Т. 15, № 5–6. С. 483–487.

6. *Ackerman J. D.* Abiotic pollen and pollination: ecological, functional, and evolutionary perspectives // *Plant Syst. Evol.* 2000. V. 222. P. 167–185.

7. *Harrington J. B., Metzger K.* Ragweed pollen density // *Amer. J. Bot.* 1963. V. 50. № 6. P. 532–539.

8. *Greenfield L. G.* Weight loss and release of mineral nitrogen from decomposing pollen // *Soil Biology and Biochemistry*. 1999. V. 31. № 3. P. 353–351.

9. *Jackson S. T., Lyford M. E.* Pollen Dispersal Models in Quaternary Plant Ecology: Assumptions, Parameters and Prescriptions // *The botanical review*. 1999. V. 65. № 1. P. 39–74.

ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ЗОНА ДЕРЕВНИ КУКАРКИ В XIII–XV ВЕКАХ: МЕТОДИКА СОПРЯЖЕННОГО АРХЕОЛОГИЧЕСКОГО, ПОЧВЕННОГО И ПАЛИНОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ МЕЩЕРСКИХ ЛАНДШАФТОВ

А. Л. Александровский¹, С. З. Чернов², Е. Г. Ершова³

¹ Институт географии РАН, Москва; alexandrovskiy@mail.ru

² Институт археологии РАН, Москва; chernovs@sumail.ru

³ РНИИ культурного и природного наследия МК РФ, Москва; eershova@rambler.ru

Работа является частью проекта по изучению внутренней колонизации 13–14 вв. Московской Руси с помощью методов археологии, почвоведения и геоботаники. В результате комплексного исследования получены данные о хозяйственной деятельности двух средневековых поселений, расположенных в северо-западной части Мещерской низменности, и связанных с этой деятельностью изменениях природной среды.

Настоящее исследование — часть проекта, целью которого является углубленное изучение внутренней колонизации 13–14 вв. Московской Руси с использованием инструментария археологии, почвоведения и геоботаники [5]. В каких природных условиях начался и протекал этот процесс? Какие природные ресурсы являлись приоритетными для населения на той или иной его стадии и, соответственно, как промысловые виды деятельности сочетались с земледелием и скотоводством? С какими экологическими проблемами столкнулся человек, начавший в это время заселять и осваивать водоразделы? На все эти вопросы трудно ответить без реконструкций природной среды и землепользования конкретных средневековых сел и деревень. В связи с этим задачей проекта стало комплексное исследование хозяйственной жизни и природопользования ранних деревень, выявленных по археологическим и историческим данным и отражающих типичные ландшафты Северо-Восточной Руси: мещерско-полесский ландшафт флювиогляциальных равнин и ландшафт моренных возвышенностей [6].

Археологи, занимающиеся древнерусским расселением, давно обратили внимание на то, что значительное

число рек, берега которых были плотно заселены в домонгольское время (11–первая треть 13 вв.), расположены в ландшафтах мещерского типа. Подобную ландшафтную приуроченность объясняли удобством супесчаных почв для ведения подсечного земледелия. Однако изучение Пехорского стана показало, что это явление может объясняться развитием лесных промыслов, прежде всего бортничества [4]. Могли ли хвойные леса, характерные для Мещерской низменности, служить ресурсной базой бортничества? Каким образом значительные изменения в составе лесов, произошедшие за последнее тысячелетие, связаны с хозяйственной деятельностью средневековых поселений? Ответить на эти вопросы можно лишь с помощью детальной реконструкции растительности тех участков Мещерской низменности, которые в 13–14 вв. подверглись освоению.

Для исследования была избрана хозяйственная зона древней деревни Кукарки, расположенная в Мещерской низменности у подножья Клинско-Дмитровской гряды (Шелковский район Московской области). В духовной грамоте митрополита Московского Алексея (умер 12.02.1378 г.) говорится, что он передал село «Душеное с деревнями и с бортью» кремлевскому Чу-

дову монастырю [7]. Кукарки являлась одной из 8 деревень этого села. Выбор данного участка обусловлен тем, что здесь сохранились следы хозяйственной деятельности двух периодов — 13 и 14 веков. Археологические раскопки показали, что первоначальная деревня (селище Кукарки Нижние) возникла на берегу реки Пруженки (пойма — 149 — 150 м в Балтийской системе высот), в краевой части террасы (151.5—152.5 м). Раскопками (72 кв. м) исследовано три ямы, которые отражают жилую застройку. Растрескавшийся в огне камень и фрагменты печнины свидетельствуют о наличии отопительного сооружения (калиброванная радиоуглеродная дата 1158 — 1185 гг.). Находки типичны для вятичских курганов первой половины 13 в. и бытуют в послекурганный период, к которому относится поселение (решетчатый перстень, биконическая сердоликовая бусина), керамика датируется 1225 — 1300 гг.

После периода запустения новое поселение было поставлено в 100 м от прежнего, на небольшом холме (156 — 156.5 м) (селище Кукарки Верхние). Раскоп (52 кв. м) выявил яму-погреб глубиной 2 м, стены которого крепились тонкими еловыми бревнами (следы клетки для хранения запасов — калиброванные радиоуглеродные даты 1271 — 1389 гг., 1314 — 1438 гг.), и подпечную яму глубиной около 1 м (следы жилой постройки) с керамикой 1350 — 1425 гг.

Третье поселение, упомянутое в грамоте Василия III 21.03.1506 г. под именем селца Кукарки, было перенесено еще далее от реки, и его пашня не затронула следы ранней хозяйственной деятельности. Территория покрыта лесом, который до сих пор именуется «Кукарки» — от русского местного географического термина, который был перенят от голяди, на что указывает литовское слово *kaukara(s)* — «холм», «вершина горы» (по С. Ухову). В лесу сохранились средневековые дороги (вдоль бровки реки и по возвышенности, через селище Верхние Кукарки).

Методика исследования предполагала: 1) археологические раскопки селитибных ядер поселений, выявление следов древних сооружений, их датирование, описание особенностей хозяйственного быта и материальной культуры поселенцев; 2) спорово-пыльцевой анализ разрезов пойменных и водораздельных торфяных отложений, отражающий общие изменения растительности вблизи поселений; 3) закладку катен, состоящих из рядов почвенных шурфов, размещенных таким образом, чтобы они отражали характер использования прилегающих к поселению территорий; 4) изучение почв с целью реконструкции последовательности процессов седиментации и почвообразования и выявления влияния на эти процессы деятельности человека; 5) спорово-пыльцевой анализ почвенных образцов; 6) сопоставление результатов исследований археолога, почвовода и палинолога.

Изучение территории, окружающей селища, было начато сериями торфяных разрезов, сделанных по стандартной методике в притеррасной части поймы р. Пруженки (рис. 1). Полученные данные спорово-пыльцевого и радиоуглеродного анализов показали, что со второй половины суббореального периода (радиоуглеродная дата 3490 л.н.) и до 11 — 12 вв. (калиброванная дата 683 (780) 1012 гг.) на берегах реки произрастали широколиственно-еловые леса со значительным участ

тием липы. Значительное участие в лесах широколиственных пород (липы, дуба, вяза, клена) к моменту появления первого поселения показал также анализ углей из подпечных ям. В период, соответствующий началу деятельности первых поселенцев в 13 в. (калиброванные даты 1045—1381 гг., 1168—1380 гг.) широколиственно-еловые леса сменились березовыми и сосновыми [2]. Во всех пойменных диаграммах в слоях, датированных примерно 12—13 вв., четко выражен первый пик сосны. В одном из разрезов этот слой содержит угли. Это позволяет предположить, что резкое возрастание роли сосны в лесах связано с одним или несколькими лесными пожарами, сопровождавшими деятельность первого поселения.

Хозяйственные зоны поселений были изучены с помощью двух серий почвенных разрезов: от селища Кукарки Нижние на восток («южная катена»), от того же селища на северо-восток, через селище Кукарки Верхние («северная катена») (рис. 1). Из почвенных разрезов были отобраны образцы для спорово-пыльцевого анализа, на месте отбора проб делались геоботанические описания и описания почв [1]. В большинстве разрезов пробы брались из визуально различимых почвенных горизонтов, а в ряде разрезов — сплошной колонкой че-

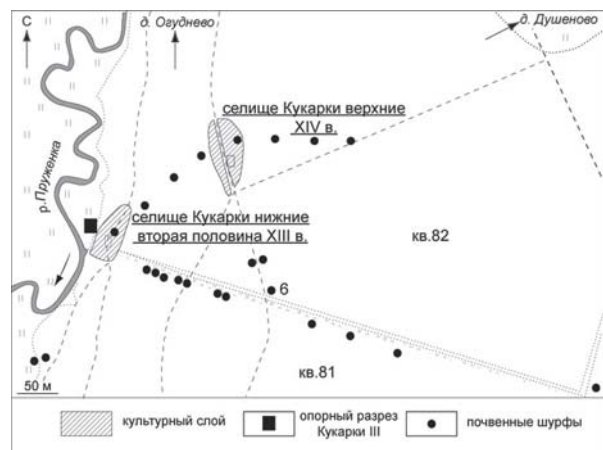


Рис. 1. Район исследований и расположение почвенных разрезов (Воря-Богородское лесничество, Шелковский район Московской области)

рез 2 см на глубину до 70 см. Во всех образцах была подсчитана концентрация пыльцы и спор, в тех случаях, когда количество пыльцы в образцах было достаточным, подсчитывались процентные соотношения типов пыльцы в спектрах.

В большинстве разрезов, за исключением находящихся на периферии изучаемой территории, были выявлены признаки почвенной эрозии. С возвышенных участков верхние слои почвы были смыты, в результате чего в понижениях рельефа (разрезы «нижней катены») древняя дневная поверхность оказалась погребена под слоем смытого суглинка или супеси на глубине до 60 см. Спорово-пыльцевой анализ выявил в большинстве разрезов «южной катены» несколько погребенных поверхностей, относящихся к разным временным периодам и разделенных слоями делювия. В нескольких из погребенных горизонтов найдены угли. Наиболее полный профиль представлен в разрезе **Кукарки-6** южной катены, сделанном у подножия холма и на равном расстоянии от обоих селищ. Обнаруженные в нем слои в той или иной степени про-

слеживаются и в других разрезах, поэтому на его примере можно в целом проследить все этапы изменения природной обстановки с 12 по 20 вв. (рис. 2).

А. Погребенная лесная почва, содержащая пыльцу деревьев, в основном *Pinus* и *Picea*. Прослеживается в нескольких разрезах «южной» катены и образовалась, по-видимому, под хвойно-широколиственным лесом, типичным, согласно данным, полученным для пойменных разрезов, для изучаемой территории в доагрикультурное время.

Б – В. Первый «пожарный» слой, предположительно относящийся ко времени первого поселения, т. е. 13 в., содержащий большое количество углей, как крупных, так и микроскопических, а также пыльцы и спор. Этот слой прослеживается в нескольких разрезах «южной» катены, на глубинах 50–60 см, заполняя понижения древнего микрорельефа. Среди углей из этого слоя определены *Pinus* и *Picea*, в спорово-пыльцевых спектрах же преобладает пыльца *Betula* и *Tilia*, а также пыльца и споры растений, характерных для ранних стадий послепожарных сукцессий (*Chaemenion angustifolium*, *Rosaceae*, *Asteraceae*, *Cichoriaceae*, *Pteridium*). Большое количество пыльцы липы (в ряде разрезов – до 40 % от суммы древесных), по-видимому, объясняется быстрым восстановлением липы на пожарищах и ее обильным цветением в условиях хорошей освещенности. Датировка нижнего пожарного слоя пока остается неясной. В разрезах «южной» катены первый «пожарный» слой локально, а, возможно, и на значительной площади перекрыт слоем суглинка, залегающим на глубине 30–40 см, предположительно смытого с более возвышенных элементов рельефа. Причина такой масштабной эрозии пока не ясна, возможно, это следствие хозяйственной деятельности 13 в.

Г. На слое смытого суглинка хорошо прослеживается третья (снизу) погребенная поверхность, второй «пожарный» слой. Этот слой выявляется во всех разрезах, кроме пойменных, и относится предположительно ко времени существования второго поселения, т. е. к 14 в. В большинстве случаев он отличается от ниже- и вышележащих слоев гомогенностью, как количественной, так и качественной распределения пыльцы по вертикали, что позволяет предположить, что почва была распашана. Все образцы из этого слоя содержат угли и чрезвычайно специфический набор пыльцы и спор: в нем доминируют споры плаунов *Lycopodium clavatum*, *L. annotinum* (до 70 % общего спектра) и пыльца *Pinus*. Можно предположить, что эти спектры отражают молодой пирогенный сосняк с плаунами, доминирующими в нижнем ярусе, сформировавшийся за временной промежуток между функционированием двух поселений. Этот тип сосняков (*Pinetum lycopodiosum*, сосняки плауновые), в настоящее время встречающийся редко и небольшими участками [3], в 14 в., по-видимому, занимал значительную часть изучаемой территории. Обилие плаунов, хорошо развивающихся на легких грунтах при отсутствии конкуренции, в нашем случае можно объяснить масштабной эрозией, сопровождавшей хозяйственную деятельность поселения 13 в. и полностью разрушившей напочвенный покров. Этот вывод подтверждается тем фактом, что в разрезах, сделанных за пределами хозяйственных зон поселений, в аналогичных слоях споры плаунов отсутствуют, также как и отсутствуют признаки эрозии. Наличие углей и признаки распашки, а также повышенное, по сравнению с поверхностными спектрами, участие пыльцы трав (до 20 %) позволяют предположить, что плауновый сосняк был сожжен и вырублен под пашню поселенца-

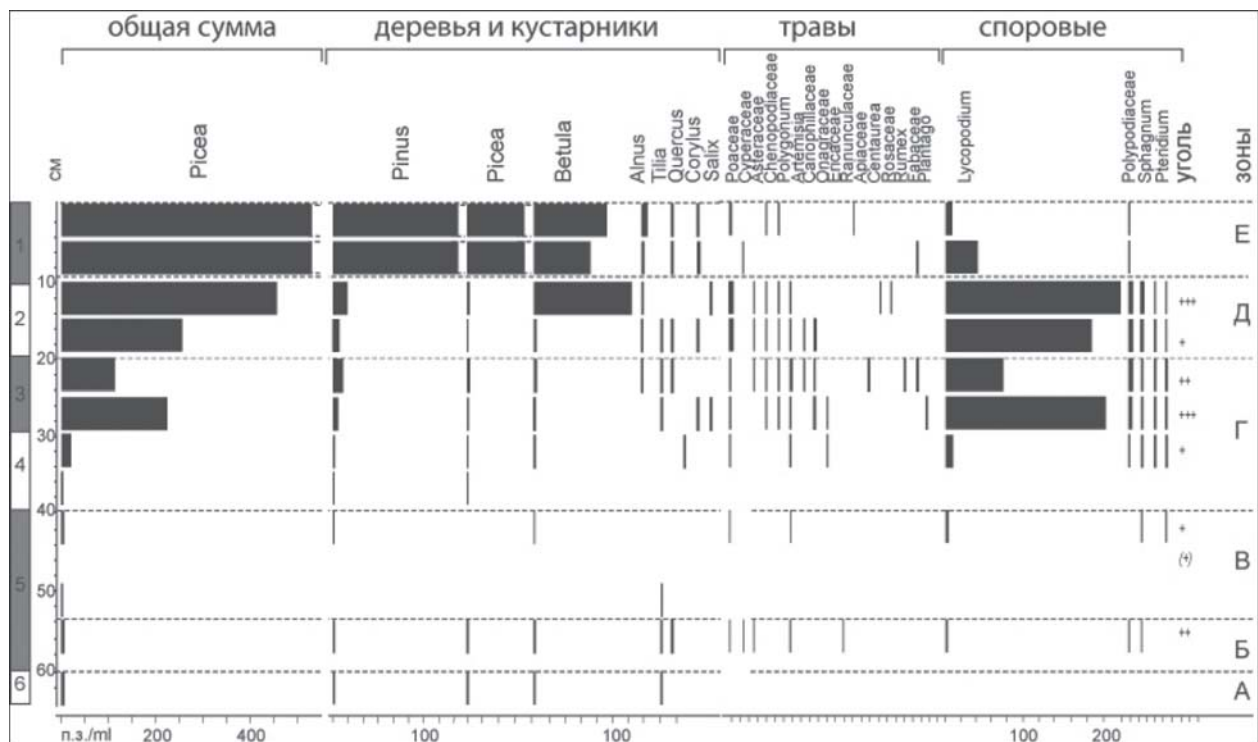


Рис. 2. Диаграмма разреза Кукарки-6.

По оси абсцисс — концентрация пыльцы и спор в почве (число пыльцевых зерен на см^3); по оси ординат — глубина взятия образцов. Литология: 1 — гумусовый горизонт; 2 — бурый суглинок; 3 — серовато-бурый суглинок; 4 — светло-бурый суглинок; 5 — погребенный угольный горизонт; 6 — белесый суглинок (погребенный подзолистый горизонт).

ми 14 в. Это снова вызвало почвенную эрозию, в результате чего на повышениях рельефа почва была частично смыта, а в понижениях пашня оказалась перекрыта слоем супеси.

Д. Слой, лежащий в основании гумусового горизонта современной почвы, третий «пожарный» слой. Содержит угли, пыльцу березы, иван-чая, злаков, споры орляка и плаунов. По всей видимости, березняк, которым заросла пашня после того, как поселение было оставлено, снова подвергся пожару, таким образом, возраст этого слоя можно датировать концом 15 – началом 16 вв. Пожар, возможно, не был столь масштабным, как предыдущие, так как слой этот наблюдается не во всех разрезах, и не привел к заметной эрозии.

Е. Гумусовый горизонт современной почвы, образовавшейся под лесом, восстановившимся на месте бывших полей и пожарищ. Во всех поверхностных спектрах доминирует пыльца деревьев, это *Pinus*, *Picea* и *Betula* в разных сочетаниях. Споры плаунов в самом верхнем слое практически отсутствуют, в более глубоких слоях (2–8 см) повсеместно встречаются в сравнительно небольшом количестве (1–20 % от общего числа зерен). Большое количество пыльцы березы в спектрах самого верхнего слоя, по-видимому, является следствием выборочных рубок или рубок ухода XX века.

Результаты проведенного комплексного исследования позволяют сделать некоторые предварительные выводы. Со второй половины субатлантического периода до начала славянского заселения в 13 в. на изучаемой территории господствовали смешанные хвойно-широколиственные леса со значительным участием липы. В 13 в. появление поселения на левом берегу р. Пруженки предположительно сопровождалось обширным пожаром, вызвавшим масштабную эрозию почвы, и, возможно, изменение уровня грунтовых вод. Вопрос о том, был ли этот пожар случайным, или необходимость выжигания больших массивов леса обуславливалась нуждами подсечного земледелия или бортного промысла, еще предстоит выяснить. После ухода людей на пожарищах начал восстанавливаться лес, и к середине 14 в. большая часть территории была покрыта светлыми сосняками с билием плаунов. Во время функционирования нового поселения сосняки были сожжены, а почвы под

ними, возможно, частично распаханы, что снова вызвало почвенную эрозию. После оставления поселения пашни заросли березняками и сосняками, которые еще один или несколько раз подвергались пожарам, что способствовало продолжительному поддержанию высокогорного участка сосны в древостоях. К этому же времени относится также исчезновение широколиственных пород, прежде всего липы, чему, возможно, способствовало похолодание «малой ледниковой эпохи». К XIX–XX вв. сосна стала постепенно вытесняться елью. Под влиянием выборочных рубок и рубок ухода сформировался современный облик леса, в древостое которого на равных участвуют сосна, ель и береза, а плауны полностью отсутствуют.

Литература

1. Александровский А. Л. Методика изучения палеопочв. Почвы в системе стратиграфии археологических объектов // Культура средневековой Москвы. Исторические ландшафты. М.: Наука, 2004. Т. 1. С. 35–40.
2. Ершова Е. Г. Изменения растительности в мешерских ландшафтах бассейна р. Вори в XII–XX вв. по данным палинологических и археологических исследований (Московская область, 2007 г.) // Бюллетень МОИП, сер. биол. 2009. Т. 114, Вып. 1. С. 61–67.
3. Рысин Л. П., Савельева Л. И. Сосновые леса России. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2008. 289 с.
4. Чернов С. З. Сельское расселение и ландшафты на Пехорке: загадка хозяйственного подъема в Мещере при первых московских князьях // Культура средневековой Москвы. Исторические ландшафты. М.: Наука, 2004. Т. 1. С. 126–188.
5. Чернов С. З. О комплексных методах в русской средневековой археологии // Средние века. 2009. Вып. 70(3). С. 98–131.
6. Чернов С. З., Ершова Е. Г. Природа и человек на водоразделах Радонежа в XIII – XVI вв.: методика корреляции спорово-пыльцевых данных (новые исследования Морозовского болота) // Российская археология. 2010. № 3. С. 101–118.
7. Акты социально-экономической истории Северо-Восточной Руси конца XIV – начала XVI в. (АСЭИ). М.: Изд-во АН СССР, 1958. Т. 3, № 28. С. 51.

ГЕОХИМИЯ И СТРАТИГРАФИЯ УГЛЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВЕРХНЕГО ПРИАМУРЬЯ

Т. В. Кезина

Амурский государственный университет, Благовещенск; *tkezina@mail.ru*

Проведено послойное палинологическое и геохимическое изучение бурых углей на месторождениях Зейско-Буреинского осадочного бассейна Амурской области, позволившее выявить определенную зависимость между химическим составом отложений, их возрастом и составом растений-углеобразователей. Степень дифференциации по химическому составу выражена в значениях коэффициентов, характеризующих степень выветрелости глинистых минералов (Al_2O_3/Na_2O) и окислительно-восстановительную среду (Fe_2O_3/FeO). Установлено, что в разные периоды позднего маастрихта—кайнозоя происходило изменение качественного состава растений-углеобразователей за счет выпадения меловых реликтов, древних голосеменных, папоротникообразных и теплолюбивых покрытосеменных. Растительный материал, наряду с геологическими факторами, оказывал влияние на физико-химические и технологические характеристики сформировавшихся бурых углей.

В настоящее время бесспорным является факт, что именно остатки наземной растительности дали исходный материал для буроугольных залежей. В условиях высокой влажности, теплого климата и застойных вод, при недостатке кислорода отмершие растения разлагаются и накапливаются, образуя торфяник. Большую роль при этом играют различные водные растения, мхи и минеральные ассоциации, поступающие со всей площади водосборного бассейна. В образовании и росте верхнемеловых-кайнозойских торфяных залежей на территории Амурской области большую роль играл и геодинамический режим, а именно преобладание режима опускания.

В анаэробных условиях происходили процессы фюзенизации — окисления и обугливания растительного материала [2]. При этом выделялись вода, углекислый газ и метан, а растительные остатки постепенно обогащались углеродом. Торф уплотнялся за счет обезвоживания и переходил в бурый уголь. Далее биохимические процессы сменялись геохимическими, при которых главными факторами становились температура и давление, и происходила углефикация.

Изучение разрезов, сбор обширных коллекций палеоботанического материала, проведение послойного палинологического и геохимического изучения бурых углей на месторождениях Зейско-Буреинского осадочного бассейна позволяют выявить определенную зависимость между химическим составом отложений, их возрастом и составом растений-углеобразователей.

Для этих целей были опробованы три разреза на Архаро-Богучанском буроугольном месторождении. Наиболее полные данные были получены в т. н. № 500 [1].

Степень дифференциации по химическому составу выражена в значениях коэффициентов (табл. 1), характеризующих степень выветрелости глинистых минералов (Al_2O_3/Na_2O) и окислительно-восстановительную среду (Fe_2O_3/FeO). Вариации средних значений коэффициентов минимальны для верхнецагайской подсвиты P_1cg_3 (Al_2O_3/Na_2O — 61.43; Fe_2O_3/FeO — 5.13) и кивдинских слоев P_1kv (Al_2O_3/Na_2O — 64.92; Fe_2O_3/FeO — 11.51). Наиболее существенные различия по химическому составу наблюдаются для нижней (Al_2O_3/Na_2O — 30.31; Fe_2O_3/FeO — 2.98) и верхней (Al_2O_3/Na_2O — 157.78; Fe_2O_3/FeO — 20.83) частей среднецагайской подсвиты (K_2cg_2). От нижней части разреза среднецагайской подсвиты к верхней про-

исходит увеличение коэффициентов: Al_2O_3/Na_2O — в 5 раз, Fe_2O_3/FeO — в 7 раз. Конец ритмов знаменует-ся увеличением значений MgO/Al_2O_3 и Na_2O/K_2O в глинах, что говорит о некотором похолодании климата и оживлении тектонических колебаний, в результате чего в осадконакопление вовлекался материал и менее зрелых кор выветривания.

Климат находит свое отражение и в петрографическом составе бурых углей. Для этого использованы собственные наблюдения и данные других авторов [3, 4].

Установлено, что в разные периоды позднего мела—кайнозоя происходило изменение качественного состава растений-углеобразователей за счет выпадения меловых реликтов, древних голосеменных, папоротникообразных и теплолюбивых покрытосеменных. Постепенно увеличивалась доля мелколистных кленовых, березовых, вересковых и разнообразных травянистых. Основой палеогеновых бурых углей в основном служили остатки болотного кипариса, глиптостробуса или близких им видов. В неогене преобладали сосновые, при участии таксодиевых, ногоплодниковых, араукариевых и гинкговых. В процесс углеобразования постоянно вовлекались древовидные покрытосеменные (березовые, ильмовые, восковниковые, ореховые), кустарничковые, болотные, водные и околводные группировки, в небольшом объеме участвовали папоротники и мхи. Растительный материал, наряду с геологическими факторами, оказывал влияние на физико-химические и технологические характеристики сформировавшихся бурых углей (табл. 2).

Из табл. 2 видно, что с увеличением метаморфизма углей происходит уменьшение влажности и выхода летучих веществ, а также увеличение содержания углерода и уменьшение содержания водорода. Для углей, образованных с участием покрытосеменных, характерна более высокая степень гумификации.

По сравнению с палеогеновыми, миоценовые угли содержат наибольшее количество гуминовых кислот и водорода, тогда как содержание азотсодержащих функциональных групп для них наименьшее.

Из большого списка третичных таксонов, установленных по макро- и микрофоссилиям, наиболее значимыми углеобразователями являлись таксодиевые, сосновые, араукариевые. Из покрытосеменных, вероятно, значимыми были троходендродесные (?), платановые, ильмовые, ниссовые, травянистые однодольные, а так-

Таблица 1

Результаты силикатного анализа проб угольных пластов и вмещающих пород Архаро-Богучанского бурогоугольного месторождения

№ пробы (глины)	Содержание %													Fe ₂ O ₃ FeO	Fe ₂ O ₃ FeO		
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	MgO Al ₂ O ₃	Na ₂ O K ₂ O			Al ₂ O ₃ Na ₂ O	Fe ₂ O ₃ FeO
13 (пл.Великан)	73,0	0,48	15,18	1,63	0,24	0,04	0,53	0,33	1,22	2,78	0,02	0,02	0,44	12,44	6,79	Р1кv	Р1кv
523 (под углем)	73,9	1,06	14,21	1,45	0,11	0,01	0,37	0,36	0,18	2,93	0,03	0,03	0,06	78,99	13,18	Р1сg₃	Р1сg₃
522 (выше песков)	64,9	0,96	19,64	3,06	0,21	0,01	0,02	0,37	0,19	2,9	0,05	0,02	0,07	103,37	14,58	Р1сg₃	Р1сg₃
520	67,0	0,99	20,4	1,95	0,46	0,05	0,25	0,58	0,36	3,31	0,03	0,03	0,11	56,67	4,24	Р1сg₃	Р1сg₃
516(Промежут.)	57,5	1,01	33,72	2,53	0,46	0,02	0,36	0,71	0,56	2,14	0,05	0,02	0,26	60,21	5,50	К₂сg₂¹	К₂сg₂²
514(под Пром.)	59,2	1,06	24,26	2,37	0,42	0,05	0,56	0,55	0,36	2,26	0,04	0,02	0,16	67,39	5,64	К₂сg₂¹	К₂сg₂²
513 (Двойной)	61,8	0,74	20,14	2,12	0,78	0,05	0,51	0,69	0,45	3,05	0,06	0,03	0,15	44,76	2,72	К₂сg₂¹	К₂сg₂²
511 (Двойной)	63,9	0,74	19,48	2,15	0,54	0,02	0,42	0,87	0,07	3,41	0,03	0,04	0,02	278,29	3,98	К₂сg₂¹	К₂сg₂²
510 (Двойной)	65,8	0,31	20,04	4,07	0,06	0,03	1,09	1,24	0,07	0,79	0,03	0,06	0,09	286,29	67,83	К₂сg₂¹	К₂сg₂²
509 (под Двойным)	64,9	0,59	17,65	5,00	0,57	0,03	0,46	0,77	0,81	2,36	0,05	0,04	0,34	21,79	8,77	К₂сg₂¹	К₂сg₂²
508	66,8	0,70	18,92	2,46	1,03	0,06	0,46	0,70	1,58	2,60	0,06	0,04	0,61	11,97	2,39	К₂сg₂¹	К₂сg₂²
506	60,8	0,52	16,94	3,83	3,76	0,18	0,57	1,15	0,38	3,4	0,07	0,07	0,11	44,58	1,02	К₂сg₂¹	К₂сg₂²
505(над Нижн.)	65,7	0,69	19,16	2,67	1,35	0,06	0,59	0,80	1,03	2,48	0,08	0,04	0,42	18,60	1,98	К₂сg₂¹	К₂сg₂²
504(над Нижн.)	54,9	0,47	21,3	4,81	0,72	0,05	1,04	1,13	2,77	0,99	0,08	0,05	2,8	7,69	6,68	К₂сg₂¹	К₂сg₂²
503 (угл.глины)	19,1	0,23	6,18	0,97	0,77	0,03	0,55	0,43	0,94	0,82	0,03	0,07	0,49	6,57	1,26	К₂сg₂¹	К₂сg₂²
502 (Нижний)	62,3	0,65	20,21	2,58	0,72	0,03	0,87	0,88	0,20	2,27	0,05	0,04	0,09	101,05	3,58	К₂сg₂¹	К₂сg₂²
501 (Нижний)	47,1	0,42	19,2	2,65	0,67	0,04	0,85	0,4	0,83	1,28	0,04	0,02	0,65	23,13	3,96	К₂сg₂¹	К₂сg₂²

*Данные получены атомно-абсорбционным методом на приборе «Hitachi», модель 180-50В. И. Радомской (АмурКНИИ ДВОРАН).

Средние качественные характеристики бурых углей Верхнего Приамурья

Качественные показатели	Свита				
	Среднецага- янская K ₂ cg ₂	Верхнецага- янская, кивдинские слои P ₁ cg ₃ (kv)	Райчихин- ская P ₂ rch	Мухинская P ₃ mch	Бузулин- ская N ₁ ¹⁻² bz
Рабочая влажность (W ^r), %	37,5	35,1	50,8	50,0	54,7
Аналитическая влажность (W ^a), %	-	9,8	9,6	9,6	3,3
Зольность (A ^d), %	16,8	15,3	20,6	20,7	21,6
Выход летучих (V), %	41,8	44,7	49,1	50,0	69,9
Содержание серы (S ^d), %	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Содержание фосфора (P ^d), %		0,008	0,011	0,0242	0,0098
Содержание углерода (C ^{daf}), %		69,0	67,4	68,0	60,4
Содержание азота (N ^{daf}), %		1,0	1,5	1,5	0,7
Содержание водорода (H ^{daf}), %		4,2	5,0	5,2	5,9
Теплота сгорания (Q ^{daf}), ккал/кг	27,44 мгдж/кг	6240	6310	6410	6440
Объемная масса (D ^f _a), т/м ³	1,26	1,28	1,22	1,23	1,16
Содержание гуминовых кислот (X ^r)	28,8	51,7	-		66,9

Примечание: 1. По материалам Ю. А. Агафонова, 1988 г.; химическая лаборатория «Дальвостуглеразведка», 1970-1980 гг. 2. Для характеристики цагаянских и кивдинских углей использованы данные по Архаро-Богучанскому и Райчихинскому месторождениям, райчихинских, мухинских и бузулинских углей — данные по Соболенному и Сергеевскому буроугольным месторождениям.

же хвощи и папоротники. При благоприятных условиях площади торфяной залежи могли заселяться широколиственными покрытосеменными (буковыми, ореховыми, гаммелидовыми и др.), которые при смене условий вовлекались в процесс углеобразования. О палеоэкологии периодов торфонакопления можно судить по ареалам близких рецентных родов. Так, современные представители таксодиевых, араукариевых являются обитателями субтропических и теплоумеренных областей Юго-Восточной Азии и Северной Америки. Прямыми указателями климатических условий являются пальмовые (*Nipa*), пандановые, лавровые и др. Лесные сообщества по составу эдификаторов были близки мезофильным смешанным лесам Японии и Юго-Восточной Азии. Умеренно-теплый и влажный климат способствовал интенсивному торфонакоплению и углефикации отмирающих остатков. Для мезотрофных болот с умеренным режимом питания были характерны *Pinus*, *Taxodium*, *Ginkgo*, а также болотные кустарники и древесные покрытосеменные (*Myrica*, *Salix*, *Trochodendroides?* и др).

Таким образом, полученные нами данные по геохимии и стратиграфии угленосных отложений Верхнего Приамурья позволили выявить количественное различие между группами разновозрастных проб (из нижней и верхней части разреза) среднецагайской и верхнецагайской подсвит K₂cg₂¹⁾, K₂cg₂²⁾ и P₁cg₃ (табл. 1).

Установлено, что в разные периоды позднего маастрихта—кайнозой происходило изменение качественного состава растений-углеобразователей за счет выпадения меловых реликтов, древних голосеменных, папоротникообразных и теплолюбивых покрытосеменных.

Основой позднемаастрихтских бурых углей были таксодиевые, троходендроидесные, платановые; палеогеновых — сосновые, таксодиевые, восковниковые, нимфейные. В неогене преобладали сосновые, при участии таксодиевых ильмовых, березовых, вересковых, активно участвовали водные и околородные группировки покрытосеменных, а также папоротники и мхи.

Растительный материал, наряду с геологическими факторами, оказывал влияние на физико-химические и

технологические характеристики формировавшихся бурых углей.

Литература

1. Кезина Т. В. Палиностратиграфия угленосных отложений позднего мела и кайнозоя Верхнего Приамурья. Владивосток: Дальнаука, 2005. 206 с.

2. Козловская Л. С., Медведева В. М., Пьявченко Н. И. Динамика органического вещества в процессе торфооб-

разования. Л.: Наука, 1978. 176 с.

3. Подольн В. И., Малыгин В. И., Кажура О. Н. и др. Амуро-Зейский бурогольный бассейн // Угольная база России. М.: Геоинформмарк, 1997. Т. 5, кн. 1. Угольные бассейны и месторождения Дальнего Востока. С. 293–343.

4. Крапивенцева В. В. Угленосные формации Буреинского бассейна. М.: Наука, 1979. 148 с.

ИЗ ИСТОРИИ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ГЕОЛОГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ (г. ХАБАРОВСК)

Т. В. Кезина¹, Н. Д. Литвиненко²

¹Амурский государственный университет, Благовещенск; tkezina@mail.ru

²ООО «Дальгеология», Хабаровск; tnvoronina@mail.ru

Публикация представляет собой краткую справку из истории палинологической лаборатории Дальневосточного территориального геологического управления (ДВТГУ) г. Хабаровска. До конца восьмидесятых годов это была одна из лучших палинологических лабораторий Дальнего Востока. Как и во всяком коллективе, ее особую ценность представляли люди, о которых хочется вспомнить в рамках XIII Российской палинологической конференции и рассказать о них на страницах тематического сборника.

Первые этапы развития палинологии в Приамурье, как и на всем Дальнем Востоке, были связаны с расширением геолого-съемочных и геолого-разведочных работ в регионе в пятидесятых годах XX века. Страна, укрепляющая свои позиции в послевоенное время в мировом сообществе, нуждалась в энергетических ресурсах (уголь, нефть, газ), в сырье для развития черной и цветной металлургии. К тому времени в стратиграфии, тесно связанной с геологией, появился и достаточно хорошо себя показал новый спорово-пыльцевой метод определения возраста осадочных отложений.

Установление возраста мощных осадочных толщ, лежащих в бассейне Амура, имело большое значение: здесь концентрировались значительные запасы угля, россыпного золота, строительных материалов. На сопредельной территории в Китае в меловых отложениях (КНР, впадина Сунляо) обнаружили нефть.

Геологи понимали, что расширение перспектив по поиску полезных ископаемых непосредственно связано со степенью надежности стратиграфических построений, и в условиях Приамурья палинология приобрела особую актуальность. Споры и пыльца зачастую являлись единственным палеонтологическим материалом, по которому можно было определить возраст вмещающих отложений, восстановить характер ландшафтов, растительности и климата.

Для решения этих задач в 1957 г. в г. Хабаровске, на базе Комплексной тематической экспедиции Дальневосточного территориального геологического управления (ДВТГУ) была создана палинологическая лаборатория под руководством Антонины Ивановны Мячиной. В ее составе начали работать Мария Викентьевна Зива, Людмила Лаврентьевна Казачихина, Полина Ивановна Битюцкая, Алла Романовна Бокова, Любовь Ивановна Лукашова, непродолжительное время тру-

дились Валентина Степановна Калинина, Ирина Борисовна Мамонтова.

Все начиналось со сбора всей имеющейся литературы по палинологии и гербария современных растений. Выделяли пыльцу, обрабатывали, изучали под микроскопом МБИ-1, зарисовывали и фотографировали при увеличении в $\times 840$ и $\times 1900$ раз (с иммерсией). Результат этой кропотливой работы в 1971 г. был издан под редакцией Н. Д. Мchedlishvili в виде атласа спор и пыльцы современных растений Дальнего Востока [17], который и сегодня является нашей настольной книгой. Была создана богатая коллекция препаратов, семян, подготовлены атласы рисунков и фотографий современной пыльцы и спор. Антонина Ивановна Мячина возглавляла лабораторию до ухода на пенсию.

В 1966 г. руководителем палинологической лаборатории стала Мария Викентьевна Зива. Она была выпускницей Томского университета и имела биологическое образование, но, не смотря на это, была хорошим специалистом в области палиностратиграфии кайнозойских отложений [6, 7]. Мария Викентьевна проработала в лаборатории до 1975 г. Долгое время поддерживала связь с палинологами лаборатории.

Полина Ивановна Битюцкая занималась меловыми отложениями и тесно сотрудничала с О. В. Шугаевской (палинологом ДВГИ г. Владивосток). Ею выполнен ряд тематических работ по Буреинскому прогибу и Малому Хингану [3–5].

Людмила Лаврентьевна Казачихина занималась палиностратиграфией четвертичных отложений и даже после ухода из лаборатории сотрудничала с геологами СВКНИ (г. Магадан). После ухода на пенсию продолжала общаться с палинологами, вела активный образ жизни — работала в совете ветеранов. Ее мама была долгожительницей г. Хабаровска и дожила до 100 лет. В

настоящее время Людмиле Лаврентьевне за 90, она неважно себя чувствует, но охотно общается с друзьями.

В конце семидесятых годов, на смену уходящим на пенсию палинологам пришли в лабораторию Вера Петровна Шарова, Галина Степановна Мальцева, Наталья Дмитриевна Литвиненко, Зоя Михайловна Сырьева (фото 1). Почти все палинологи имели высшее образование (ДВПИ, Владивосток; ТГУ, Томск) и пришли в лабораторию после работы в геолого-съемочных и геолого-разведочных партиях. В силу жизненных обстоятельств осваивали новую профессию палинолога.



Палинология семидесятых годов уже решала более широкие задачи: 1) детальное и комплексное изучение таксономического состава разновозрастных палинофлор; 2) установление общих закономерностей формирования разновозрастных спорово-пыльцевых спектров и выявление эволюционных рубежей; 3) выделение и описание руководящих палинокомплексов, определение их значения для стратиграфии и корреляции; 4) реконструкция экологических и литолого-фациальных обстановок осадконакопления; 5) региональная и межрегиональная корреляция разрезов. В эту работу активно включились и палинологи ДВТГУ [8, 12, 13].

Ирина Борисовна Мамонтова [14–16], под руководством Елены Дмитриевны Заклинской защитила кандидатскую диссертацию, где детально была рассмотрена морфология пыльцы голосеменных кайнозой Дальнего Востока, и на основе их комплексов проведено расчленение отложений, определен возраст. Затем она перешла работать в ВИЭМС (г. Хабаровск), а в начале 80-х годов переехала в г. Уфу.

Алла Романовна Бокова также была выпускницей ДВПИ (г. Владивосток). Приехала в г. Хабаровск вместе с мужем-судостроителем. Она отлично знала пыльцу кайнозойских и меловых отложений Приамурья. Сотрудничала с геологами Чукотки, участвовала в проводимых ими тематических работах. Вырастила одну дочь и двух внуков. После ухода на пенсию, чтобы сводить концы с концами, еще более 15 лет работала уборщицей, ухаживала за своими родными. Все годы прожила в деревянном двухэтажном доме без коммунальных удобств. Алла Романовна умерла в 2009 г.

Л. И. Лукашова родилась в 1933 г. Окончила Дальневосточный политехнический институт (ДВПИ, г. Владивосток) и какое-то время работала геологом на

Октябрьском прииске в Амурской области, затем на разведке Свободненского бурогоугольного месторождения. После рождения сына и дочери (муж тоже был геологом) пришлось приобрести новую профессию. А после ухода на пенсию Антонины Ивановны Мячиной она долгое время возглавляла лабораторию. Руководить женским коллективом не просто, но Л. И. Лукашова смогла сохранить традиции лаборатории, добрые и товарищеские отношения в коллективе, в котором вместе переживали горе каждого и вместе радовались успехам другого. Она неоднократно участвовала в Региональных и Всероссийских конференциях и руководила проведением тематических работ лаборатории по палиностратиграфии кайнозойских отложений [8, 11]. В трудные годы энергичная и неутомимая она занималась внуками, своим садовым участком, на котором, на зависть соседям росло все. В 2010 г. ее не стало.

До 1980 г. бессменным обработчиком была Анна Кирилловна Голубева, освоившая в совершенстве все способы и методы обработки проб и приготовления пыльцы и спор для анализа. Обработывали пыльцу различными методами: четвертичные — щелочью, кайнозойские — азотной кислотой, меловые иногда плавиковой кислотой. При необходимости, для подтверждения возраста выделяли диатомовые водоросли, фораминиферы и конодонты. На смену Анны Кирилловны пришла Вера Ивановна Дорогавцева, а затем молодые лаборанты — Татьяна Михайловна Спирина и Светлана Васильевна Шуст, но работать в палинологии им долго не пришлось, началась перестройка.

В палинологической лаборатории постоянно велись тематические работы по палинологической характеристике юрских, меловых, палеогеновых и неогеновых отложений различных районов Приамурья и Дальнего Востока [7, 8, 11 и др.]. Писались статьи для научных журналов и сборников. Палинологи лаборатории постоянно участвовали в работе палинологических конференций и стратиграфических совещаний, ездили в командировки, имели связи с палинологическими лабораториями академических институтов в гг. Хабаровске (ИТиГ), Новосибирске (ИТиГ), Москве (ГИН, ИГиРГИ), Ленинграде (ВСЕГЕИ)). Вплоть до 2000 г. получали приглашения на Международные геологические и палинологические конгрессы и симпозиумы. Их хорошо знали и принимали на консультации Елена Дмитриевна Заклинская, Лидия Васильевна Ровнина, Михаил Алексеевич Ахметьев и Грета Михайловна Братцева (в шестидесятые годы работавшие на территории Дальнего Востока), Людмила Александровна Панова, Майя Владимировна Ошуркова. Участвовали в работе совещаний по стратиграфии докембрия и фанерозоя Дальнего Востока. Надо сказать, что последнее такое совещание прошло в г. Хабаровске более 20 лет назад [18].

Вера Петровна Шарова, выпускница геологического факультета Иркутского университета приехала в г. Хабаровск вместе с мужем-геологом. В лаборатории занималась палиностратиграфией четвертичных отложений и участвовала в работе МРСС по стратиграфии четвертичных отложений Дальнего Востока в 1982 г. (Магадан). Вера Петровна была заведующей лаборатории последние пять лет ее существования.

Работы М. В. Зива [6, 7] и И. Б. Мамонтовой [13–16], П. И. Битюцкой [3–5], в которые вложен труд всех палинологов лаборатории, позволили обосновать возраст палинокомплексов меловых, олигоценых, миоценовых и четвертичных отложений различных структурно-формационных зон Дальнего Востока, расчленить угленосные отложения Зейско-Буреинской, Среднеамурской, и Верхнезейской впадин [8, 11].

По некоторым районам в тесной связи с палинологами работали и палеоботаники ДВТГУ Г. Р. Шишкина, В. А. Кирьянова, а также А. М. Камаева. [9, 11].

До конца восьмидесятых годов лаборатория ДВТГУ была одной из лучших палинологических лабораторий Дальнего Востока. В ней до конца 1989 г. обрабатывалось и анализировалось до тысячи палинологических проб в год, которые поступали от подразделений ДВТГУ и сторонних организаций, ведущих работы на территории Хабаровского края, Амурской области, Приморья, Магаданской области, Чукотки. Затем произошло резкое сокращение заказов и сокращение кадров.

Большая работа по изучению палинологического состава угленосных толщ и вещественного состава угленосных отложений проводилась при участии лаборатории осадочных формаций ИТиГа (1972–1975 гг.) под руководством В. Г. Варнавского [1, 2 и др.]. Позднее эти материалы были использованы при разработке унифицированной стратиграфической схемы юга материковой части Дальнего Востока [18].

Доставка проб с участков, пробоподготовка и обработка были поставлены на поток. Лаборатория имела хорошо оборудованные специализированные кабинеты (дробилка, хим. кабинет, лаборатория палинологического анализа).

Палинологи ДВТГУ были специалистами высококого класса, профессионалами своего дела. Они охотно делились своими знаниями и навыками с теми, кто хотел осваивать палинологию и приезжал к ним. Доброжелательные, улыбочивые женщины, не смотря на тяготы и перипетии судьбы каждой из них.

Я (Т. В. Кезина) и Зоя Сырьева были последними из тех, кого они обучали. Зоя жила в г. Хабаровске и пришла работать в лабораторию, а я в Благовещенске и иногда месяцами работала совместно с ними, находясь в командировке и осваивая химическую обработку проб, выполняняя под их руководством тематические или хоз. - договорные работы [12]. За многие годы общения этот коллектив стал для меня родным.

В начале девяностых годов лаборатория практически прекратила свое существование. Кого отправили на пенсию, кого сократили. В 2008 г. из здания на улице К. Маркса лабораторию перевели (как и всех) на Красную речку. В настоящее время, изредка поступающие пробы готовятся и анализируются одним палинологом — Н. Д. Литвиненко (фото 2), с которой мы и подготовили этот материал и продолжаем сотрудничать [10].

Нет с нами уже давно Полины Ивановны Битюцкой, Марии Викентьевны Зива, Аллы Романовны Бокковой, более года последней заведующей палинологической лабораторией — Веры Петровны Шаровой. А в конце 2010 г. не стало Любви Ивановны Лукашовой.

Мы думаем, что каждый, кто когда-либо общался с палинологами ДВТГУ (г. Хабаровска) найдет в своем



сердце что-то хорошее и вспомнит их добром: за хорошее доброжелательное отношение, за советы и рекомендации по отбору проб, за качественно выполненные анализы, за срочное выполнение заказа, за чашку чая, налитую при посещении их кабинета.

А Людмиле Лаврентьевне Казачихиной мы хотим сказать: «Живите до 100 лет и пусть болезни отступят от Вас!»

Литература

1. *Варнавский В. Г., Мамонтова И. Б.* К вопросу о границе палеогена и неогена в толще осадков Амуро-Зейской депрессии // *Материалы по палеоботанике и стратиграфии континентальных отложений советского Дальнего Востока.* Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1975. С. 16–23.
2. *Варнавский В. Г.* Палеогеновые и неогеновые отложения Средне-Амурской впадины. М.: Наука, 1971. 160 с.
3. *Битюцкая П. И.* Палинологическая характеристика меловых отложений Буреинского прогиба // *Отчет по теме № 115.* Хабаровск: ДВГИ, 1970–1972.
4. *Битюцкая П. И.* Палинологическая характеристика и стратиграфическое положение меловых отложений Малого Хингана // *Отчет по теме № 58.* Хабаровск: ДВГИ, 1967–1968.
5. *Битюцкая П. И., Зива М. В.* Палинологическая характеристика верхнемеловых и палеогеновых отложений Амуро-Зейской депрессии и Малого Хингана // *Отчет по теме № 57.* Хабаровск: ДВГИ, 1964.
6. *Зива М. В.* Еще раз о возрасте сазанковской свиты // *Биостратиграфия, фауна и флора кайнозой северозападной части Тихоокеанского подвижного пояса.* М.: Наука, 1969. С. 122–124.
7. *Зива М. В.* Палинологическая характеристика палеогеновых отложений Амуро-Зейской впадины // *Палинология кайнофита.* М.: Наука, 1973. С. 73–93.
8. *Зива М. В., Лукашова Л. И.* Палинологическая характеристика палеогеновых и неогеновых отложений Средне-Амурской впадины // *Стратиграфия кайнозойских отложений Дальнего Востока.* Владивосток, 1977. С. 42–47.
9. *Камаева А. М.* Стратиграфия и флора пограничных отложений мела и палеогена Зейско-Буреинской впадины. Хабаровск: ДВНЦ АН СССР, 1990. 67 с.
10. *Кезина Т. В., Литвиненко Н. Д.* Палиностратиграфия кайнозойских отложений Ерквецкого бурoughоль-

ного месторождения // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2007. Т. 15, № 4. С. 47–62.

11. Лукашова Л. И., Литвиненко Н. Д. Палинологическое обоснование стратиграфического расчленения угленосных палеогеновых и неогеновых отложений Верхнезейской впадины // Отчет по теме 282. Хабаровск: Дальгеология, 1982–1984. 192 с.

12. Мальцева Р. С., Кезина Т. В. К вопросу о возрасте кивдинской флоры Приамурья // Геология, магматизм и оруденение Приамурья. Владивосток: АмурКНИИ ДВНЦ АН СССР, 1985. С. 115–120.

13. Мамонтова И. Б. Спорово-пыльцевая характеристика и корреляция континентальных отложений Ушумунской впадины // Труды СахКНИИ ДВНЦ АН СССР. Вып. 36. 1975. С. 32–40.

14. Мамонтова И. Б. Палинофлора переходных слоев верхнего мела и палеогена Амуро-Зейской депрессии //

Палеоботаника на Дальнем Востоке. Владивосток, 1977 а. С. 32–37.

15. Мамонтова И. Б. Расчленение и корреляция кайнозойских отложений Амуро-Зейской депрессии по палинологическим критериям // Геология Верхнего Приамурья. Владивосток, 1977 б. С. 19–22.

16. Мамонтова И. Б. Миоценовая флора Амуро-Зейской депрессии // Стратиграфия кайнозойских отложений Дальнего Востока. Владивосток, 1978. С. 35–41.

17. Мясина А. И., Казачихина Л. Л., Мамонтова И. Б., Калинина В. С. Атлас спор и пыльцы некоторых современных растений Дальнего Востока. Хабаровск, 1971. 128 с.

18. Решения IV Межведомственного регионального стратиграфического совещания по докембрию и фанерозою Дальнего Востока. Хабаровск, 1990, Владивосток, 1994. 248 с.

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПЫЛЬЦЕВЫХ ЗЕРЕН ВИДА *CHENOPodium ALBUM* L. В СВЯЗИ С ОЦЕНКОЙ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

О. Ф. Дзюба¹, О. В. Кочубей¹, В. М. Леунова², М. А. Мещеряков²

¹Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт, Санкт-Петербург; dof.palynolog@mail.ru

²Московский государственный университет, Москва; miclema@yandex.ru

У палинологов, экологов и криминалистов все больший интерес вызывает пыльца растений, наиболее широко распространенных и способных обитать в самых разных условиях. Пыльца таких растений может использоваться для палиноиндикации качества окружающей среды. *Chenopodium album* L. принадлежит к их числу. Изучена пыльца мари белой, продуцированная в относительно экологически чистых условиях Петроградской губернии/Ленинградской области конца XIX – начала XX вв. Выявлен уровень ее естественного полиморфизма. Исследована и пыльца того же таксона, продуцированная в условиях современного Санкт-Петербурга. Оказалось, что, не смотря на высокий уровень естественного полиморфизма пыльцевых зерен, *Ch. album* можно использовать как растение – палиноиндикатор качества окружающей среды.

В последнее время все острее встает проблема поиска таксонов растений, которые могли бы стать надежными палиноиндикаторами качества окружающей среды. Для экологов, палеоэкологов, палиностратиграфов и криминалистов с этой точки зрения интерес представляет пыльца растений, наиболее широко распространенных и способных обитать в самых разных условиях. Именно к таким растениям относится *Chenopodium album* L. — марь белая. Тем не менее прежде чем начать использовать пыльцу такого рода таксонов для палиноиндикации качества окружающей среды, специалист должен знать, на сколько высок уровень полиморфизма пыльцевых зерен в пределах каждого конкретного таксона в чистых/относительно чистых экологических условиях. Это необходимо для того, чтобы не сделать ошибочных выводов при выполнении различного рода исследований.

Специфические особенности строения пыльцевых зерен представителей семейства *Chenopodiaceae* Vent., в том числе и рода *Chenopodium* L., позволяют без особых затруднений обнаруживать их в тех или иных коли-

чествах, как в воздушных спектрах, так и в геологических отложениях различного возраста и генезиса. Многие авторы неоднократно обращались к морфологии пыльцевых зерен маревых, и, в частности, *Ch. album* L. Наиболее подробные описания рецентной пыльцы изучаемого таксона начали появляться в работах середины XX в.: М. Х. Моносзон [11–13], Г. Эрдтман [15, с. 92]; А. Н. Сладков [14]; Л. А. Куприянова [9]. Эти авторы исследовали преимущественно признаки, хорошо различимые при разрешениях светооптического микроскопа (СМ). Некоторые авторы, в стремлении облегчить диагностику субрецентной пыльцы маревых (в частности — для более точного подсчета количества апертур), привлекали математические методы [16]. В конце 60-х годов XX в. появились и результаты изучения пыльцы представителей семейства маревых с помощью сканирующего и трансмиссионного электронных микроскопов [17]. Последнее способствовало выявлению некоторых особенностей строения оболочек и других структур пыльцевых зерен на ультраскульптурном и ультраструктурном уровнях.

В конце XX столетия, в связи с возрастающей антропогенной нагрузкой на окружающую среду, одним из актуальных направлений в экологии стал поиск биологических индикаторов качества окружающей среды (в том числе и растений-палиноиндикаторов) [1—3, 5—8, 10]. Благодаря относительно небольшому набору хромосом и высокой фертильности пыльцевых зерен (в экологически чистых условиях обитания), *Ch. album* стал одним из наиболее популярных видов-индикаторов. Правда, исследователи обращали внимание не на морфологические особенности пыльцевого зерна, а на его фертильность, количество и морфологию хромосом.

К сожалению, несмотря на довольно высокую степень изученности пыльцы этого таксона, во многих литературных источниках приводятся недостаточные, а иногда и противоречивые данные о морфологических особенностях пыльцевых зерен его представителей, что, вероятнее всего, объясняется полиморфностью вида в целом [4]. Достоверных сведений о полиморфизме пыльцевых зерен мари белой в литературе найти не удалось. В связи с этим нам показалось достаточно важным установить, какие конкретно морфологические типы пыльцевых зерен (кроме типичных — нормально развитых), могут продуцировать представители данного вида в условиях экологического благополучия. Иными словами, какими формами/морфотипами (и в каком количестве) представлен естественный полиморфизм пыльцевых зерен мари белой.

В целом, для решения поставленной задачи, детальнейшим образом, обследована выборка объемом 650 пыльцевых зерен из следующих гербарных образцов¹:

Образец 53. Место сбора: Каравалдайский полуостров, Копорский залив. Дата сбора: 24 июля 1893 г. leg., determ. Шмальгаузен: *Chenopodium album* L. (LECB²). **Образец 52.** Место сбора: Правый берег р. Сестры, около деревни Тулька, станция Куоккала, Фин. ж.д. Дата сбора: июль 1913. leg., determ. В. М. Попова: *Chenopodium album* L. (LECB). **Образец 50.** Место сбора: Сестрорецкая станция «Дубки», у самого моря. Дата сбора: 15 июля 1919 г. leg., determ. К. Косинский: *Chenopodium album* L. (LE³).

Исследование и микрофотографирование предварительно ацетолитизированных пыльцевых зерен *Ch. album* производилось с помощью светового микроскопа (СМ) марки «Leica DMLS» с применением системы анализа изображений «ВидеоТест». Все пыльцевые зерна изучались во временных препаратах (в глицериновой среде) для того, чтобы можно было каждое зерно повернуть для детального исследования и сфотографировать в разных положениях. С помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) марки «PC SEM» изучалась необработанная пыльца.

Прежде чем говорить о полиморфизме, мы, естественно, попытались уточнить параметры типичного (нормально развитого) пыльцевого зерна выбранного таксона.

ОПИСАНИЕ ТИПИЧНОГО (НОРМАЛЬНО РАЗВИТОГО) ПЫЛЬЦЕВОГО ЗЕРНА *Chenopodium album* L. (Табл. 1, рис. 1—5; табл. 2, рис. 1—1с)

П. з. аполярные, многопоровые, сфероидальные или сплюснуто-сфероидальные, в очертании округлые или широкоэллиптические, с неровным (волнистым), четко очерченным краем.

Диаметр п. з. 25.47 ± 4.91 (от 20.56 до 30.38) мкм.

Апертуры — простые, безободковые поры, в очертании округлые, с тонким неровным краем, регулярно расположенные по поверхности п. з. Их мембрана несет на себе мелкие шипики, не более 0.1 мкм в диаметре.

Диаметр апертур 1.57 ± 0.23 (от 1.34 до 1.80) мкм. Количество апертур варьирует от 20 до 70.

Толщина экзины 2.46 ± 0.28 (от 2.18 до 2.74) мкм.

Скульптура при светооптическом исследовании (СМ) воспринимается как мелкогранулярная; при исследовании с помощью СЭМ видно, что скульптура мелкошиповая. Шипики расположены относительно равномерно по всей поверхности п. з. (СЭМ).

Цвет от светло-желтого до темно-желтого.

Установлено, что пыльца мари белой, продуцируемая в условиях относительного экологического благополучия Петроградской губернии/Ленинградской области конца XIX (1893 г.) — начала XX (1913, 1919 гг.) вв., полиморфна. Уровень полиморфизма в изученных образцах весьма высок — от 56 до 63 %. В целом, выявлено 29 морфотипов тератоморфных пыльцевых зерен, которые удалось объединить в десять групп морфотипов:

1. П. з. с нерегулярно расположенными апертурами
2. Разноапертурные п. з.
3. Крупноапертурные п. з.
4. Карликовые п. з.
5. Мелкоапертурные п. з.
6. Гигантские п. з.
7. Тонкоэкзинные п. з.
8. Нераспавшиеся диады п. з.
9. Толстоэкзинные п. з.
10. Нераспавшиеся триады п. з.

Среди выявленных морфотипов пыльцевых зерен, преобладают карликовые — 29 % (табл. 1, рис. 10—10а), гигантские — 31 % (табл. 1, рис. 6—6а; 7); формы с измененными в разной степени апертурами — около 23 %. Несколько реже (до 17 %) встречаются зерна с фрагментарными изменениями скульптуры экзины в виде небольших разрастаний спорополленина (табл. 1, рис. 6—7). Наиболее редко встречаются пыльцевые зерна с нерегулярно расположенными апертурами (табл. 1, рис. 11) — 1 % и нераспавшиеся диады и триады пыльцевых зерен *Ch. album* (табл. 1, рис. 13, 14).

В целом, несмотря на большое количество морфотипов тератоморфных пыльцевых зерен, выявленных нами в пределах естественного полиморфизма мари белой, все они достаточно легко диагностируются как принадлежащие к семейству **Chenopodiaceae**. Кроме того, из-

¹ Изучался именно гербарный материал конца XIX и начала XX веков в связи с тем, качество окружающей среды в 1893—1919 гг., в окрестностях Санкт-Петербурга было, значительно лучше, чем в настоящее время, хотя бы потому, что тогда не было такого количества автотранспорта и, соответственно, автотранспортного выхлопа в его современном объеме.

² Гербарий Санкт-Петербургского государственного университета. Кафедра ботаники биолого-почвенного факультета

³ Гербарий Ботанического института РАН им. В.Л. Комарова.

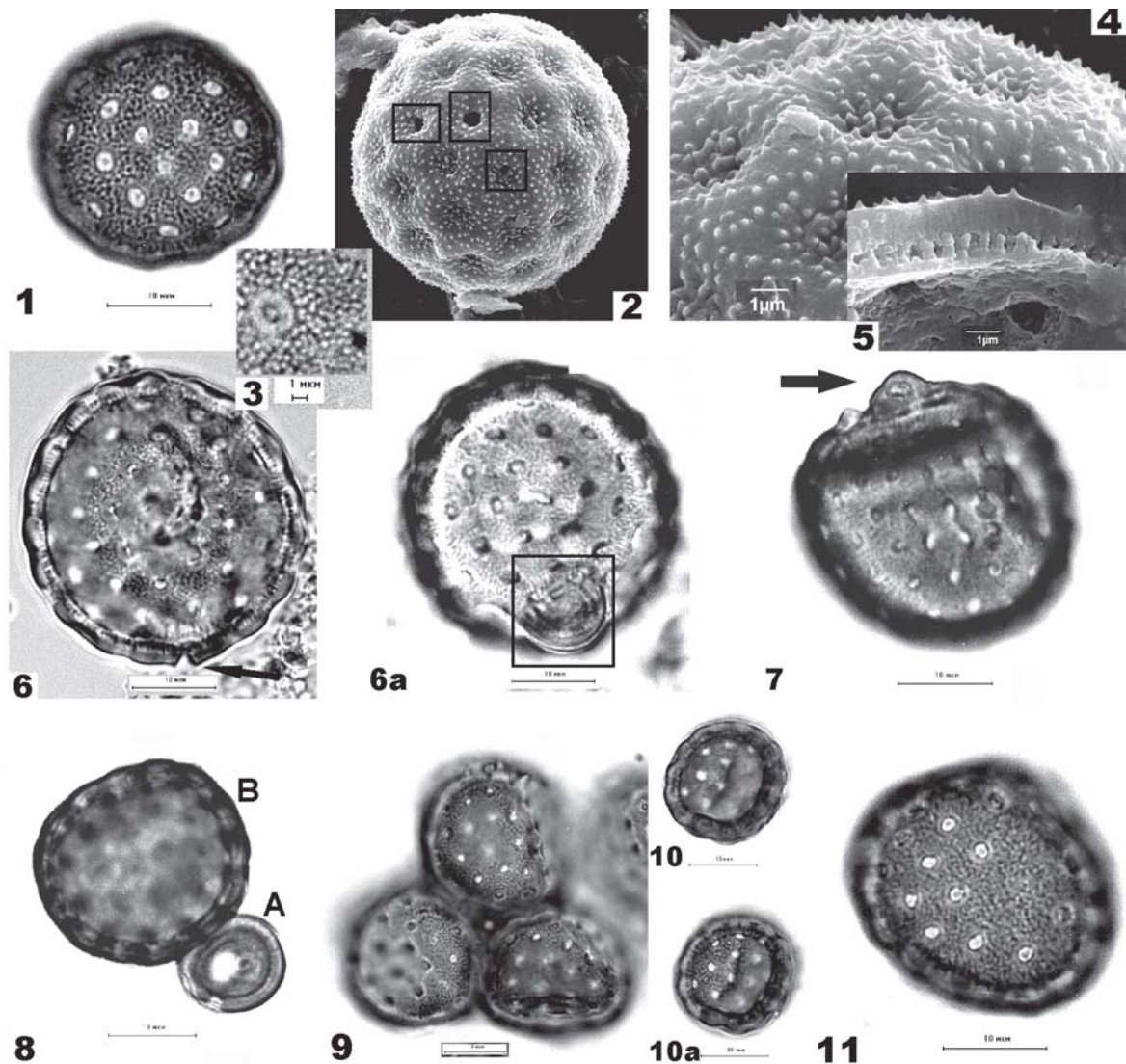


Таблица 1. Основные морфотипы пыльцевых зерен вида *Chenopodium album* L., продуцированных в конце XIX – начале XX вв. на территории Петроградской губернии (ныне Ленинградской области). Рис. 1; 2; 4; 6–6а; 10–10а – образец 53 (1893 г.). Рис. 3; 5 – образец 52 (1913 г.); Рис. 8; 9; 11 – образец 50 (1919 г.).

Рис. 1. Типичное (нормально развитое) пыльцевое зерно (п. з.). СМ. **Рис. 2.** Нормально развитое п. з. СЭМ. Хорошо видны апертур и скульптура. Рамками выделены механические/бактериологические повреждения в области апертур. **Рис. 3.** Фрагмент поверхности п. з. Хорошо видны скульптура и апертюра. СМ. **Рис. 4.** Фрагмент поверхности п. з. Хорошо видны мелкошиповая скульптура и апертур. СЭМ. **Рис. 5.** Скол оболочки п. з. Хорошо видны все структурные элементы экзины. СЭМ. **Рис. 6–6а.** П. з., снятое на разных глубинах резкости СМ. Гигантизм. **Рис. 6.** Хорошо виден оптический срез оболочки. Стрелкой указан разрыв экзины в области апертур. **Рис. 6а.** Рамкой выделен нетипичный вырост на удаленной от объектива стороне п. з. **Рис. 7.** Смятое п. з. Гигантизм. СМ. Стрелка указывает на нетипичное разрастание спорополленина. **Рис. 8.** Тератоморфная диада из двух разновеликих п. з.: А – карликовое, в сущности, редуцированное п. з. В – смятое п. з. **Рис. 9.** Нераспавшаяся триада п. з. **Рис. 10–10а.** Смятое карликовое п. з., снятое на разных глубинах резкости СМ. Хорошо видна утолщенная экзина п. з. **Рис. 11.** Хорошо видно нерегулярное расположение апертур по поверхности п. з.

менения касаются многих структур пыльцевых зерен, но практически не затрагивают скульптуру поверхности зерна или изменяются лишь отдельные небольшие ее фрагменты. Поэтому мы решили изучить качество пыльцевых зерен того же таксона, продуцированных в условиях *современного* Санкт-Петербурга – большого города с хорошо развитой промышленностью и города-спутника ЛАЭС⁴ – Сосновый Бор. С этой целью исследовался материал, собранный нами в 1997 году: **образец 144/97** – место сбора: Санкт-Петербург, ул. Подольская. Газон у стоянки частного автотранспорта.

Дата сбора: 28 августа 1997г. leg., determ. Дзюба О. Ф.: *Chenopodium album* L.; **образец 78СБ/97** – место сбора: Ленинградская обл. г. Сосновый Бор, напротив Мэрии, обочина проезжей части дороги. 27 июля 1997г. leg., determ. Дзюба О. Ф.: *Chenopodium album* L.

В результате выяснилось, что содержание патологически развитых (тератоморфных) пыльцевых зерен в и том, и в другом образцах чрезвычайно велико и достигает 89.2 и 100 % соответственно. Кроме того, оказалось, что тератоморфоз пыльцевых зерен *Ch. album*, продуцированных на территории Санкт-Петербурга 1997 г., по

⁴ЛАЭС – Ленинградская атомная электрическая станция.

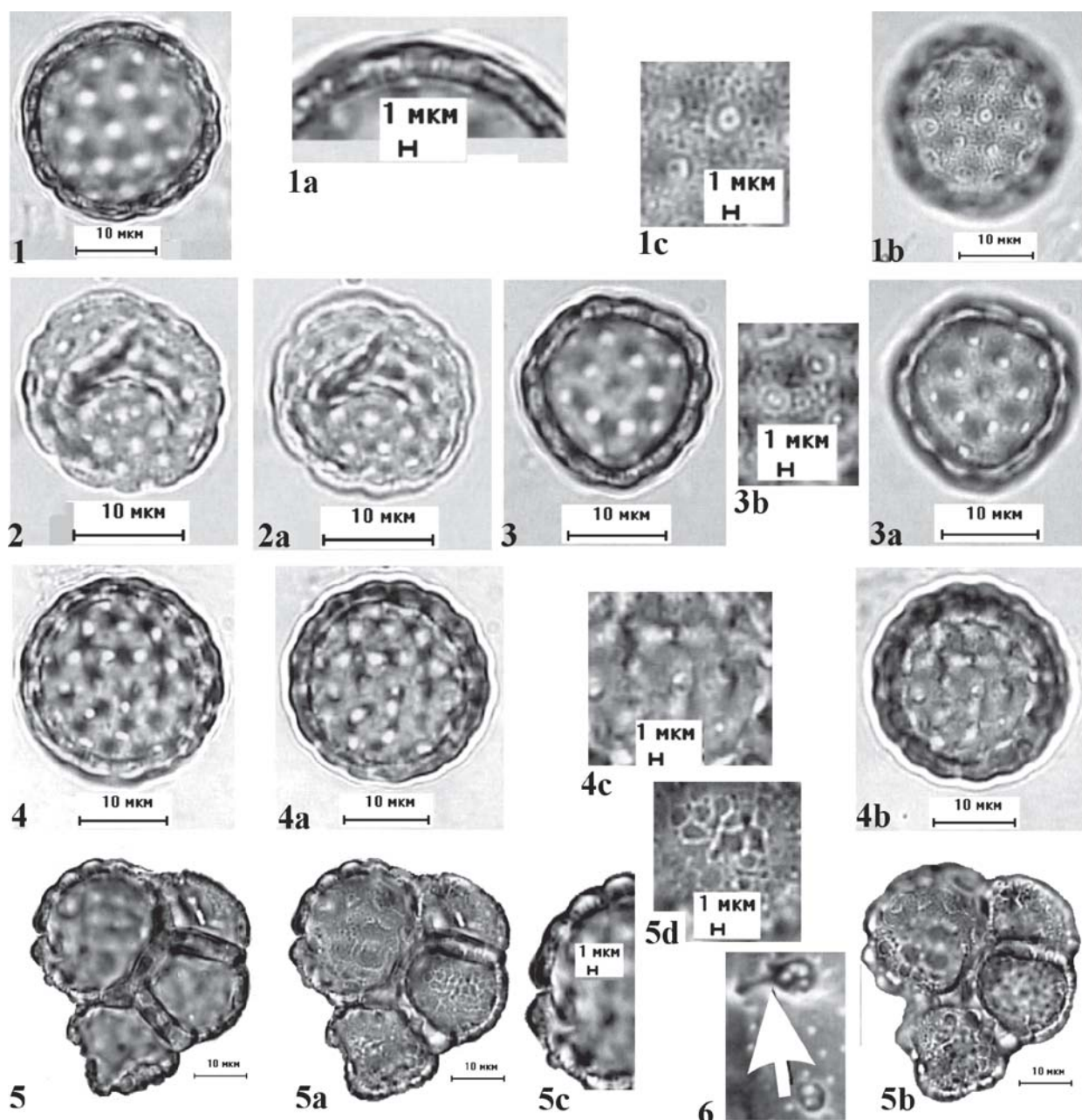


Таблица 2. Пыльцевые зёрна *Chenopodium album* L., продуцированные в условиях г. Санкт-Петербурга, обр. 144/97, репродукция 1997 г. (рис. 1–3б, 5–6) и в г. Сосновый Бор, обр. 78СБ/97, репродукция 1997 г. (рис. 4–4с).

Рис. 1–1б. Типичное/нормально развитое пыльцевое зерно. Разные глубины резкости СМ. **Рис. 1а.** Оптический срез оболочки того же зерна. **Рис. 1с.** Фрагмент того же зерна. Видна скульптура и 3 апертур. **Рис. 2–2а.** Смятое пыльцевое зерно с сильно изменённой тонкой экзиной. Нанизм. **Рис. 3, 3а.** Нанизм. Небольшое нарушение симметрии зерна. **Рис. 3б.** Фрагмент поверхности того же зерна. Хорошо видна скульптура и апертур. **Рис. 4–4б.** Тератоморфное пыльцевое зерно. Разные глубины резкости СМ. **Рис. 4с.** Фрагмент поверхности того же зерна. Хорошо видны сильно изменённые скульптура поверхности зерна и апертур. **Рис. 5–5б.** Тератоморфная тетрада пыльцевых зёрен, снятая на разных глубинах резкости СМ. **Рис. 5с.** Оптический срез участка оболочки одного из зёрен, входящих в состав той же тетрады. **Рис. 5д.** Фрагмент поверхности одного из пыльцевых зёрен той же тетрады. Хорошо видна сильно изменённая скульптура. СМ. **Рис. 6.** Фрагмент пыльцевого зерна с нетипичными апертур. Стрелка указывает на патологически развитую апертур. СЭМ.

характеру своего проявления несколько отличается от тератоморфоза пыльцевых зёрен, продуцированных в то же время в условиях города-спутника ЛАЭС (табл. 2). А именно: пыльцевые зёрна, продуцированные на территории г. Сосновый Бор, в основной массе карликовые и имеют сильно изменённую скульптуру поверхности. Часто поверхность их экзины сглажено-бугорчатая и на ней

отсутствуют шипики (табл. 2, рис. 4–4с), к тому же апертур у таких зёрен имеют неправильную форму (табл. 2, рис. 6). Иногда они напоминают запятую⁵, в других случаях создается впечатление, что апертур образовалась в результате слияния двух разновеликих пор. Для пыльцы, продуцированной на территории Санкт-Петербурга тоже характерен нанизм (карликовость), но масштабы его не

⁵ Такого рода апертур у пыльцевых зёрен, продуцированных в Санкт-Петербурге 1997 г., нам выявить не удалось.

так велики, как в Сосновом Бору. Пыльцевых зерен с сильно измененной скульптурой, в Санкт-Петербурге 1997 г., продуцировано значительно меньше, чем в городе-спутнике ЛАЭС. В обоих исследованных образцах были обнаружены единичные диады, триады и тетрады, состоящие из сильно редуцированных тератоморфных пыльцевых зерен (табл. 2, рис. 5–5d) с сильно измененной скульптурой и несформированными апертурами. Диагностика таких пыльцевых зерен, если они не извлечены непосредственно из пыльника растения-продуцента, сильно осложнена.

Таким образом, у нас есть все основания полагать, что пыльца вида *Ch. album*, несмотря на высокий уровень естественного полиморфизма, может оказаться перспективным палиноиндикатором качества окружающей среды. В частности, мы можем констатировать следующее: изменения пыльцевых зерен, отобранных из гербарного материала, выявленные нами, значительно менее серьезны, чем у пыльцевых зерен, продуцированных растениями в условиях крупного современного города (табл. 1 и 2).

Литература

1. Бессонова В. Н. Состояние пыльцы как показатель загрязнения среды тяжелыми металлами // Экология. Екатеринбург. 1992. № 3. С. 45–50.
2. Веселова Т. Д., Грещова Н. А., Джалилова Х. Х. и др. О возможностях выявления видов индикаторов загрязнения окружающей среды на основании анализа состояния мужской генеративной сферы у цветковых растений // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1996. Т. 101, № 4. С. 69–72.
3. Глазунова К. П. Нарушения типичного строения пыльцевых зерен *Tussilago farfara* L. (*Compositae*) // Палинология в биостратиграфии, палеоэкологии и палеогеографии: Тезисы VIII Палинол. конф. М: ИГиРГИ, 1996. С. 35–36.
4. Демьянова Е. И. Половой полиморфизм цветковых растений: Автореф. докт. дис. М., 1990. 36 с.
5. Дзюба О. Ф. Палиноиндикация состояния окружающей среды и индикация глобальных экологических процессов в историческом прошлом Земли // Палинология в России. М.: ИГиРГИ, 1995. С. 104–112.
6. Дзюба О. Ф. Палиноморфология как звено в цепи экологического мониторинга // Экология. Нормативно-методические и правовые основы создания постоянно действующей службы нефтегазового мониторинга и принципы ее финансового обеспечения. СПб.: ВНИГРИ, 1999. С. 57–79.
7. Дзюба О. Ф. Палиноиндикация качества окружающей среды. СПб.: Недра, 2006. С. 132–140.
8. Дружинин И. П. Экологическое благополучие и жизнеспособность // Проблемы региональной экологии. Томск: Наука, 1994. Вып. 1. С. 41–47.
9. Курьянова Л. А., Алешина Л. А. Пыльца и споры растений флоры европейской части СССР. Л: Наука, 1972. Т. 1. С. 90–92.
10. Мейер-Меликян Н. Р., Кифишина Т. А. Структура оболочки пыльцевых зерен *Dactylis glomerata* L. — надежный объект мониторинга на степень загрязнения окружающей среды // Палинология и проблемы детальной стратиграфии: Тезисы VII Палинол. конф. Саратов: Саратов. ун-т, 1993. С. 57.
11. Моносзон М. Х. Морфология пыльцы семейства *Chenopodiaceae* Less. // Тр. Института географии. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1951. Т. 50. С. 142–166.
12. Моносзон М. Х. Описание пыльцы видов семейства маревых, произрастающих на территории СССР // Тр. Института географии. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1952. Т. 52. С. 127–196.
13. Моносзон М. Х. О видовых определения ископаемой пыльцы маревых // Докл. АН СССР. 1957. Т. 114, № 3. С. 648–651.
14. Сладков А. Н. Введение в спорово-пыльцевой анализ. М.: Наука, 1967. 269 с.
15. Эрдтман Г. Морфология пыльцы и систематика растений. М.: Изд-во иностранной литературы. 1956. 485 с.
16. Mc Andrews J. H., Swanson A. R. The Pore number of periporate Pollen with special references to *Chenopodiaceae* // Review of Palaeobotany & Palynology. 1967. Vol. 3. № 1–4. P. 98–110.
17. Tsucada M. Chenopod and Amaranth Pollen Electron Microscopic Identification // Reprinted from Science. 1967. № 3784. P. 157–166.

КАЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИХ СПЕКТРОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА ВО ВРЕМЯ ПЫЛЕНИЯ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА-СПУТНИКА ЛАЭС СОСНОВЫЙ БОР

О. Ф. Дзюба, С. В. Подойницына

Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт, Санкт-Петербург;
dof.palynolog@mail.ru

Представлены новые оригинальные результаты исследования воздушных спектров Санкт-Петербурга 2006–2009 гг. во время массового пыления *Pinus sylvestris* L. (сосны обыкновенной). Особое внимание уделено качеству (морфологическим особенностям) пыльцевых зерен *P. sylvestris* из аэропалинологических спектров в дни, когда в Санкт-Петербурге преобладали ветры южного и юго-западного направлений (со стороны города-спутника ЛАЭС Сосновый Бор).

В воздушном бассейне северо-западного региона России и, в частности, г. Санкт-Петербурга, в том или ином количестве практически постоянно циркулируют пыльцевые зерна сосны обыкновенной (свежие или вторично занесенные)¹. Как известно, на территории самого города деревья этого вида практически отсутствуют. Пыльца сосны переносится потоками воздуха на огромные расстояния и поступает в воздух города с сопредельных территорий. В первую очередь, с территории Ленинградской области.

Занимаясь палиноиндикацией качества окружающей среды города-спутника ЛАЭС Сосновый Бор, мы, в свое время установили, что естественный полиморфизм пыльцы вида *Pinus sylvestris* L., продуцированной на территории этого города, с 3–7 % усиливается, как и в зоне отчуждения ЧАЭС², до 80–100 %. Здесь это явление уже правильнее называть тератоморфозом [3, 5]. Общая тенденция тератоморфоза — измельчение (на низм) пыльцевых зерен и утолщение экзины тела. Кроме того, на указанных территориях были зарегистрированы формы стриадные, с редуцированными и сближенными воздушными мешками, с раздвоенными воздушными мешками; двухмешковые зерна типа «*Haploxylon*», одномешковые перисаккатные типа «*Tsuga*», трехмешковые и четырехмешковые пыльцевые зерна, единичные формы со щелью на щите типа «*Lueckisporites virkkiae*». В пыльниках, собранных с сосен, произрастающих в г. Сосновый Бор, начиная с 2006 г., регистрируются и нераспавшиеся диады, триады и пространственные полиады/массулы пыльцевых зерен, чаще всего соединенных между собой не традиционно в области проксимального полюса (щита), а в области мешков и даже в области лептомы. Иногда такие полиады/массулы после ацетолизной обработки частично распадаются. В таких случаях в препаратах встречаются пыльцевые зерна в разной степени редуцированные с довольно четко различимыми трехлучевыми рубцами на мешках, на щитах, а, иногда, на дистальной стороне зерна. Особого внимания заслуживает этот факт в связи с тем, что такого же рода тератоморфы были зарегистрированы нами в образцах пыльцы, продуцированной в условиях зоны отчуждения ЧАЭС в 2004 г. [3]. Специфика патоморфоза

пыльцы в г. Сосновый Бор и его окрестностях заключается, прежде всего, в том, что пыльцевые зерна, продуцируемые на его территории, не только значительно мельче типичных/нормально развитых, но и часто имеют сильно измененные, петлеобразно разросшиеся оболочки. По всей видимости, за счет последнего значительно увеличивается площадь поверхности каждого такого зерна, а значит, и вероятность того, что это зерно сорбирует и перенесет на себе значительно больше поллютантов, чем типичное/нормально развитое. Последнее, вероятнее всего, может привести к тому, что пыльца сосны, которую многие медики считают не способной вызывать поллиноз, может приобрести статус аллергеноопасной. Стоит вспомнить и о том, что в конце 80-х годов XX в., польские исследователи получили положительную реакцию на аллерген пыльцы сосны у 11,2 % обследованных больных поллинозом и предложили включить этот аллерген в схему обследования такого контингента больных [1].

Все выше сказанное и заставило нас акцентировать внимание на качественном составе пыльцевых зерен *P. sylvestris* в спектрах воздушного бассейна Санкт-Петербурга во время активного пыления сосны, в дни, когда дуют ветры южного и юго-западного направлений (со стороны г. Сосновый Бор). Для того чтобы сделать правильные выводы, одновременно с аэропалинологическими исследованиями мы провели независимое изучение нативной пыльцы, отобранной из пыльников сосен, произрастающих на территории г. Сосновый Бор, в том числе, осуществили измерения по 12 основным параметрам 1123 пыльцевых зерен *P. sylvestris* из 10 образцов³.

В целом, нами проанализированы воздушные спектры Санкт-Петербурга во время пыления сосны за 4 года (2006–2009 гг.). Произведен подсчет количества пыльцевых зерен в 1 м³ воздуха города в течение каждого сезона пыления (рис. 1) и в течение суток (рис. 2).

Одновременно с этим, в тех же препаратах, производился подсчет и измерения некоторых наиболее типичных и визуально ярко выраженных морфотипов пыльцевых зерен сосны обыкновенной. При этом регистрировалось общее количество тератоморфных пыль-

¹ Аэропалинологический мониторинг воздушного бассейна г. Санкт-Петербурга проводится с 2002 г. С 2004 г. мониторинг осуществляется с помощью волометрического пыльцеуловителя Буркарда.

² ЧАЭС — Чернобыльская атомная электрическая станция.

³ Образцы отбирались в 2008 г. (в период массового пыления) с деревьев, произрастающих в разных точках города, обрабатывались и исследовались в соответствии с разработанной нами ранее методикой [3].

Сезонное пыление сосны в 2006-2009 гг

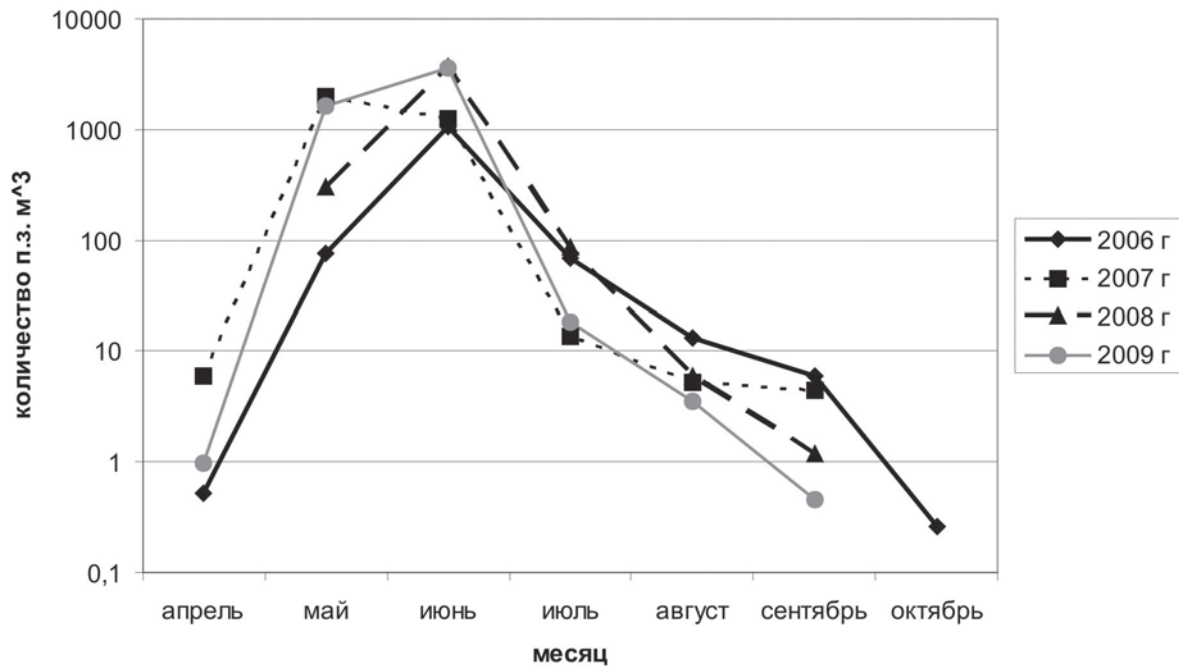


Рис. 1. Сезонное пыление сосны в 2006—2009 гг.

Суточное пыление сосны в 2006-2009 гг.

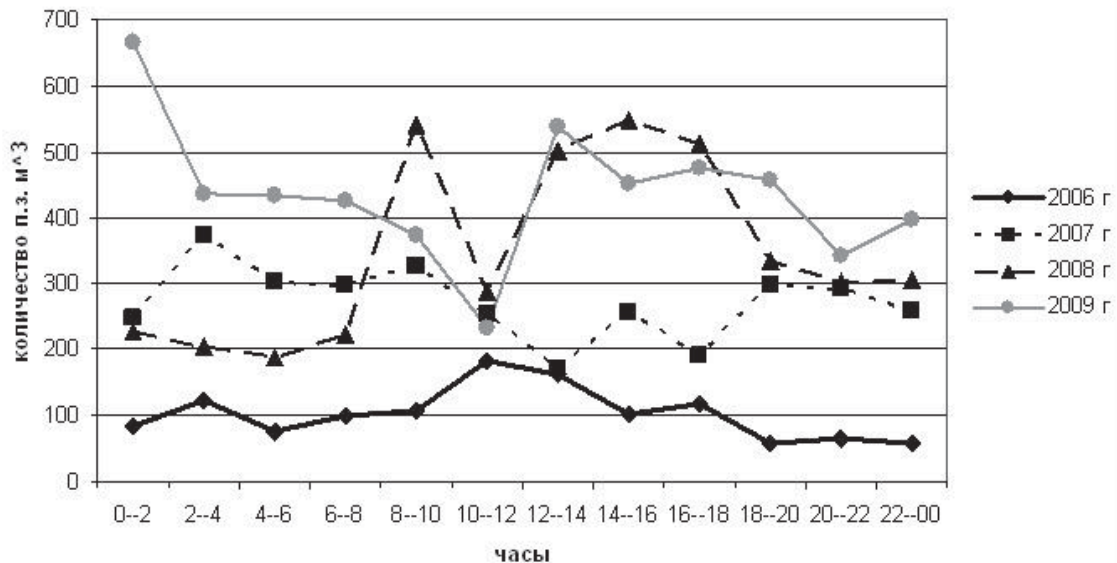


Рис. 2. Суточное пыление сосны в 2006—2009 гг.

цевых зерен в 1 м^3 воздуха в течение полных суток. Особое внимание уделялось карликовым (длина зерна менее $76,5 \text{ мкм}$) пыльцевым зернам, но подсчет их велся в случайных полях зрения микроскопа тех же препаратов. То есть, в случайных полях зрения микроскопа подсчитывались все пыльцевые зерна, и от их суммы вычислялось процентное участие нормально развитых, суммы тератоморфных и (отдельно) карликовых пыльцевых зерен.

В результате удалось выяснить следующее. Первое появление пыльцевых зерен сосны обычно регистрируется с начала—середины мая, а иногда, уже в конце апреля (рис. 1, табл. 1). Это пыльцевые зерна, вторич-

но занесенные в воздушный бассейн города или дальнезаносные — занесенные из более южных регионов, где пыление сосны, как и других таксонов начинается раньше.

После периода активного пыления, примерно с 27 мая по 7 июня, всегда наблюдается более или менее постепенный спад концентрации пыльцы *P. sylvestris* в воздухе. Единичные вторично занесенные пыльцевые зерна можно наблюдать в воздушном спектре вплоть до сентября.

Сезонная динамика пыления сосны (рис. 1, табл. 1). Оптимум пыления сосны обыкновенной на территории исследования в течение всех 4-х лет наблюде-

Таблица 1

Особенности пыления сосны в период 2006—2009 г.

Особенность пыления	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.
Первое появление единичных пыльцевых зерен в воздухе	26.апр	11.апр	07.май	29.апр
Начало основного периода пыления	31.май	26.май	30.май	27.май
Продолжительность основного периода пыления	17	14	12	13
Дата максимума	12.июн	28.май	06.июн	01.июн
Максимальная концентрация	343	584	881	1702
Суммарная годовая концентрация	1235	3266	4169	5226

ния регистрировался в конце мая—июне, что собствен-но не противоречит общим представлениям о времени пыления сосны в нашем регионе.

Сезон 2006 г. отличался низкими концентрациями пыльцы сосны в воздухе города с конца мая до 11 июня. Это, вероятнее всего, следствие высокой влажности воздуха: во второй половине мая—начале июня 2006 г. в Санкт-Петербурге и области преобладали ливневые дожди. Дожди и высокая влажность воздуха сдерживали рост концентрации пыльцы. Только с 11 июня, при установившейся относительно сухой погоде и температуре выше 20 °С, в спектре города появилось значительное количество пыльцы. Акцентируем внимание на том, что в указанное время, по данным diary.gismeteo.ru, в Санкт-Петербурге преобладали ветры западных и юго-западных направлений [7].

В 2007 г. с 15 по 25 мая регистрировался лишь дальний занос единичных пыльцевых зерен из более южных регионов. С 26 мая началось активное пыление сосны в Ленинградской области. Максимум пыления пришелся на конец мая (с 28 мая по 2 июня). С 5 по 8 июня после небольшого перерыва был зарегистрирован второй максимум пыления сосны (рис. 1). Такое явление фиксировалось нами и в другие годы (2003, 2005). Вероятнее всего, первый максимум содержания пыльцы сосны в воздухе города связан с максимумом пыления сосны на юге, а второй—на севере Ленинградской области. Такое явление в нашем регионе характерно и для ряда других таксонов (в частности, для березы и лещины).

Для сезона 2008 г. характерен относительно плавный ход кривой пыления сосны. 29 мая зарегистрированы первые пыльцевые зерна дальнего заноса. Активное пыление началось 30 мая и закончилось 10 июня. Оптимум пыления длился с 5 по 8 июня. В целом, концентрация пыльцы была достаточно высока, несмотря на постоянные осадки, в течение всего месяца.

В 2009 г. 27 мая зарегистрировано резкое начало пыления сосны и массовое появление ее пыльцы в воздухе города без предварительного появления дальне-заносных пыльцевых зерен того же вида. В это время установилась теплая, преимущественно сухая погода (дневные температуры выше 18 °С). Активное пыление продолжалось до 8 июня. Максимум пыления пришелся на 31 мая—3 июня. Концентрация пыльцевых зерен в воздухе была постоянно высокой, даже несмотря на начавшиеся в начале июня дожди.

Суточная динамика пыления сосны (рис. 2). По данным фенологических наблюдений, максимум пыления сосны обыкновенной приходится на дневные часы.

Ранним утром вылет пыльцы слабый — воздух еще не достаточно прогрет и сух. Ночью процесс пыления практически прекращается в связи с понижением температуры и повышением влажности воздуха [2].

По результатам наших четырехлетних наблюдений суточная динамика пыления сосны (точнее — присутствия пыльцы сосны в воздухе города) в разные годы/сезоны пыления несколько меняется (рис. 2). Так, в 2006 и 2008 гг. динамика пыления сосны протекала следующим образом: активное пыление — около 12 часов дня, минимум пыления — в ночные часы. В 2007 и 2009 гг. максимум пыления наблюдается от 0 до 4 утра. Стоит заметить, что подобные ночные «максимумы пыления» могут быть связаны с дальним заносом пыльцы. Минимум, напротив, приурочен к 12 часам дня.

В целом, стало очевидным — сроки пыления сосны в период с 2006 по 2009 гг. (как сезонные, так и суточные) оказались достаточно стабильными, что по всей видимости связано, в первую очередь, со сходными погодными условиями этих лет, физиологическими особенностями растений-продуцентов пыльцы и особенностями их фенологии.

Не менее существенным, с нашей точки зрения, является и следующее: в воздушном бассейне Санкт-Петербурга очень часто присутствуют тератоморфные (уродливые/нетипичные) пыльцевые зерна, продуцированные растениями разных таксонов. Преимущественно это пыльца древесных пород, в частности, сосны и березы, поскольку их пыльцевая продуктивность значительно выше, чем кустарниковых, кустарничковых и травянистых растений. Концентрация тератоморфных пыльцевых зерен в аэропалинологическом спектре города, существенно меняется, в первую очередь, в соответствии с направлением ветра. Максимум тератоморфных пыльцевых зерен в воздушном бассейне Санкт-Петербурга регистрируется в дни, когда дуют ветры южного и юго-западного направлений, т. е. со стороны г. Сосновый Бор. Особенно хорошо это заметно в период массового пыления сосны. Исследуя аэропалинологические спектры в такие дни, невольно обращаешь внимание на то, что основная масса пыльцевых зерен сосны в спектре значительно мельче, а их оболочки изменены значительно сильнее, чем в дни с другим направлением ветра. В 2006 г. в воздухе Санкт-Петербурга нам удалось впервые зарегистрировать не только отдельные тератоморфные пыльцевые зерна сосны, но и их триады, в том числе линейные, которые в действительности могут быть лишь оторвавшимися фрагментами линейных и пространственных полиад (табл. 2, рис. 8а, 8б, 8с). В спектрах

2008 и 2009 гг. удалось зарегистрировать уже нераспавшиеся тератоморфные пространственные полиады пыльцы сосны. Причем, практически все пыльцевые зерна в таких полиадах в той или иной степени редуцированы (табл. 2, рис. 9а—10b). Обнаружены и единичные пыльцевые зерна с «тетрадными рубцами» на воздушных мешках.

Сопоставление результатов изучения пыльцевых зе-

рен вида *P. sylvestris* из аэропалинологических спектров Санкт-Петербурга с результатами наших исследований нативной пыльцы, продуцированной на территории г. Сосновый Бор в 2008 г. и в предыдущие годы [3, 4, 6], показало — в воздухе Санкт-Петербурга присутствуют тератоморфные пыльцевые зерна тех же морфотипов, что и в пыльниках растений на территории г. Сосновый Бор (табл. 2). Результаты сравнительного анализа и ста-

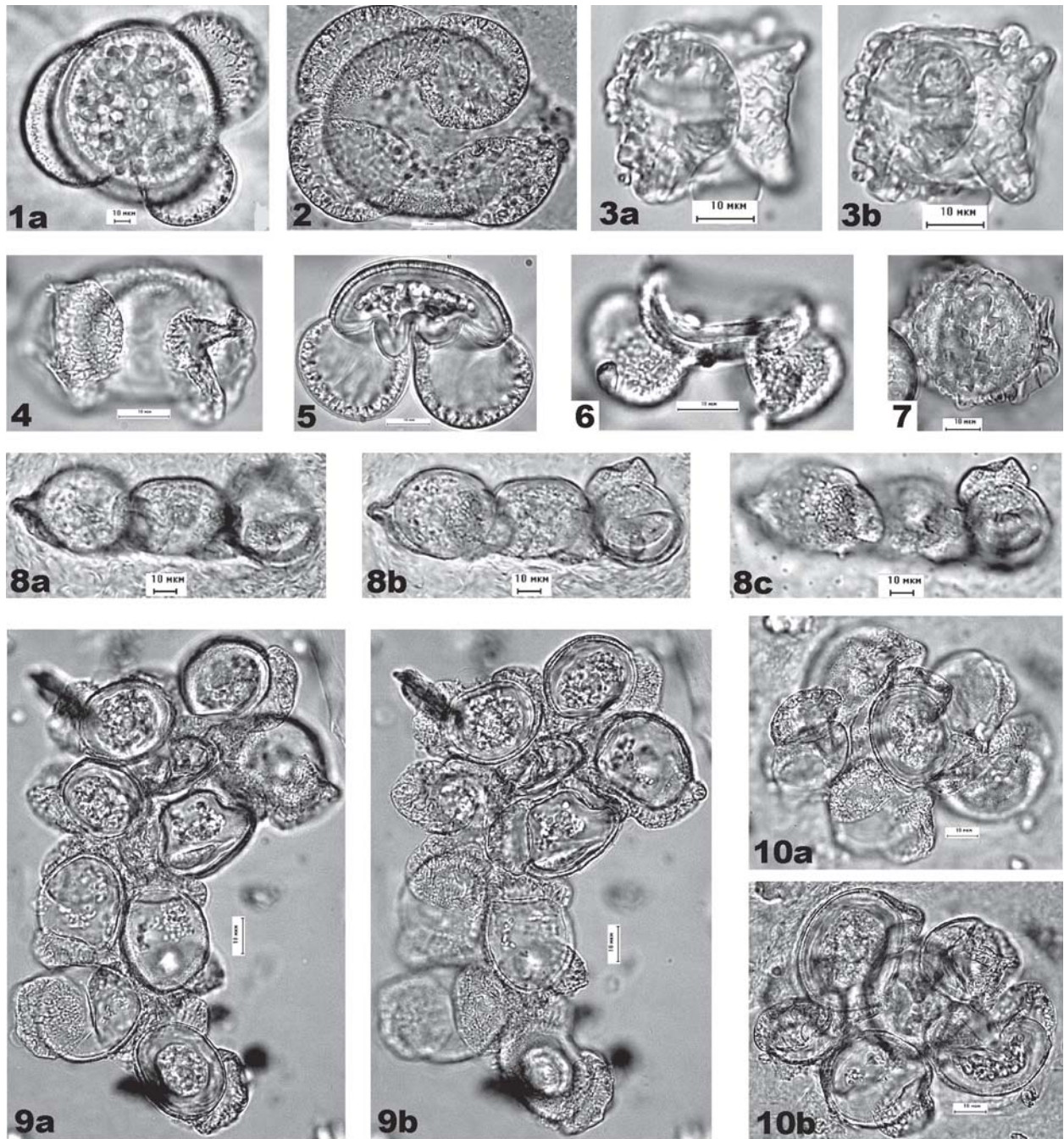


Таблица 2. Тератоморфные пыльцевые зерна *Pinus sylvestris* L., выделенные из воздушного бассейна г. Санкт-Петербурга в 2006—2008 гг. (рис. 1—2, 7—8 — 06.2006; рис. 3—6, 9—10 — 06.2008).

Рис. 1а-1b. Трехразномешковое пыльцевое зерно, снятое на разных глубинах резкости светового микроскопа. **Рис. 2.** Четырехразномешковое пыльцевое зерно. **Рис. 3а-б.** Двухразномешковое пыльцевое зерно с неравномерно разросшейся экзиной в области щита. Разные глубины резкости микроскопа. **Рис. 4.** Пыльцевое зерно с редуцированными воздушными мешками. **Рис. 5.** Пыльцевое зерно с крупными обвисшими воздушными мешками и неровной линией прикрепления мешков к телу. **Рис. 6.** Пыльцевое зерно с лептомой на щите. **Рис. 7.** Перисаккатное пыльцевое зерно. **Рис. 8а-8с.** Линейная триада (возможно фрагмент полиады) пыльцевых зерен с сильной редукцией мешков. Разные глубины резкости микроскопа. **Рис. 9а-9б.** Нераспавшаяся полиада из 10 пыльцевых зерен с редуцированными воздушными мешками, снятая на разных глубинах резкости микроскопа. **Рис. 10а-10б.** Пространственная полиада пыльцевых зерен с редуцированными воздушными мешками, снятая на разных глубинах резкости микроскопа

тистической обработки аэропалинологических материалов 2008 и 2009 гг. подтвердили, что в дни с ветрами западного и юго-западного направлений в аэропалинологических спектрах Санкт-Петербурга преобладают карликовые пыльцевые зерна с сильно измененными оболочками, а также их диады, триады и полиады, вероятнее всего, продуцированные на территории города-спутника ЛАЭС Сосновый Бор.

Литература

1. Адо В. А., Астафьева Н. Г. Поллинозы: (Повышенная чувствительность к пыльце растений). М.: Знание, 1991. 224 с.
2. Головкин В. В. Экологические аспекты аэропалинологии = Environmental aspects of the aeropalynology: Аналитический обзор // СО РАН. Институт химической кинетики и горения; ГПНТБ. Новосибирск, 2004. 107 с.
3. Дзюба О. Ф. Палиноиндикация качества окружающей среды. СПб.: Недра, 2006. 198 с.
4. Дзюба О. Ф., Борейша И. К., Яковлева Т. Л. и др. Ка-

чество пыльцы высших растений и некоторых клеточных структур и живых организмов в условиях промышленной площадки ЛАЭС и городе Сосновый Бор // Пыльца как индикатор состояния окружающей среды и палеоэкологические реконструкции: Материалы I Международного семинара. СПб., 2001. С. 69—78.

5. Дзюба О. Ф., Куликова Н. К., Токарев П. И. О естественном полиморфизме пыльцы *Pinus sylvestris* L. в связи с некоторыми проблемами палеопалинологии // Палинология: теория и практика: Материалы XI Всероссийского палинол. конф. М.: ПИН РАН, 2005. С. 65—68.

6. Дзюба О. Ф., Яковлева Т. Л., Кудрина А. Н. и др. Пыльца как модель контроля качества мужской генеративной сферы растений, животных и человека // Актуальные проблемы палинологии на рубеже третьего тысячелетия: Сборник научных статей. М.: ИГиРГИ, 1999. С. 61—71.

7. diary.gismeteo.ru/ — погодные условия в Санкт-Петербурге в 2006—2009 гг.

БОТАНИЧЕСКОЕ ПРОИСХОЖДЕНИЕ МЕДОВ ИЗ БОРТЕЙ УРОЧИЩА БАЛА-ТУКАЙ ЗАПОВЕДНИКА «ШУЛЬГАН-ТАШ»

Р. Г. Курманов

Институт геологии Уфимского научного центра РАН, Уфа; ravil_kurmanov@mail.ru

В настоящей работе приведены результаты пыльцевого анализа девяти образцов бортевого меда, отобранных из бортей урочища Бала-Тукай и выявлены особенности их пыльцевого состава.

Заповедник «Шульган-Таш» остается рефугиумом древнего бортевого промысла. На сегодняшний день на территории заповедника зарегистрировано более 500 бортей, 200 из которых заселены [1, 2]. Бортевой мед представляет собой уникальный продукт с неповторимым тонким ароматом и вкусом, насыщенный воском и пергой. Пыльцевой состав бортевых медов ранее не изучался.

Цель работы — изучение ботанического происхождения образцов бортевого меда, отобранных из бортей урочища Бала-Тукай заповедника «Шульган-Таш» и выявление особенностей их пыльцевого состава.

Отбор проб для анализа проводился в 2006, 2008 и 2009 гг. Всего из бортей поляны Бала-Тукай (борти 299, 304, 307, 321, 326) отобрано девять проб.

Приготовление микропрепаратов из образцов бортевого меда проводилось по методике А. Маурицио и Ж. Луво [5]. При идентификации пыльцевых зерен были использованы 318 контрольных микропрепаратов пыльцы растений заповедника «Шульган-Таш» и их рисунки. После идентификации всех видов пыльцевых зерен, проводился количественный подсчет. Для расчета процентного содержания пыльцы каждого вида подсчитано не менее 1000 пыльцевых зерен в каждом микропрепарате [6]. Повторность опыта трехкратная.

В результате пыльцевого анализа образцов выявлено на пыльца 81 вида растений, принадлежащих к 64 родам

и 25 семействам. Наиболее широко представлены сем. Asteraceae, Apiaceae, Fabaceae, Rosaceae, Lamiaceae. Число выявленных видов в пробах варьирует от 13 до 29. В большинстве проб преобладает пыльца *Tilia cordata* и *Filipendula ulmaria*. В ряде образцов доминирует пыльца *Vicia cracca* и *Heracleum sibiricum* (табл. 1). Виды, среднее содержание пыльцевых зерен которых не превышает 1%, объединены в группы по семействам.

Для оценки особенностей пыльцевого состава бортевых медов проведен мелиссопалинологический анализ ульевых медов (12 образцов) и обножек (119 образцов), отобранных на пасеке Бала-Тукай с рамочными ульями.

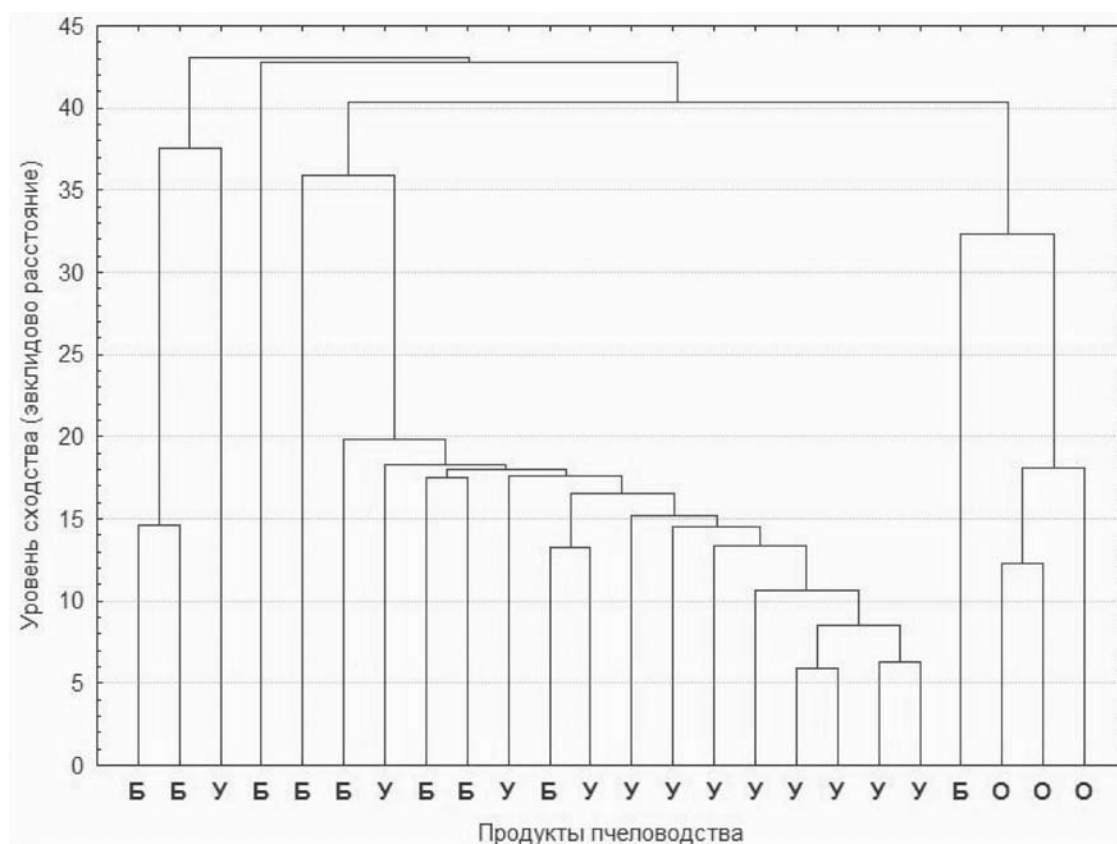
Всего в составе проанализированных образцов обножек, бортевых и ульевых медов идентифицирована пыльца 153 видов растений. Кластерный анализ исследованных продуктов позволил выявить 2 класса: обножка и мед (см. рисунок). Пробы ульевого меда объединяются в группу на более высоком уровне сходства, а бортевые меда качественно отличаются от них наличием в составе пыльцы перги.

Содержание пыльцы основных медоносов и пергааносов заповедника «Шульган-Таш» [4, 5] в составе исследованных продуктов пчеловодства представлено в табл. 2.

Таким образом, пыльцевой состав бортевого меда уникален, а выявленные особенности позволяют про-

Пыльцевой состав изученных бортовых медов

1. <i>Tilia cordata</i>	4,83-54,66	27,46
2. <i>Filipendula ulmaria</i>	0,28-58,19	20,68
3. <i>Vicia cracca</i>	0-38,82	7,23
4. <i>Heracleum sibiricum</i>	0-39,24	6,28
5. <i>Veronica teucrium</i>	0-22,92	5,41
6. <i>Angelica archangelica</i>	0-10,29	3,45
7. <i>Chamaerion angustifolium</i>	0-11,18	2,12
8. <i>Chelidonium majus</i>	0-7,86	1,90
9. <i>Centaurea pseudophrygia</i>	0-6,67	1,88
10. <i>Seseli libanotis</i>	0-6,92	1,85
11. <i>Nepeta pannonica</i>	0-11,37	1,59
12. <i>Origanum vulgare</i>	0-3,68	1,42
13. <i>Sanguisorba officinalis</i>	0-8,47	1,37
Asteraceae (17 видов)	0-9,74	2,70
Brassicaceae (3 вида)	0-7,36	1,31
Apiaceae (7 видов)	0-4,12	1,07
Campanulaceae (4 вида)	0-2,35	0,74
Rosaceae (5 видов)	0-2,36	0,68
Plantaginaceae (2 вида)	0-0,55	0,64
Fabaceae (8 видов)	0-1,38	0,49
Scrophulariaceae (2 вида)	0-2,36	0,32
Caryophyllaceae (3 вида)	0-0,59	0,12
Lamiaceae (4 вида)	0-0,30	0,05
Прочие (13 видов)	0-4,51	1,99



Дендрогрaмма сходства продуктов пчеловодства.

О – обножка, У – ульевого меда, Б – бортового меда

Таблица 2

Содержание пыльцы основных медоносов и перганосов заповедника «Шульган-Таш» в мёдах из бортей урочища Бала-Тукай, обножках и мёдах из ульев пасеки «Бала-Тукай»

Вид растения	Усредненные результаты анализа за 2006, 2008, 2009 гг., %		Доля пыльцы в суммарных образцах обножек за 2003-2004 гг., %
	Бортовой мед	Ульевого мед	
Общее число видов	81	93	93
Число проб, шт.	9	12	119
<i>Tilia cordata</i>	27,46±6,42	56,67±3,81	1,90±0,70
<i>Filipendula ulmaria</i>	20,68±7,50	9,16±3,57	10,12±1,35
<i>Vicia cracca</i>	7,23±4,81	0,92±0,53	0,68±0,68
<i>Heracleum sibiricum</i>	6,28±4,27	2,80±0,70	2,89±1,57
<i>Veronica teucrium</i>	5,41±2,64	1,34±0,78	1,26±0,92
<i>Angelica archangelica</i>	3,45±0,98	5,37±1,76	6,85±2,01
<i>Chamaerion angustifolium</i>	2,12±1,21	2,06±0,77	2,42±1,26
<i>Centaurea pseudophrygia</i>	1,88±0,90	1,13±0,43	2,93±0,43
<i>Seseli libanotis</i>	1,85±0,82	2,73±1,39	0,82±0,57
<i>Nepeta pannonica</i>	1,59±1,25	0,17±0,10	0,10±0,06
<i>Origanum vulgare</i>	1,42±0,46	2,47±0,86	3,39±0,53
<i>Sanguisorba officinalis</i>	1,37±0,92	1,18±1,10	0,02±0,02
<i>Bunias orientalis</i>	0,93±0,81	0,39±0,15	6,15±2,26
<i>Centaurea scabiosa</i>	0,50±0,43	0,18±0,11	1,37±0,63
<i>Bistorta major</i>	0,50±0,44	0,80±0,42	2,89±1,42
<i>Angelica sylvestris</i>	0,46±0,46	0,18±0,12	1,35±0,68
<i>Filipendula vulgaris</i>	0,35±0,23	0,38±0,17	2,68±0,79
<i>Geranium pratense</i>	0,10±0,06	0,06±0,03	0,03±0,03
<i>Taraxacum officinalis</i>	0,09±0,05	0	3,05±0,75
<i>Aegopodium podagraria</i>	0,07±0,04	0	0,04±0,04
<i>Chaerophyllum prescottii</i>	0,05±0,04	0,41±0,15	0,09±0,09
<i>Acer platanoides</i>	0	0	0,78±0,78
<i>Bupleurum longifolium</i>	0	0,02±0,02	0
<i>Dracocephalum ruischiana</i>	0	0,05±0,05	0,19±0,14
<i>Padus avium</i>	0	0	3,61±1,84
<i>Salix spp.</i>	0	0	5,12±2,79
<i>Trifolium medium</i>	0	0	1,52±0,87
Итого:	83,79	88,45	62,25

известить оценку ботанического происхождения бортевого мёда и отнести его к полифлорным мёдам.

Литература

1. Биоресурсы горных территорий: учебное пособие. Екатеринбург, 2008. С. 149–156.
2. Косарев М. Н., Маннанов А. Г. Рекомендации по устройству и расположению вновь изготавливаемых бортей и колод в заповеднике «Шульган-Таш» // Апитерапия сегодня – с биологической аптечкой пчёл в XXI век: Тезисы докл. региональной научно-практической конференции. Уфа, 2000. С. 450–451.

3. Курманов Р. Г., Шарипов А. Я., Косарев М. Н., Сайфуллина Н. М. и др. Медовые ресурсы заповедника «Шульган-Таш». Уфа: РИЦ БашГУ, 2010. 100 с.

4. Шарипов А. Я. Ресурсы флоры медоносов заповедника «Шульган-Таш», некоторые особенности экологии бурзянской популяции медоносной пчелы. Автореф. дис... канд. биол. наук. Уфа, 2006. С. 8–10.

5. Maurizio A., Louveaux J. & Vorwohl G. Methods of melissopalynology // Bee World, 1970. Vol. 51. № 3. P. 125–138.

6. Vergeron P. Interpretation statistique des resultats en matiere d'analyse pollinique des miels. // Annales del' Abeille, 1964. Vol. 7. P. 349–364.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПЫЛЬЦЫ ШИПОВНИКА МОРЩИНИСТОЛИСТНОГО КАК ИНДИКАТОРА ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ (НА ПРИМЕРЕ ПЕТРОЗАВОДСКА)

О. В. Лазарева, Н. В. Крутских

Институт геологии КарНЦ РАН, Петрозаводск; *ox-laz@yandex.ru, natkrut@gmail.com*

Представлены результаты палинологических исследований шиповника морщинистого (*Rosa rugosa*). Анализ основан на определении процента стерильности и тератоморфности (уродливости) пыльцевых зерен. Выявлены образцы, характеризующиеся значимыми изменениями пыльцевых зерен, а также образцы, приравненные к контрольному. Дана оценка состояния верхнего горизонта почв города по содержанию в них тяжелых металлов. Выявлены корреляционные связи между стерильностью и тератоморфностью пыльцы шиповника морщинистого и содержанием тяжелых металлов в почвах.

Экологический мониторинг, или мониторинг окружающей среды, — это комплексная система наблюдений за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов. В систему экологического мониторинга входят наблюдения за состоянием элементов биосферы и наблюдения за источниками и факторами антропогенного воздействия. Система мониторинга должна накапливать и анализировать детальную информацию о конкретных источниках загрязнения и их воздействии на окружающую среду. Изучение и контроль состояния окружающей среды включают исследование таких природных ресурсов, как природные и сточные воды, атмосферный воздух, почвы, а так же биологические объекты. Методом биоиндикации определяется присутствие в окружающей среде того или иного загрязнителя по наличию или состоянию определенных организмов, наиболее чувствительных к изменению экологической обстановки [1]. Биологические методы дают возможность диагностировать негативные изменения в природной среде даже при низких концентрациях загрязняющих веществ. Особую значимость имеет то обстоятельство, что биоиндикаторы отражают степень опасности соответствующего состояния окружающей среды для всех живых организмов, в том числе и для человека. Высокочувствительными к антропогенному загрязнению представителями биоты являются растения, которые в первую очередь реагируют на изменения среды, обусловленные действием смеси загрязнителей. В роли биоиндикатора может быть использована пыльца растений. Для этого используется анализ, основанный на определении процента стерильности и тератоморфности (уродливости) пыльцевых зерен.

Морфологическая изменчивость пыльцевых зерен зависит от воздействия таких антропогенных факторов, как пожары, радиация, повышенная концентрация тяжелых металлов и пестицидов и других вредных веществ. Было отмечено, что количество измененных пыльцевых зерен значительно увеличивается вблизи и на территории крупных промышленных центров.

Территория города Петрозаводска, являющегося крупным промышленным городом, испытывает большую экологическую нагрузку. В неблагоприятных условиях обитания (загрязнение атмосферы, почв, грунтовых вод) растение продуцирует большое количество стерильных, не способных к прорастанию, а так же тератоморфных зерен. В то время как в экологически

чистых (фоновых) условиях количество их мало, что можно считать физиологической нормой для данного растения.

На территории города и за его пределами было отобрано 24 образца пыльцы шиповника морщинистого (*Rosa rugosa*). Этот вид шиповника произрастает как в искусственных насаждениях, так и в естественных, встречается во всех районах города, его биология хорошо изучена [3]. Отбор образцов производился во всех функциональных зонах города: промышленные зоны, зоны интенсивного движения автотранспорта, селитебные зоны, а также в пределах удаленных территорий. Пыльники отбирались с юго-восточной стороны куста на высоте 1 м с полностью распустившихся 4–5 цветков и фиксировались в 70 % спирте. Окрашивание препарата происходило по йодной методике, которая основана на окрашивании внутреннего содержимого пыльцевого зерна йодом [4]. Фертильные зерна окрашиваются в яркий темно-фиолетовый цвет, стерильные окрашиваются не полностью, либо остаются прозрачными. Производился подсчет более 500 пыльцевых зерен каждой пробы. Параллельно с отбором проб на палиноиндикацию был произведен отбор проб на химический анализ почв. Полученные результаты представлены в табл. 1, которая наглядно показывает качество пыльцы и сравнение данных с результатами литохимических исследований.

Наиболее низкий показатель стерильности пыльцы выявлен в образце, взятом в 420 км от города Петрозаводска, в поселке Ледозеро Муезерского района, в экологически чистой зоне. Количество стерильных зерен здесь составило 1.68 %. Содержание в нем тератоморфных зерен также невелико и составляет 3.78 %. Этот образец был принят за контрольный.

Самое низкое качество пыльцы в Петрозаводске обнаружено в пробе, взятой в районе ЗАО «Петрозаводскмаш» и ООО «Севербуммаш», наиболее крупных из действующих на территории города предприятий. Кроме того, в данном районе отмечается высокая интенсивность автомобильного движения [2].

В пределах города по нашим данным самое низкое качество пыльцы отмечено в обр. 13 и 27, в них количество стерильной пыльцы достигает 95 %. Обр. 13 отобран в центре города на перекрестке улиц с большим автомобильным потоком (пр. Ленина и ул. Антикайнена). Здесь зафиксировано частое торможение автотранспорта на светофоре и работа автодвигателей в холостом режиме, при котором в атмосферу выбрасывается максимальное количество загрязняющих веществ. Обр. 27

Таблица 1

Показатели качества пыльцы *Rosa rugosa* г. Петрозаводска

№ образца	Местонахождение образца	Кол-во исследуемых пыльцевых зерен	Содержание стерильных пыльцевых зерен, %	Содержание тератоморфных зерен, %
5	Антикайнена, 2	715	9.73	0.84
13	Антикайнена, 30	1183	95	1.44
20	Красноармейская, 46	846	6.16	11.82
22	Ленина, 15	1723	6.99	2.03
42	Красная, 47	760	9.09	3.03
3	Разина, 3	716	11.03	1.26
15	Мост р.Неглинка, район кинотеатра Калевала	1155	3.48	5.63
21	Первомайский, 10	887	13.31	10.26
33	Московская, 11	1198	8.13	5.51
41	Кирова, 46	1361	34	2.79
34	Островского, 6	802	19.26	11.97
16	Путейская, 3	743	27	11.84
17	Матросова, 3	1608	60	1.12
6	Коммунистов, 50	790	19.23	13.80
8	Кооперативная, 8	974	15.51	4.00
43	Мерецкова, 3	1253	11.78	5.99
38	Карельский пр., 18	770	14.74	10.26
39	Питкярантская, 2	946	8.58	15.01
40	Ровио, 1	1104	11.5	4.08
36	Сыктывкарская, 25	670	11.5	3.88
37	Лесной пр., 11	823	2.25	3.04
44	Соломенское шоссе, 16	1267	9.31	1.50
27	Сусанина, 30	521	95	11.13
	Средние значения		21.84	6.18
	Медиана значений		11.5	4.08
	Стандартное отклонение		26.08	4.66
	Минимальные значения		2.25	0.84
	Максимальные значения		95	15.01
	Размер выборки		23	23
1	контрольный образец, пос. Ледмозеро	556	1.7	3.78

взят в районе Ключевая (ул. Сусанина) с клумбы на территории придомовой автостоянки с двух сторон огороженной бетонными стенами, препятствующими выходу выхлопных газов с автостоянки, образуя «газовую» камеру. Очень высоко содержание стерильной пыльцы в обр. 16, 17, 41, отобранных вдоль автомобильных дорог с большой пропускной способностью, кроме того обр. 16, 17 близко расположены к территории Авторемзавода и железной дороге. Самое высокое качество пыльцы на территории города было отмечено в обр. 37 из жилого района Древлянки, и составило 2.25 % стерильных зерен и 3.04 % тератоморфных. Обр. 6 и 39

с наибольшим количеством тератоморфных зерен (13.80 и 15.01 % соот.) отобраны в двух районах города (Пятый поселок и Кукковка).

С целью выявления зависимости стерильности и тератоморфности пыльцы от качества среды обитания был проведен анализ состояния почв г. Петрозаводска. Оценка проводилась на основании сравнения данных с ПДК, кларковыми и контрольными значениями (пос. Ледмозеро). Изучаемые образцы представляют собой почвы песчано-супесчаного состава.

Основные статистические характеристики данных химического состава почв представлены в табл. 2.

Описательная статистика концентраций некоторых элементов в почве

	стерил. %	Pb	Zn	Co	Mo	Sb	Cu	Ni	Cr	Sn	W	V
x_{cp}	21.84	39.94	117.86	10.38	1.03	1.12	50.67	20.34	32.67	2.45	1.97	82.74
Me	11.5	27.32	94.14	9.08	1.06	1.1	51.31	20.03	31.4	1.8	1.74	75.96
S	26.08	28.73	59.24	4.09	0.37	0.53	16.60	4.97	8.91	1.76	1.13	30.58
x_{min}	2.25	12.39	49.65	5.22	0.02	0.46	21.44	13.53	21.12	1.12	0.84	34.56
x_{max}	95	109.59	269.30	19.18	1.87	2.78	77.64	37.95	57.18	9.66	4.77	149.20
N	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
ПДК		30	100*	50		4.5	55*	85				150
Кларк **		16	83	18	1.1	0.5	47	58	83	2.5	1.3	90
пос. Ледмозеро	1.7	32.8	197.4	4.9	0.4	0.8	27.9	12.8	34.6	6.9	0.5	41.57

Примечания. x_{cp} — среднее арифметическое значение, Me — медиана, S — стандартное отклонение; * — валовое содержание — ориентировочное; ** по А. П. Виноградову (1962) [5]

Высокий уровень загрязнения свинцом ($K_{пдк} > 2$) имеют пробы, отобранные в районе промышленных зон города (участок ж/д ст. Товарная, торгово-промышленный комплекс на ул. Коммунистов), селитебные зоны: две точки наблюдения в микрорайоне Древянка, а также в центре города (Антикайнена, 2). Значения медианы для концентрации свинца в почвах г. Петрозаводска составляет 27.3, что превышает кларковые значения, но находится в пределах ПДК. Для почв контрольного образца из пос. Ледмозеро характерно повышенное содержание свинца относительно кларка ($C_{рб} = 32.8$).

Содержание цинка в пробах по медиане соответствует ПДК, однако по некоторым точкам имеются превышения. Так, например, в пробе с зоны ж/д ст. Товарная и на ул. Антикайнена $K_{пдк} = 2.6$.

По содержанию кобальта территория города является не загрязненной, все значения ниже ПДК и находятся на уровне кларковых значений. Однако все образцы превышают Ледмозерские контрольные значения в 2-3 раза.

Содержание меди в почвах в среднем по городу не превышает ПДК, но почти в 2 раза больше контрольных значений. Наиболее высокие содержания Cu наблюдаются в образце со станции Товарная и т.н. 27 (селитебная зона, ул. Сусанина)

По содержанию никеля почвы являются не загрязненными, средние концентрации Ni в почвах города 20.3 мг/кг, что ниже ПДК. Но по всем пробам содержание никеля превышает контрольные значения в 1.5—2 раза. Наиболее высокое содержание Ni наблюдается в селитебных зонах Древянки, Ключевой, а также ст. Товарная.

Медиана содержания вольфрама в изучаемых пробах составляет 1.7 мг/кг, что в 1.3 раза превышает значения кларка. По сравнению с контрольными образцами, в пределах города наблюдается повсеместное увеличение концентраций W в 1.7—9.7 раз. Максимальное содержание W выявлено в промышленной зоне ул. Коммунистов, в селитебной зоне точках наблюдения 15, 17 и 41.

По медиане содержания ванадия почвы города не превышают кларковых значений, относительно ледмозерских данных V в 1—3.5 раза больше. Наибольшие

концентрации выделены для проб, взятых на ул. Сусанина, ул. Матросова, пр. Карельский, ш. Соломенское.

Для определения воздействия содержания тяжелых металлов в почве и стерильностью пыльцы шиповника морщинистолистного (*Rosa rugosa*) проведен корреляционный анализ на основе логарифмов содержания тяжелых металлов и процентного содержания стерильных зерен. Выявленные значимые значения коэффициента корреляции представлены в табл. 3.

Таблица 3

Матрица значимых коэффициентов корреляции

	lg стерильности
lg Co	0.54
lg Cu	0.58
lg W	0.53
lg V	0.48

Для остальных элементов корреляция является не значимой.

Также рассчитаны коэффициенты корреляции для рассеянных и редкоземельных элементов. В пределах значимости находятся Sc, Ti, Y, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Ta, ($r = 0.40-0.51$, $r_{крит} = 0.40$ для $\alpha = 0.95$).

Анализ взаимосвязи между тератоморфностью и геохимическим составом почв выявил прямую зависимость морфологии пыльцы от содержания свинца ($r = 0.41$, $r_{крит} = 0.40$ для $\alpha = 0.95$). Обр. 6 и 39 с наибольшим количеством тератоморфных зерен (13.80 и 15.01 % соот.) были отобраны в двух районах города (Пятый поселок и Кукковка). Содержание свинца в почвенных пробах этих образцов в 2 раза превышает ПДК. Свинцовое загрязнение характерно для городских территорий и в большей мере отражает вклад автомобильного транспорта в общую нагрузку на природную среду. Для других загрязняющих элементов такая связь прослеживается в меньшей мере и определяется наличием других факторов, оказывающих влияние на морфологию пыльцы.

Таким образом, в ходе исследований установлена зависимость стерильности и тератоморфности пыльцы

шиповника морщинолистного от уровня химического загрязнения. Данный вид шиповника имеет четко выраженную количественную и качественную реакцию на отклонение свойств среды обитания от экологической нормы.

В значительной мере наблюдается реакция пыльцы в виде увеличения стерильных зерен на повышенные содержания Со, Си, W, V. Эти превышения концентраций могут быть как естественного, так и техногенного происхождения. Также стерильность зависит от естественного фона, выражаемого в содержании некоторых рассеянных и редкоземельных элементов.

Быстрее наблюдается отклик на изменение параметров среды в виде тератоморфности пыльцы шиповника. Наиболее активно пыльца реагирует на высокие содержания в почвах свинца, который в значительной мере отражает загрязнение от автотранспорта.

Метод оценки уровня стерильности и тератоморфности пыльцы шиповника чувствителен и может быть рекомендован для экомониторинга урбоэкосистем.

Литература

1. Дзюба О. Ф. Палиноиндикация качества окружающей среды. СПб.: Недра, 2006. 198с.
2. Елькина Н. А., Марковская Е. Ф. Результаты аэропалинологического мониторинга в г. Петрозаводске 2005–2007 гг. // Палинология: стратиграфия и геоэкология. СПб.: ВНИГРИ, 2008. Т. 1. С. 156–160.
3. Лантратова А. С. Деревья и кустарники Карелии: Определитель. Петрозаводск: Карелия. 1991. 232 с.
4. Паушева З. П. Практикум по цитологии растений. М.: Агропромиздат. 1988. 271 с.
5. Справочник по геохимии / Войткевич Г. В., Кокин А. В., Мирошников А. Е. и др. М.: Недра, 1990. 480 с.

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ВЗАИМОТНОШЕНИЯ МЕЖДУ СУБФОССИЛЬНЫМИ ПАЛИНОСПЕКТРАМИ И СОВРЕМЕННОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ ПОЛЯРНОГО УРАЛА

Е. Г. Лаптева¹, В. Янковска², Н. К. Панова³

¹Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург; lapteva@ipae.uran.ru

²Ботанический институт АНЧР, Брно, Чехия; Vlasta.Jankovska@ibot.cas.cz

³Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург; natapanova@mail.ru

Данная работа посвящена изучению субфоссильных палиноспектров разнообразных растительных сообществ тундровой зоны Полярного Урала. Согласно результатам кластерного анализа, палиноспектры тундровой растительности восточного склона отличаются от палиноспектров тундровых сообществ западного склона. Отличия палиноспектров различных типов сообществ тундр западного склона не проявились. Среди субфоссильных палиноспектров тундр восточного склона дифференцируются палиноспектры листовничных редколесий с кустарниковым ярусом из *Duschekia fruticosa*, а сходными характеристиками обладают палиноспектры травянистых и кустарниковых тундр и листовничных редколесий с кустарниковым ярусом из *Betula nana*.

Для палинологической характеристики современной растительности тундровой зоны Полярного Урала были отобраны 30 поверхностных образцов на западном и восточном склонах севернее 66° с. ш. по трансектам, включающим различные типы растительных сообществ тундр.

В пределах пояса холодных гольцовых пустынь на западном склоне апробированы единичные фрагменты тундр, встречающиеся в виде небольших куртин между каменистых россыпей (473, 476, 478, 479, 480). Куртины формирует *Dryas* sp., виды семейств Poaceae, Cyperaceae и Ranunculaceae. Встречаются зеленые мхи.

В пределах пояса горных тундр на обоих склонах Полярного Урала наиболее распространены кустарничковые и травяно-моховые тундры (157, 158, 159, 160, 161, 162, 898, 467, 470, 471). Основу травяно-кустарничкового яруса создают виды следующих семейств: Rosaceae, Ericaceae, Poaceae, Liliaceae, Cyperaceae, Fabaceae, Polygonaceae, Caryophyllaceae, Apiaceae и др. Встречается *Betula nana* стланиковой формы, *Ledum*, *Salix nummularia*. Моховой ярус формируют разнообразные виды зеленых мхов [1, 3].

Сообщества криофильных лугов апробированы, как на восточном, так и на западном склоне (469 и 1098). На западном склоне на лугах единично встречается *Salix*

sp. Травяно-кустарничковый ярус формируют представители семейств Poaceae, Liliaceae, Polygonaceae, Asteraceae, Rosaceae, Ranunculaceae, Geraniaceae, Polemoniaceae, Fabaceae, Apiaceae. Разреженный моховой ярус образован зелеными мхами. На восточном склоне основу травяно-кустарничкового яруса составляют виды семейств Asteraceae, Liliaceae, Geraniaceae, Ranunculaceae, Polemoniaceae, Polygonaceae, Rosaceae, Onagraceae и др. В окрестности луга встречаются виды кустарников *Salix* sp. и *Betula nana*, древесные формы — *Betula pubescens* и *Larix sibirica*.

Заросли кустарников (155, 156, 465, 998, 2195, 194, 1895, 193) апробированы в тундрах восточного и западного склонов. На восточном склоне среди кустарников доминируют *Duschekia fruticosa* и *Betula nana*. Ерники формируют густые заросли с ивой (*Salix lanata* и др.) и единичной низкорослой листовницей. Ольховники чередуются с участками, покрытыми тундровой или кустарниковой растительностью [1, 3]. Основу травяно-кустарничкового и мохового ярусов составляют практически те же виды растений и зеленых мхов, которые встречаются в тундровых ассоциациях. На западном склоне преобладают *Salix* sp. с примесью *Ledum decumbens* и *Betula nana*. В травяно-кустарничковом

ярус встречаются представители семейств Сурегасеae, Rosaceae, Ericaceae, Scrophulariaceae, Polygonaceae. Моховой ярус образован зелеными мхами.

Лиственничные редколесья (150, 151, 152, 153, 154) апробированы только на восточном склоне. Древостой образуют *Larix sibirica* с участием *Betula tortuosa* и *Picea obovata*. Подлесок формируют *Duschekia fruticosa* и *Betula nana* с примесью *Salix glauca*, *Juniperus sibirica* и *Sorbus sibirica*. В травяно-кустарничковом ярусе встречаются виды Rosaceae, Сурегасеae, Ericaceae и разнотравья (Rosaceae, Caryophyllaceae, Polygonaceae, Ranunculaceae и др.) [3].

Результаты палинологического анализа представлены на рис. 1. Сравнивая состав субфоссильных палиноспектров, следует отметить высокое содержание пыльцы деревьев и кустарников (более 70 %), как на восточном, так и на западном склоне. В палиносpectрах тундр западного склона Полярного Урала обилие пыльцы древесных пород формируется за счет дальнезаносных элементов: *Pinus sylvestris*-type (30–60 %), *Betula pubescens*-type (10–53 %) и *Picea* (до 4 %). Пыльца этих пород является дальнезаносной, поскольку северная граница ареала сосны обыкновенной, березы (древесная форма) и ели проходит южнее 65° с.ш. Содержание пыльцы *Betula nana*-type достигает 6–30 %. В группе трав доминирует пыльца Ericaceae, Сурегасеae, Rosaceae и Polygonaceae. В палиносpectре криофильного луга обнаружено наибольшее суммарное содержание пыльцы разнотравья (до 25 %).

В субфоссильных палиносpectрах тундровых сообществ восточного склона обилие пыльцы древесной группы достигается за счет пыльцы *Alnus fruticosa*-type (10–80 %) и *Betula nana*-type (10–70 %). Ольха кустарниковая (*Duschekia fruticosa*) и береза карликовая (*Betula nana*) формируют кустарниковые заросли, а также кустарниковый ярус в редколесьях. Пыльца *Pinus sibirica*-type (до 20 %) превалирует над содержанием пыльцы *Pinus sylvestris*-type, т. к. сосна сибирская встречается по долинам рек тундровой зоны восточного склона Полярного Урала. Пыльца *Betula pubescens*-type (2–40 %) и *Picea* (до 3 %) также отражает распространение ели и березы в долинах рек восточного склона Полярного Урала. В группе трав, подобно палиносpectрам западного склона, доминирует пыльца Ericaceae, Сурегасеae, Rosaceae и Polygonaceae. В палиносpectре криофильного луга обнаружено наибольшее суммарное содержание пыльцы разнотравья (до 18 %).

Дендрограммы сходства субфоссильных палиносpectров разнообразных растительных сообществ тундровой зоны Полярного Урала, полученные при кластеризации по методу Варда, представлены на рис. 2. При анализе по двум признакам (содержание пыльцы древесных пород и кустарников и содержание пыльцы трав) выделились три кластера, объединенные в две группы (рис. 2, а). Первую группу формируют палиносpectры травянистых тундр и криофильных лугов, как западного, так и восточного склона (157–469), характеризующиеся высоким содержанием пыльцы трав (26–60 %). Во вторую группу объединились палиносpectры разнообразных растительных сообществ тундр западного и восточного склонов Полярного Урала, в которых содержание пыльцы древесных и кустарниковых форм превалирует. Внутри этой группы в первый кластер объединились субфоссильные палиносpectры растительных сообществ голь-

цового пояса западного склона и кустарниковой тундры и лиственничных редколесий восточного склона (193–476), характеризующиеся максимальным содержанием пыльцы деревьев и кустарников (86–94 %). Во второй кластер вошли субфоссильные палиносpectры разнообразных тундровых сообществ восточного и западного склонов Полярного Урала (159–465), в которых содержание пыльцы древесных и кустарниковых форм не превышает 82 %.

Кластерный анализ данных по общему таксономическому составу пыльцы древесной и травянистой групп показал, что субфоссильные палиносpectры объединились в две группы согласно географическому положению точек отбора проб (рис. 2, б). В первой группе, объединяющей 90 % палиносpectров тундр восточного склона Полярного Урала, выделились 3 кластера: 1) палиносpectры лиственничных редколесий с хорошо развитым кустарниковым ярусом из ольхи кустарниковой (151–150), в которых содержание пыльцы *Alnus fruticosa*-type наибольшее; 2) палиносpectры травянистых и кустарниковых тундр и лиственничных редколесий с кустарниковым ярусом из *Betula nana* (1895–153), характеризующиеся высоким содержанием пыльцы *Betula nana*-type; 3) палиносpectры травянистых тундр и криофильных лугов, в том числе, палиносpectр криофильного луга с западного склона (160–469), для которых характерно высокое содержание и таксономическое разнообразие пыльцы трав. Вторую группу формируют 90 % палиносpectров разнообразных растительных сообществ тундр западного склона (479–465), характеризующихся преобладанием пыльцы *Pinus sylvestris*-type. Внутригрупповая дифференциация субфоссильных палиносpectров согласно типу сообществ не выявилась. В эту группу также попали два палиносpectра тундр восточного склона Полярного Урала (898 и 998), в которых также высоко содержание пыльцы *Pinus sylvestris*-type.

Анализ данных по таксономическому составу группы пыльцы деревьев и кустарников показал сходную с предыдущим анализом картину (рис. 2, в). Субфоссильные палиносpectры тундр Полярного Урала объединились в две группы согласно географической приуроченности, где все палиносpectры тундр западного склона формируют единую группу (465–479), включая три палиносpectра тундр восточного склона (898, 1098 и 998). Как и в предыдущем случае, объединение палиносpectров тундр западного склона по принадлежности различным типам растительных сообществ не наблюдается. Однако можно выделить 2 кластера палиносpectров, характеризующихся доминированием пыльцы *Pinus sylvestris*-type (479–467) и значительным вкладом пыльцы *Betula pubescens*-type (480–465). Во второй группе, включающей палиносpectры растительных сообществ тундр восточного склона Полярного Урала, можно выделить три кластера. Два кластера, повторяя дифференциацию предыдущего анализа, объединяют субфоссильные палиносpectры лиственничных редколесий с кустарниковым ярусом из ольхи кустарниковой (150–151) и травянистых и кустарниковых тундр и лиственничных редколесий с кустарниковым ярусом из *Betula nana* (153–193). Третий кластер образуют палиносpectры травянистых тундр восточного склона Полярного Урала, характеризующиеся наибольшим содержанием пыльцы *Pinus sibirica*-type (159–162).

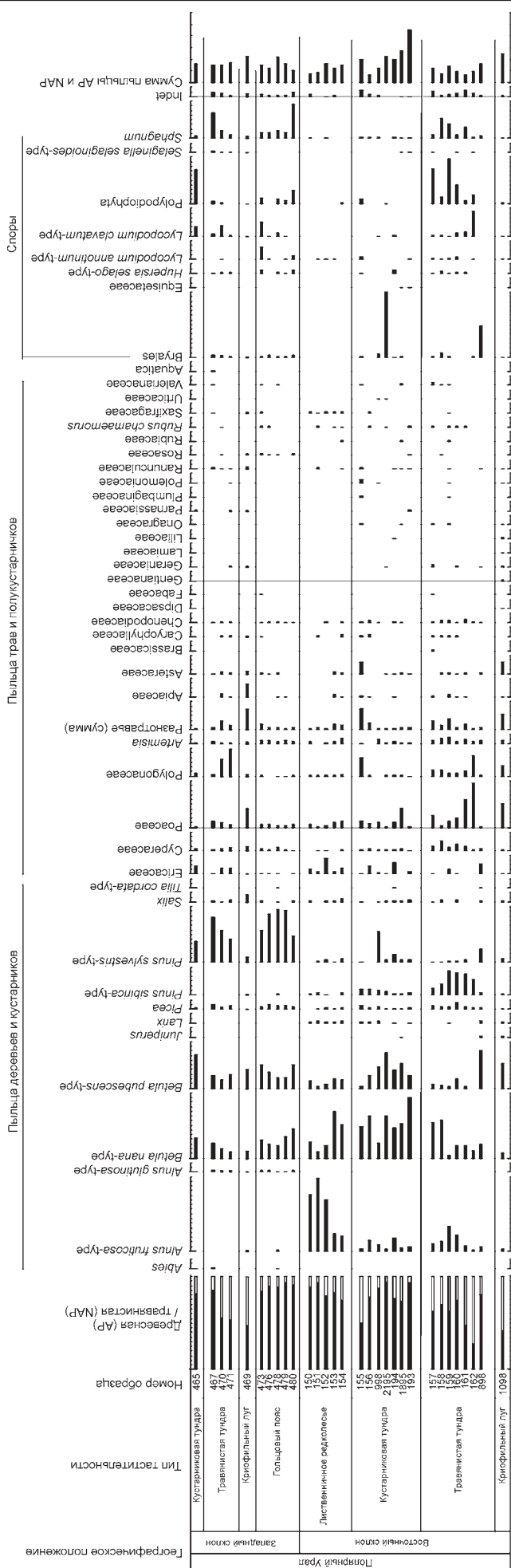


Рис. 1. Содержание пыльцы и спор в субфоссильных палиноспектрах тундровой растительности Полярного Урала

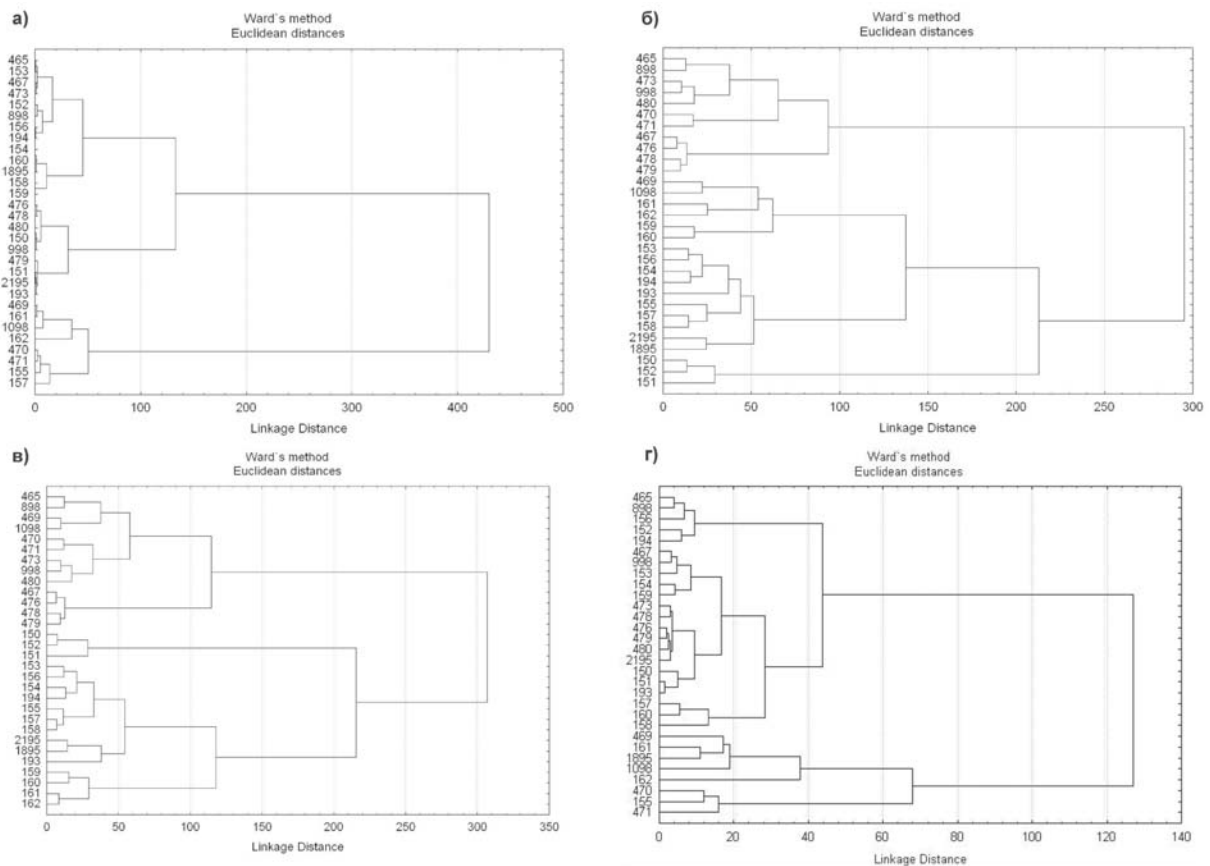


Рис. 2. Дендрограммы сходства субфоссильных палиноспектров тундровой растительности Полярного Урала.

а) по содержанию пыльцы древесных пород и кустарников и трав; б) по содержанию палинотаксонов древесных и травянистых форм; в) по содержанию пыльцы древесных пород и кустарников; г) по содержанию пыльцы трав

Кластеризация данных по таксономическому разнообразию и содержанию группы пыльцы трав ясной картины не показала (рис. 2, г): 1) не выявились географические различия субфоссильных палиноспектров и 2) не произошло объединение согласно приуроченности палиноспектров типу растительности. На дендрограмме четыре кластера объединяют субфоссильные палиноспектры по преобладанию пыльцы отдельных таксонов травянистой группы, например, по доминированию пыльцы *Roaseae* (471–470), *Polygonaceae* (162–469) и *Egicaseae* (194–465), и кластер (158–467), включающий палиноспектры с небольшим таксономическим разнообразием разнотравья.

Таким образом, субфоссильные палиноспектры современных растительных сообществ тундр Полярного Урала четко дифференцируются при анализе палинотаксонов группы древесных и кустарников по географической приуроченности точек апробирования. Палиноспектры тундровой растительности западного склона характеризуются высоким содержанием пыльцы дальнезаносных элементов (*Pinus sylvestris*-type и *Betula pubescens*-type). Отличия палиноспектров различных типов сообществ тундр западного склона не проявились. Субфоссильные палиноспектры растительности тундр восточного склона отличаются от палиноспектров тундр западного склона высоким содержанием пыльцы *Alnus fruticosa*-type при низком участии пыльцы *Pinus sylvestris*-type. Среди субфоссильных палиноспектров тундр восточного склона дифференцируются палиноспектры лиственничных редколесий с

кустарниковым ярусом из *Duschekia fruticosa*. Близкими параметрами обладают палиноспектры травянистых и кустарниковых тундр и лиственничных редколесий с кустарниковым ярусом из *Betula nana*, апробированных на восточном склоне Полярного Урала. Дифференциация субфоссильных палиноспектров тундровых сообществ западного и восточного склона по географической приуроченности и принадлежности к определенному типу тундровых растительных сообществ не выявилась как при анализе соотношения пыльцы древесной и травянистой групп, так и при анализе палинотаксонов группы трав.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 09-06-0286) и проекта Grant Agency of the Czech Republic (P209/10/0519).

Литература

1. Растительный покров и растительные ресурсы Полярного Урала / Л. М. Морозова, М. А. Магомедова, С. Н. Эктова, А. П. Дьяченко и др. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2006. 796 с.
2. Сулова Т. Г. Субрецентные спорово-пыльцевые спектры зон малого и большого снегонакопления на Полярном Урале // Материалы гляциологических исследований: хроника обсуждений. М.: Институт географии АН СССР, 1982. Вып. 45. С. 130–136.
3. Сулова Т. Г., Троицкий Л. С. О динамике растительного покрова, климата и оледенения на Полярном Урале в голоцене // Палинология голоцена. М.: Наука, 1971. С. 121–134.

АНТРОПОГЕННОЕ ВЛИЯНИЕ НА РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ЛЕСОСТЕПНОГО ЮЖНОГО ЗАУРАЛЬЯ В ГОЛОЦЕНЕ ПО ПАЛЕОБОТАНИЧЕСКИМ ДАННЫМ ИЗ ГРОТА СУХАРЫШ

Е. Г. Лаптева, О. М. Корона

Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург; lapteva@ipae.uran.ru, korona@ipae.uran.ru

В работе палеоботанические данные из голоценовых отложений грота Сухарыш, расположенного на юге лесостепной зоны Южного Зауралья, проанализированы на наличие пыльцы, семян и плодов растений-индикаторов антропогенного воздействия. Установлено, что в эпохи мезолита и неолита, соответствующих бореальному и атлантическому периодам голоцена, антропогенное влияние на растительность Южного Зауралья было минимальным. Во флору внедрялись виды растений рудеральных местообитаний. В субатлантическом периоде весомый вклад в изменение растительных сообществ вносит хозяйственная деятельность людей. Скотоводческое хозяйство населения раннего железного века (ранний субатлантический период) привело к расширению пастбищных угодий и мусорных мест в местах стоянок. В позднем субатлантическом периоде развитие земледельческого хозяйства населения Южного Зауралья способствовало расширению пахотных земель в лесостепных ландшафтах.

Для выявления этапов воздействия древнего населения на растительность лесостепного Южного Зауралья палеоботанические данные из отложений грота Сухарыш проанализированы на наличие остатков растений-индикаторов деятельности человека. Грот Сухарыш расположен на юге лесостепной зоны на реке Сухарыш (54°36' с. ш., 61°04' в. д.), которая является левым притоком реки Увельки (Челябинская область).

В пыльцевых спектрах отложений грота Сухарыш пыльца подразделена на три группы: 1) таксоны – индикаторы рудеральных местообитаний; 2) таксоны – индикаторы лугов и пастбищ; 3) таксоны – индикаторы обрабатываемых земель [5]. Пыльца *Artemisia* была исключена из групп индикаторов деятельности человека, поскольку во флоре лесостепного и степного Южного Зауралья встречается 23 вида полыни, которые являются лугово-степными и степными растениями. Среди полыней лишь *Artemisia absinthium*, *A. siversiana* и *A. vulgaris* относятся к рудеральным сорнякам. Результаты палинологического анализа представлены на рисунке.

Состав комплексов растительных макроостатков приведен в таблице. Для выделения индикаторов деятельности человека среди таксонов растительных макроостатков были выделены аборигенный и адвентивный компонент флоры Южного Зауралья. Таксоны макроостатков адвентивного компонента флоры Южного Зауралья были подразделены на три группы: рудеральные сорняки, сеgetальные сорняки и культурные растения [4].

В отложениях грота Сухарыш растительные макроостатки принадлежат 30 таксонам аборигенной флоры и 19 таксонам адвентивной флоры Южного Зауралья. Растительные макроостатки 15 таксонов аборигенной флоры Южного Зауралья относятся к рудеральным и рудерально-сеgetальным сорнякам (таблица). Растительные остатки видов адвентивной флоры Южного Зауралья подразделяются на преднамеренно занесенные таксоны (культурные растения) и непреднамеренно занесенные таксоны (ксенофиты). Ксенофиты подразделяются на археофиты и кенофиты. Археофиты – это виды растений, привнесенные во флору Южного Зауралья до начала XVII в., большей частью представлены растительными макроостатками рудеральных и сеgetальных сорняков. К растениям кенофитам, по-

явившимся во флоре Южного Зауралья с XVII в. н. э., отнесены макроостатки сеgetально-рудерального сорняка *Teloxys aristata*. Не смотря на то что, *Amarantus retroflexus*, по мнению ботаников, с помощью человека широко распространился из Северной и Южной Америки по всей Европе и Азии после периода Великих географических открытий, мы относим этот вид к археофитам. Это подтверждается тем, что известны находки семян этого вида на территории Северной Евразии в плейстоценовых и голоценовых отложениях. Так, семена амаранта найдены в голоценовых отложениях Воронежской области, в основании голоценового торфяника у с. Б. Карагай на р. Иртыш, в плейстоценовых отложениях Башкирии и в каргинских флорах р. Иртыш на территории Западной Сибири [1].

Преднамеренно занесенные во флору Южного Зауралья виды представлены макроостатками таких культуривруемых в регионе растений, как просо (*Panicum miliaceum*), маки (*Papaver* sp.) и пшеница (*Triticum aestivum*). Эти виды являются кенофитами, поскольку появились на территории Южного Зауралья после прихода русского населения в начале XVII в. Пшеница до настоящего времени повсеместно возделывается как зерновая культура на полях, хотя часто дает самосев и встречается на залежах и сорных местообитаниях близ мест хранения и транспортировки зерна. Виды мака (*Papaver rhoeas* и *Papaver somniferum*) культивируются как декоративные растения, изредка уходят из культуры и могут встречаться на сорных местах вдоль дорог и в населенных пунктах [3].

В бореальный период голоцена на территории Южного Зауралья существовали единичные поселения эпохи мезолита. Хозяйство населения Южного Зауралья в эпоху мезолита в большей степени базировалось на охоте и носило присваивающий характер. Такая деятельность древнего человека в совокупности с низкой плотностью поселений не оказывала существенного влияния на растительный покров. Об этом свидетельствуют и результаты палинологического анализа отложений грота Сухарыш (см. рисунок). Среди палиноостатков пыльцевой зоны S-1 преобладает пыльца растений-апофитов (Ariaceae, Poaceae, Fabaceae, *Sinecio*-type и *Scorzoneratype*). Пыльца представителей этих таксонов отражает широкое развитие лугов в районе грота Сухарыш, поскольку они преимущественно произрастают в есте-

Состав растительных макроостатков в отложениях грота Сухарыш

Таксоны	Глубина, см						
	60-30	25-20	20-15	15-10	10-5	5-0	
Культурные растения							
<i>Panicum miliaceum</i>	-	-	-	-	-	1	
<i>Papaver</i> sp.	-	-	-	-	-	1	
<i>Triticum aestivum</i>	-	2	64*	12	13+12*	70+230*	
Рудеральные и рудерально-сегетальные растения	<i>Amarantus retroflexus</i>	-	-	-	-	24	
	<i>Amoria repens</i>	-	-	-	-	3	
	<i>Arctium</i> sp.	1	-	-	-	1*	
	<i>Atriplex patula</i>	-	-	-	-	1	
	<i>Bidens</i> sp.	-	-	-	-	1*	
	<i>Cannabis ruderalis</i>	-	-	-	-	6*	
	<i>Chenopodium album</i>	10+3*	-	10+2*	1	5+1*	60+110*
	<i>Ch. hybridum</i>	2+2*	1*	16+6*	2+4*	11+4*	197+296*
	<i>Ch. polyspermum</i>	2	-	-	-	-	18+4*
	<i>Ch. rubrum</i>	-	-	1	1	-	12
	<i>Cynoglossum officinalis</i>	-	-	-	-	-	1
	<i>Dracocephalum thymiflorum</i>	-	-	-	-	-	5
	<i>Lithospermum officinale</i>	-	-	-	-	-	1
	<i>Lycopus europaeus</i>	-	-	-	-	-	1
	<i>Medicago lupulina</i>	-	-	1	-	2*	-
	<i>Oberna behen</i>	-	-	-	-	-	13
	<i>Persicaria lapathifolium</i>	-	-	-	-	-	1+2*
	<i>Polygonum aviculare</i>	-	-	-	-	4	10
	<i>Potentilla argentea</i>	-	-	-	-	-	8
	<i>Solanum</i> sp.	-	-	1	-	-	-
<i>Stachys palustris</i>	-	-	-	-	-	2+1*	
<i>Thlaspi arvense</i>	-	-	-	-	-	2*	
<i>Urtica dioica</i>	-	-	-	-	-	260	
Сегетальные растения	<i>Fallopia convolvulus</i>	1+1*	-	-	-	9*	
	<i>Galeopsis</i> sp.	-	-	-	-	2+5*	
	<i>Lappula squarrosa</i>	4	-	-	-	1	4
	<i>Neslia paniculata</i>	-	-	-	-	-	4*
	<i>Sonchus</i> sp.	-	-	-	-	-	2*
	<i>Teloxys aristata</i>	-	-	-	-	-	5
	<i>Viola</i> sp.	-	-	-	-	-	11+8*
Apiaceae Indet.	1*	-	-	-	-	1+3*	
<i>Betula pendula</i>	-	-	-	-	-	4	
<i>Carex</i> sp.	-	-	-	-	-	7+2*	
Caryophyllaceae Indet.	-	-	-	-	-	20	
Chenopodiaceae Indet.	-	-	-	-	1	2	
<i>Chenopodium</i> sp.	3	-	-	-	-	70	
<i>Cotoneaster</i> sp.	-	-	-	-	1*	-	
<i>Eleocharis palustris</i>	-	-	-	-	-	2	
<i>Fragaria viridis</i>	-	1*	-	1	-	2	
<i>Mentha</i> sp.	-	-	-	-	-	1	
Poaceae Indet.	-	-	-	-	-	3	
<i>Polygonum</i> sp.	1	-	-	-	-	8*	
<i>Potentilla</i> spp.	-	-	-	-	-	12	
Rosaceae Indet.	5	-	-	-	-	-	
<i>Scirpus lacustri</i>	-	-	2	-	-	28+73*	
<i>Trifolium</i> sp.	-	-	-	-	-	7	
Количество макроостатков	36	4	103	21	55	1637	

* Фрагмент микроостатков.

ственных луговых сообществах лесостепной и степной зоны.

На рубеже бореального и атлантического периодов на территории Южного Зауралья появились поселения неолитической культуры. О распространении луговых сообществ в начале атлантического периода, соответствующем началу неолитической эпохи, свидетельствуют палеоботанические данные из отложений грота Сухарыш (см. рисунок и таблицу). В палинозоне S-2 преобладает пыльца таксонов-индикаторов лугов и пастбищ. Постоянным компонентом пыльцевых спектров этого периода становится пыльца таксонов-индикаторов рудеральных (*Brassicaceae*, *Convolvulus arvensis*-type, *Chamaenerion angustifolium*, *Polygonum aviculare*-type) и обрабатываемых (*Centaurea*-type) мест. Среди растительных макроостатков также обнаружены семена археофитов рудеральных (*Chenopodium hybridum*, *Ch. rubrum*, *Medicago lupulina*, *Polygonum aviculare*) и рудерально-сеgetальных сорняков (*Chenopodium album* и *Fallopia convolvulus*). Увеличение пыльцы индикаторов лугов и пастбищ и появление пыльцы и макроостатков индикаторов культивируемых земель может рассматриваться как первые признаки производящего хозяйства у неолитического населения лесостепного Южного Зауралья. Таким образом, согласно палеоботаническим данным из отложений грота Сухарыш, в бореальном и начале атлантического периода существенных изменений под влиянием антропогенного фактора растительность не претерпевала.

В суббореальный период голоцена на территории Южного Зауралья происходило становление культуры бронзы. Центр распространения новой культуры был расположен в Южном Зауралье, где на компактной территории возникла синташтинская культура укрепленных поселений. В это время происходило становление производящего типа хозяйства древнего человека — формировалось скотоводство и очаговое земледелие. Палеоботанических данных для лесостепного Южного Зауралья из культурных слоев эпохи бронзы пока очень мало. При изучении отложений грота Сухарыш установлено отсутствие горизонтов, сформированных в суббореальный период голоцена. Однако на территории степного Южного Зауралья при изучении культурных слоев синташтинского времени памятника Аркаим в палиносpectрах обнаружена пыльца злаков (*Poaceae*), среди которых встречаются пыльцевые зерна культурных злаков, и пыльца таких сорняков (до 10 %), как *Centaurea cyanus*, *Fagopirum*, *Polygonum aviculare*-type, *Malva*, *Brassicaceae* indet. [2]. Это может косвенно указывать на наличие обрабатываемых человеком земель на территории Южного Зауралья в эпоху средней-поздней бронзы.

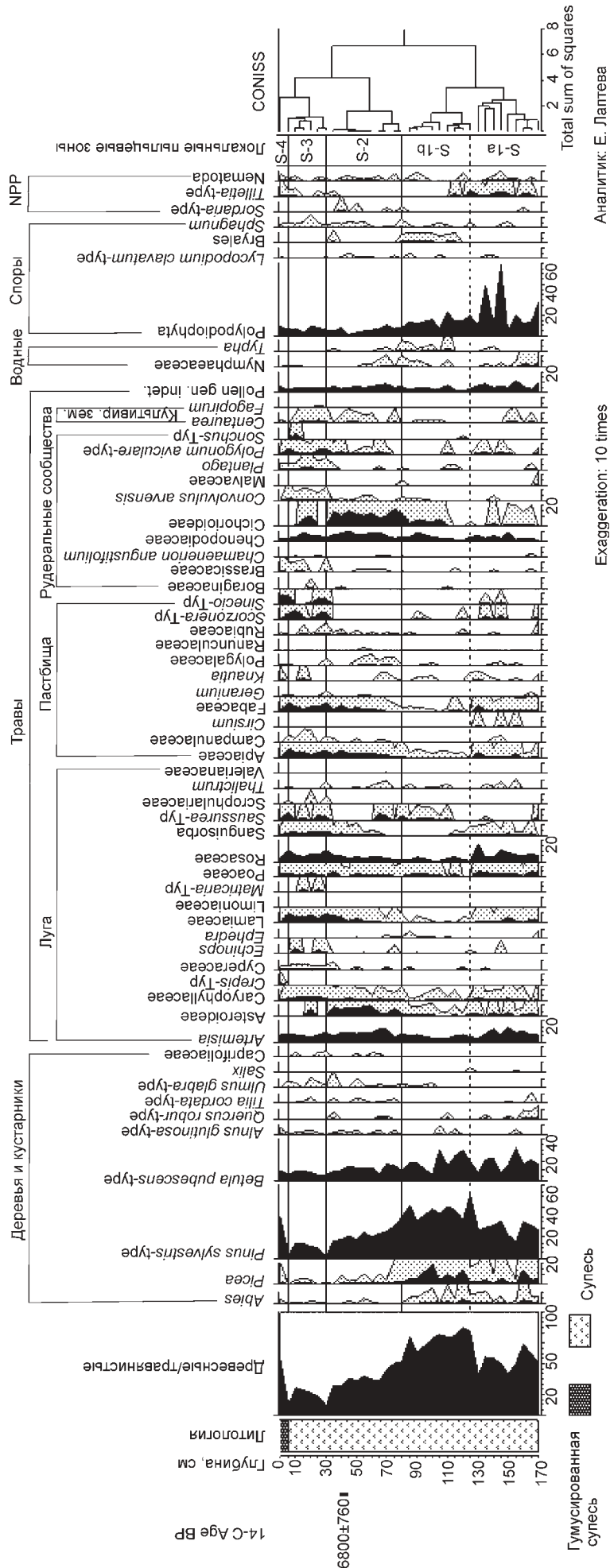
В пыльцевых спектрах палинозоны S-3 грота Сухарыш, характеризующих растительность субатлантического периода, преобладает пыльца растений лугов и пастбищ (рисунок). Возрастает доля пыльцы таксонов рудеральных сообществ, постоянным компонентом пыльцевых спектров становится пыльца *Plantago* и *Convolvulus arvensis*-type, *Polygonum aviculare*-type. Следует обратить внимание на пик пыльцы таксонов рудеральных сообществ на глубине 20 см, который образован за счет обилия пыльцы *Cichorioideae* indet. (11.1 %). В пыльце-

вом спектре с этой глубины пыльца *Cichorioideae* indet. неудовлетворительной сохранности, что не позволяет провести родовую и видовую идентификацию пыльцевых зерен. Встречается единично пыльца сорняков обрабатываемых территорий (*Centaurea*-type, *Fagopirum*). Преобладают макроостатки растений рудеральных сообществ, и встречаются семена сеgetальных растений (таблица).

Преобладание пыльцы и макроостатков растений рудеральных сообществ говорит о значительном распространении мусорных мест около жилья, дорог и троп. Обилие пыльцы растений лугов свидетельствуют о существовании пастбищ и стравливаемых угодий в естественных сообществах лесостепных ландшафтов. Это согласуется с археологическими данными, согласно которым памятники кочевых племен на территории Южного Зауралья известны с раннего железного века. У кочевых племен на территории Южного Зауралья до XVII в. преобладало скотоводство. Очаговое земледелие у кочевников могло существовать в поймах рек Южного Зауралья с раннего железного века, хотя земледельческие орудия этого времени не найдены.

Распространение земледельческого типа хозяйства на Урале и Зауралье началось с XVII—XVIII вв. н. э., чему способствовало развитие горно-заводской промышленности, хозяйственное освоение западного и восточного склонов Уральского хребта и Зауральских территорий русским населением. Именно в это время наблюдается увеличение доли сорняков и появление культурных злаков. Вероятно, палеоботанические данные палинозоны S-3 и семенного комплекса 3 из отложений грота Сухарыш характеризуют раннее земледелие русского населения на территории лесостепного Южного Зауралья. На земледельческую культуру русского населения в районе грота Сухарыш указывает и присутствие зерновок пшеницы (*Triticum aestivum*) в семенных комплексах, начиная с глубины 25—20 см. До появления русского населения на территории Южного Зауралья и Сибири кочевые племена обрабатывали землю примитивным способом (мотыгами) и выращивали в основном ячмень. Русское население при активном использовании сохи, бороны, трехпольного севооборота и удобрений на территории Южного Зауралья и Сибири стали активно внедрять в культуру пшеницу, рожь, овес, ячмень, горох, гречиху, просо, коноплю.

Земледелие населения лесостепного Южного Зауралья после XVII в. н. э., вероятно, характеризуют пыльцевые спектры и семенной комплекс с глубины 5—0 см. В пыльцевых спектрах палинозоны S-4 наблюдается обилие пыльцы таксонов рудеральных сообществ и обрабатываемых земель. В этом семенном комплексе 4 преобладают макроостатки растений археофитов различных мест обитания. В то же время встречаются макроостатки кенофита *Teloxys aristata* и культурных растений (*Triticum aestivum*, *Panicum miliaceum*, *Papaver* sp.). Присутствие макроостатков кенофитов позволяет датировать этот комплекс поздним этапом земледелия в районе грота Сухарыш. В настоящее время на территории лесостепного Южного Зауралья в районе грота Сухарыш обширные территории заняты пахотными угодьями и полями культурных растений.



Палинологическая диаграмма отложений грота Сухарыш

Работа выполнена по проекту УрО РАН (№ 09-М-457-2001).

Литература

1. Кривоногов С. К. Стратиграфия и палеогеография Нижнего Прииртышья в эпоху последнего оледенения (по карпологическим данным). Новосибирск: Наука, 1988. 232 с.
2. Лаврушин Ю. А., Спиридонова Е. А. Основные геолого-палеоэкологические события конца позднего плей-

стоцена и голоцена на восточном склоне Южного Урала // Природные системы Южного Урала. Челябинск: ЧелГУ, 1995. С. 66–104.

3. Науменко Н. И. Флора и растительность Южного Зауралья. Курган: Изд-во Курганского гос. Ун-та, 2008. 512 с.
4. Никитин В. В. Сорные растения флоры СССР. Л.: Наука, 1983. 454 с.
5. Behre K. E. Anthropogenic indicators in pollen diagrams // Pollen et Spores. 1981. Vol. 23. P. 225–245.

КАЧЕСТВО ПЫЛЬЦЫ И ОСОБЕННОСТИ ПАЛИНОКОМПЛЕКСОВ ПОВЕРХНОСТНЫХ ПОЧВЕННЫХ ПРОБ ИЗ РАЙОНА ЧЕРНОБЫЛЯ (ДАННЫЕ ПО ОТЛОЖЕНИЯМ С ВЫСОКИМ РАДИОАКТИВНЫМ ЗАРАЖЕНИЕМ)

Г. М. Левковская¹, В. П. Мацко², И. И. Сквернюк², М. Г. Орехова², Л. А. Карцева³

¹Институт истории материальной культуры РАН, Санкт-Петербург; ggstepanova@yandex.ru

²Институт радиобиологии НАН Беларуси, Гомель

³Ботанический институт РАН, Санкт-Петербург

Данная статья представляет результаты обработки данных по поверхностным почвенным пробам, отобранным в районе поселков Крюки, Масаны, Лесок, которые в результате аварии на Чернобыльской АЭС оказались в зоне высокого радиоактивного заражения с уровнем МЭД на почве 2200—530 мкР/час. Была выполнена палинологическая характеристика поверхностных почвенных проб, описано (на основе СЭМ-исследований) как качество пыльцы, так и локальные особенности палинотератного комплекса, характерного для зоны техногенной Чернобыльской катастрофы. В работе впервые опубликованы СЭМ-микрорафии палинотератного комплекса, сформировавшегося в зоне радиоактивного заражения. Выполнено сравнение характеристик комплекса из районов с разной степенью загрязнения радиоактивными изотопами ⁹⁰Sr, ¹³⁷Cs, ²⁴¹Am, ^{239,240}Pu (табл. 1). Выявлено, что характеристики палинотератных комплексов поверхностных почвенных проб меняются в зависимости от локальных условий. Максимальное количество дефектных форм, особенно «мутантов», найдено в образце с наиболее высоким радиоактивным заражением и наибольшим загрязнением ¹³⁷Cs, а наибольшее количество определяемых зерен — в пробе частично защищенной от радиационного воздействия лесом. На материалах из 30-км зоны Чернобыля установлено, что новый палинотератный комплекс характеризуется суммированием трех типов патологий морфологического строения у каждого пыльцевого зерна, причем у всех таксонов одновременно (генетические уродства, недоразвитие и у части форм — нанизм) в отличие от природного комплекса, где количество дефектных форм невелико. Исследование показало, что условия радиационной техногенной катастрофы вызвали исключительно большую вариабельность отклонений от нормы многих признаков у всех таксонов одновременно (результат процессов мутагенеза).

Введение

Статья посвящена светлой памяти ушедших из жизни соавторов данной работы В.П. Мацко и И.И. Сквернюк.

Для района чернобыльской катастрофы пока опубликовано небольшое количество палинологической информации. Эти публикации показали, что в пыльнике одного из таксонов травянистого растения, растущего сейчас в 30-км зоне Чернобыля, наблюдается 100 % тератоморфоз пыльцевых зерен, и все они стерильны [3, с. 19—24], а общая тенденция тератоморфоза пыльцы *Pinus sylvestris* L. из пыльников — измельчение (нанизм) и утолщение экзины тела зерен и появление форм «...с морфологическими признаками, свойственными пыльцевым зернам голосеменных растений прошлых эпох.» [3, с. 59]. Также было установлено, что «...особенно много деформированной пыльцы (до 50 %) в мацератах отложений с теплой стороны дамбы пруда-охла-

дителя ЧАЭС...», по сравнению с пробами холодной стороны пруда [11, с. 190], и что пыльцевые зерна из донных проб имеют плохую сохранность. Однако неясно вызвана ли плохая сохранность и деформированность пыльцевых зерен их механическим разрушением в водной среде, или это патологии, вызванные радиацией. Одним из авторов статьи ранее был сделан вывод [7, 8, 10] о том, что палинотератный комплекс чернобыльского типа отличается от комплексов наиболее глубоких природных геоботанических кризисов и стрессов плейстоцена суммированием трех типов патологий морфологического строения каждого пыльцевого зерна у всех таксонов одновременно (генетические уродства + недоразвитие + нанизм), а в природном комплексе количество уродливых форм обычно невелико.

В статье чернобыльский феномен рассматривается на материалах поверхностных почвенных проб, отобранных в 1987 году (на следующий год после Чернобыль-

ской катастрофы) сотрудниками Института радиобиологии НАН Беларуси В. П. Мацко, И. И. Сквернюк и М. Г. Ореховой на территории Полесского радиационного заповедника. Степень радиоактивного заражения этих проб была определена в Институте радиобиологии г. Минска (сейчас институт находится в г. Гомеле). СЭМ-исследования были выполнены Г. М. Левковской при участии Л. А. Карцевой в Ботаническом институте им. Комарова на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) JSM-35. Палинокомплексы удалось задокументировать с помощью СЭМ, благодаря разработке специальной методики подготовки столиков к исследованиям, на которые в дальнейшем напылялась смесь золота с палладием. Было получено около 100 микрографий тератоморфных пыльцевых зерен и фрагментов палинотератных комплексов. В статье обсуждается лишь три из них (рис. 1—3).

Особенности спорово-пыльцевых комплексов отложений с высокой степенью радиоактивного заражения из района Чернобыльской катастрофы рассматриваются на основе традиционных палинологических данных и результатов СЭМ исследования палинотератных комплексов поверхностных почвенных проб из районов Крюки, Лесок и Масаны. Они анализируются в контексте палинотератных критериев, позволяющих дифференцировать наиболее глубокие природные геоботанические кризисы или стрессы прошлого и настоящего [2, 6, 8, 9, 12]. Но данная работа позволяет проследить распространение этих индикаторов в условиях разной степени загрязнения радиоактивными изотопами ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{241}Am , $^{239,240}\text{Pu}$.

Характеристика палинокомплексов

Палинокомплекс пробы Крюки (16 км от ЧАЭС). СЭМ-микрография (рис. 1, $\times 540$) иллюстрирует фрагмент палинокомплекса почвенной поверхностной пробы Крюки, имеющей наибольшее радиоактивное загрязнение. Мощность радиационной дозы (МЭД) на почве 2200 мкР/час, а в 1 м над почвой — 1700 мкР/час. Удельная активность (УА) почвы, ^{90}Sr 4500, ^{137}Cs 270000 (максимум в изученных пробах), ^{241}Am 81, $^{239,240}\text{Pu}$ 48 Бк/кг. Почва дерново-подзолистая, сильно оподзоленная, супесчано-песчаная. Распространен луговой фитоценоз с доминированием злаков.

Результаты определения пылицы из отложений пробы Крюки на световом микроскопе показывают, что в общем составе палинокомплекса содержание тератоморфных пыльцевых зерен 97,8%. На СЭМ-микрографии (рис. 1) видно, что в комплексе определимы только три тератоморфных пыльцевых зерна: два монстровидных дефектных пыльцевых зерна хвойных растений (рис. 1, ф. 3, 4) и одно недоразвитое пыльцевое зерно ольхи *Alnus* sp. (рис. 1, ф. 2).

Генетическая уродливость (дефектность) и монстровидность пыльцевых зерен. Процесс мутагенеза, вызванный высоким радиоактивным заражением, привел к практически полному отсутствию в комплексе уродливых, но легко идентифицируемых пыльцевых зерен, и к доминированию монстровидных форм, у которых изменено большинство признаков, и они идентифицируются с трудом. Особенно сильно варьирует форма пыльцевых зерен. Большинство из них не имеет симметрии

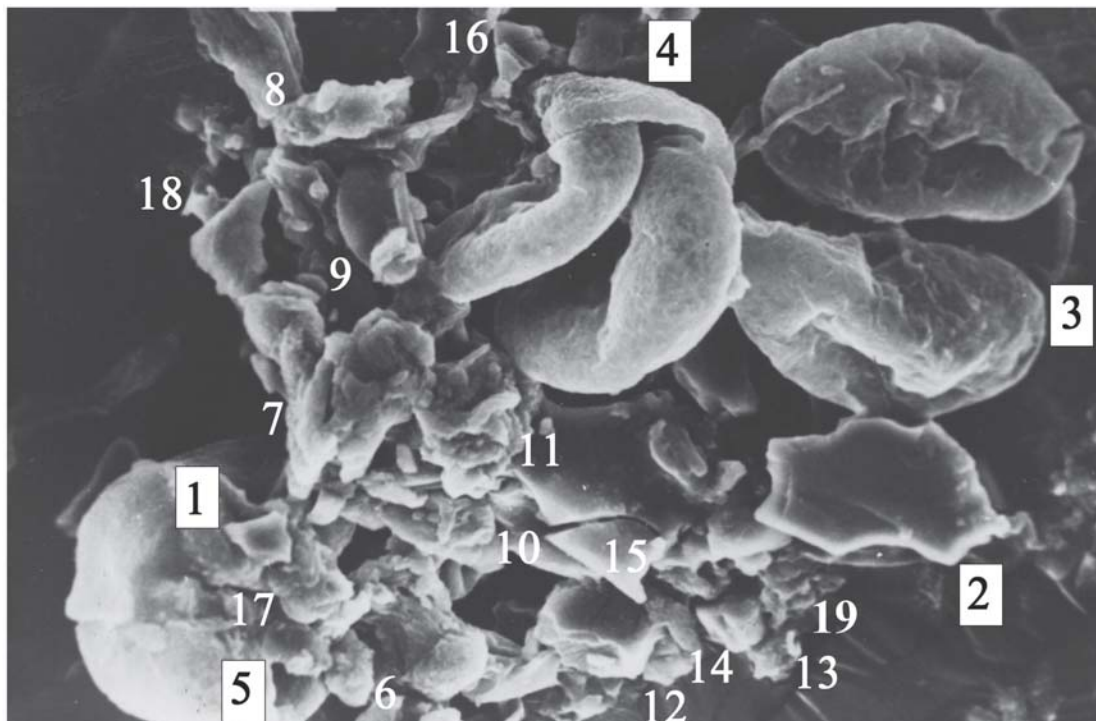


Рис. 1. СЭМ-микрография фрагмента палинотератного комплекса поверхностной почвенной пробы Крюки с высоким радиоактивным заражением из района ЧАЭС. Расстояние до Чернобыля 16 км. МЭД на почве — 2200 мкР/час.

1—4 — тератоморфные пыльцевые зерна, систематическая принадлежность которых установлена: 1 — береза (*Betula* sp.), 2 — ольха (*Alnus* sp.), 3 — тератоморфное пыльцевое зерно хвойного растения в полярном положении, 4 — монстровидное пыльцевое зерно хвойного растения в экваториальном положении; 5—19 — тератоморфные пыльцевые зерна, систематическую принадлежность которых сложно или невозможно определить из-за недоразвития и дефектности: 5—7 — неопределимые крупные пыльцевые зерна, 8—18 — карликовые пыльцевые зерна (13 — асимметрично развитое зерно типа *Alnus* sp. (?), но суперкарликового размера), 19 — зачаток зерна *Cichoriaceae* (?) или *Asteraceae* (?) с неразвившейся вокруг зерна эскиной)

(рис. 1, ф. 4). Некоторые формы имеют неправильные выросты экзины, похожие на «рога» (рис. 1, ф. 7). Имеются формы с необычно сближенными разросшимися аперттурами (рис. 1, ф. 8). Варьирует толщина экзины от участков «эрозии», где она отсутствует, до опухлеобразных разрастаний (рис. 1, ф. 3, 7). Разросшаяся экзина иногда закрывает аперттуры (рис. 1, ф. 17) или занимает почти всю внутреннюю часть пыльцевых зерен (рис. 1, ф. 14) и т. д.

Недоразвитие или отсутствие частей пыльцевых зерен. В результате мутагенеза в комплексе не четко выражены признаки недоразвития пыльцевых зерен, типичные для «абортного» природного комплекса пыльцы, описанного Е. Н. Анановой [1] для ледниковых отложений плейстоцена. Но у ряда форм наблюдается невыраженность некоторых морфологических признаков, или даже отсутствие отдельных частей пыльцевых зерен. Так, для комплекса характерна 100 %-ая стерильность пыльцы, наблюдается массовое развитие «эрозий» на разных участках пыльцевых зерен (рис. 1 ф. 3, 4, 6 и др.), свидетельствующее о неразвитии не только экзины, но и протопласта, а в некоторых случаях и полное отсутствие протопласта, например «пустое» внутри пыльцевое зерно ольхи (рис. 1, ф. 2). Важной особенностью данного комплекса является присутствие «мутантов» — зачатков или фрагментов пыльцевых зерен, оформившихся в самостоятельные зерна. Особенно показателен зачаток пыльцевого зерна *Cichoriaceae* (?), или *Asteraceae*, у которого не развилась экзина, оконтуривающая пыльцевое зерно.

Нанизм пыльцевых зерен. Вариации размеров палиноморф в комплексе значительны — от 10 до 80 мкм. Доминируют в комплексе мелкие формы, средний размер которых около 15 мкм, но присутствуют единичные крупные формы (рис. 1, ф. 3-7). Имеются супермелкие формы, размер которых даже меньше 10 мкм. Например, асимметрично развитое зерно похожее на пыльцу ольхи (рис. 1, ф. 13; рис. 4, ф. 4).

Степень патологии некоторых пыльцевых зерен комплекса выше степени естественного природного тератоморфоза некоторых таксонов. Это наиболее наглядно видно на примере хвойных (рис. 1, ф. 3, 4). Пыльцевые зерна хвойных, по-видимому, принадлежат к растущей сейчас в Полесье сосне обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.). Эти тератоморфные пыльцевые зерна могут быть отнесены к двум морфотипам современной тератоморфной пыльцы сосны, которые описаны О. Ф. Дзюбой: форма 3 «двумешковое пыльцевое зерно типа «Нарлохлон», а форма 4 — «двумешковые пыльцевые зерна с сильно сближенными воздушными мешками» [4, с. 66—67]. Но они отличаются более высокой степенью тератоморфоза, чем современные морфотипы. Они стерильны. Причем, у них не развилась не только скульптура, но и протопласт, т. к. у обоих зерен имеются «эрозии». Как указывает О. Ф. Дзюба «ни один из исследователей рода *Pinus* не фиксировал нарушение симметрии пыльцевых зерен» [4, с. 65]. Однако монстровидная форма 4 асимметрична, у нее отсутствует тело, недоразвита экзина, одинакова скульптура на мешках и на теле, что нетипично для хвойных. Форма 3 отличается сильно выраженной неравномерностью толщины экзины, в том числе на одном из мешков имеется опухлеобразное утолщение экзины неправильной формы. У этого зерна также не развито тело.

Суммирование признаков дефектности, монстровидности, недоразвития, частичного развития и нанизма. В условиях большой радиационной нагрузки и мутагенеза сформировался палинотератный комплекс (рис. 1, ф. 4) с господством ультракарликовых форм, которые с трудом идентифицируются с пыльцой (рис. 1, ф. 4, 8, 9, 12—14, 17, 18 (?), 19; рис. 4, ф. 1-5) из-за многообразных отклонений многих признаков пыльцевых зерен от палиноморфологических норм, т. к. каждая форма одновременно карликова, монстровидно дефектна, недоразвита или лишь частично развита.

Приведенная характеристика палинотератного комплекса Крюки отлична от опубликованных [2, 6, 8, 9, 12] характеристик природных палинотератных комплексов высокой степенью патологических изменений любых морфологических признаков у всех пыльцевых зерен.

Палинокомплекс пробы Лесок (22 км от ЧАЭС). СЭМ-микрография (рис. 2, $\times 540$) иллюстрирует фрагмент палинокомплекса почвенной поверхностной пробы Лесок. Мощность радиационной дозы (МЭД) на почве 890 мкР/час, а в 1 м над почвой — 760 мкР/час. Удельная активность (УА) почвы, ^{90}Sr 9100, ^{137}Cs 84100, ^{241}Am 140, $^{239,240}\text{Pu}$ 83 Бк/кг. В месте отбора пробы на поверхности почвы распространен злаково-разнотравный фитоценоз с примесью видов лесной растительности. Луг оконтурен березовым лесом с подлеском из осины.

Главная особенность палинокомплекса пробы Лесок — доминирование зерен, систематическую принадлежность которых можно установить, хотя почти все они тератоморфны. В комплексе (рис. 2) определены: пыльца ольхи (ф. 1(?), 2—4), березы (ф. 5, 6, 8) и монстровидное пыльцевое зерно хвойного растения, вероятно сосны обыкновенной (ф. 7).

Недоразвитие или отсутствие частей пыльцевых зерен. Доминантный тип патологии пыльцы в этом комплексе — это ее недоразвитие. У всех пыльцевых зерен древесных пород, кроме сосны, отсутствует экзина. Имеются свидетельства недоразвития пыльцы и у травянистых растений: встречена полиада из ультракарликовых, не распавшихся и недоразвитых однопорых пыльцевых зерен (рис. 2, ф. А). Особенно интересно асимметричностью своего недоразвития неопределенное зерно С — «полузерно-мутант» у которого морфологические признаки (хорошо сформированные аперттуры разного облика) развились лишь с одной стороны. Оно к тому же лишено протопласта. У карликового зерна ольхи (ф. 2) также не развилась одна из его частей. У одного из пыльцевых зерен березы (ф. 8) не полностью сомкнута аперттура. На поверхности пыльцевого зерна хвойного в разных местах имеются «эрозии»; сетчатость скульптуры на мешках видна нечетко, т. к. недоразвита (ф. 7).

Генетическая уродливость (дефектность) и монстровидность пыльцевых зерен. Генетическая уродливость (дефектность) пыльцы развита у единичных форм, которые к тому же и недоразвиты. Признаки дефектности у пыльцы хвойного растения (рис. 1, ф. 7) следующие: пыльцевое зерно практически лишено тела, его мешки имеют неправильную форму, зерно асимметрично, толщина экзины неравномерна, местами она утолщена, а местами вообще не развита. Пыльцевое зерно ольхи

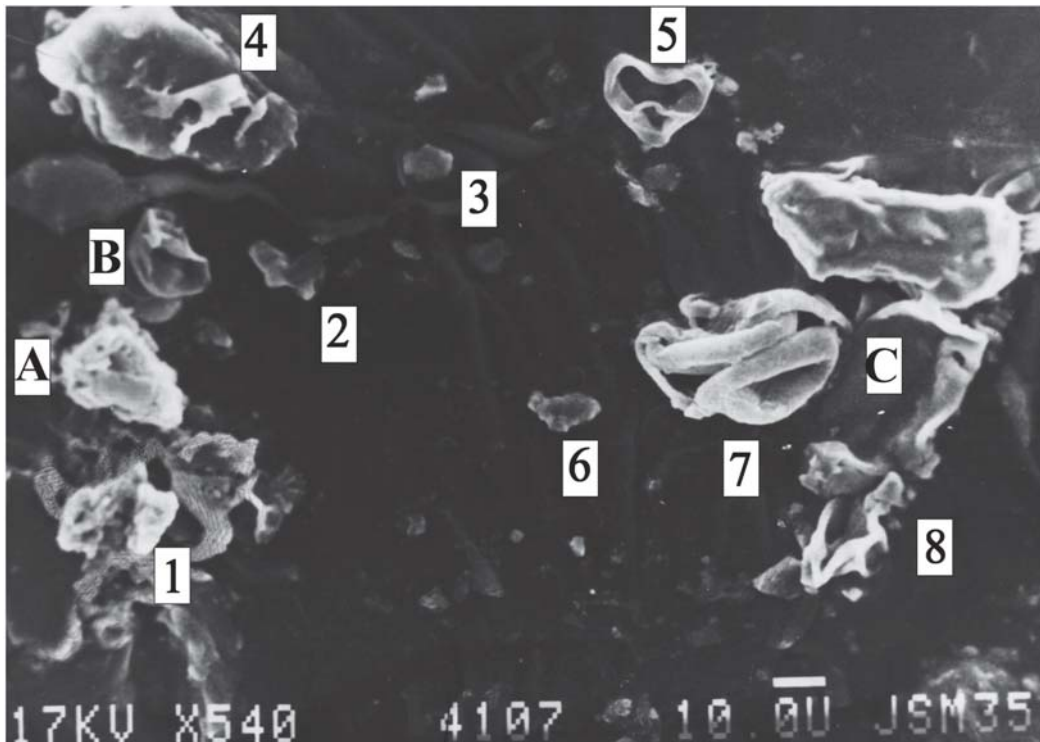


Рис. 2. СЭМ-микрография фрагмента палинотератного комплекса поверхностной почвенной пробы Лесок с высоким радиоактивным заражением. Расстояние до Чернобыля 22 км. МЭД на почве – 890 мкР/час.

1–8 – идентифицированные тератоморфные пыльцевые зерна: 1 – монстровидное пыльцевое зерно, условно идентифицированное с ольхой (*Alnus sp. ?*), 2–3 – ультракарликовые пыльцевые зерна ольхи (*Alnus sp.*), 4 – крупное монстровидное пыльцевое зерно ольхи (*Alnus sp. ?*) с апертурой закрытой разросшейся экзиной, 5, 6, 8 – тератоморфные пыльцевые зерна березы (*Betula sp.*) с разными патологиями (5 – зерно, лишенное протопласта, 6 – ультракарликовое утонченное зерно, 8 – зерно березы (*Betula sp.*) с не полностью замкнутой одной апертурой), 7 – монстровидное пыльцевое зерно хвойного. А, В, С – не идентифицированные формы: А – не распавшаяся тетрада ультракарликовых однопорых (?) пыльцевых зерен; В и С – «мутанты» – фрагментарно развившиеся пыльцевые зерна: В – мелкая форма, С – «полужерно-мутант», все морфологические признаки которого, включая апертур, развились лишь с одной стороны

(ф. 4) – асимметрично и имеет неравномерно утолщенную экзину. У пыльцевого зерна (ф. 1), которое условно идентифицируется с ольхой, наблюдаются необычные для ольхи апертурные на теле, имеющие разную форму.

Нанизм пыльцевых зерен. Ультракарликовый размер (10 мкм и меньше) имеют некоторые пыльцевые зерна ольхи (ф. 2, 3) и березы (ф. 6), и неопределенные поровые пыльцевые зерна из полиады. Размеры пыльцевых зерен варьируют от 10 до 40 мкм.

Суммирование признаков дефектности, монстровидности, недоразвития, частичного развития и нанизма. Все формы суммируют различные индикационные патологические признаки. У монстровидного пыльцевого зерна хвойного (рис. 2, ф. 7) местами не развита не только скульптура, но и протопласт («эрозии»), оно дефектно: отсутствует тело и т. д. Пыльцевое зерно березы (ф. 8) имеет дефект развития апертур (она не замкнута) и оно лишено протопласта. У пыльцевого зерна ольхи (ф. 2) не развилась его часть, оно ультракарликово и у него также не развит протопласт.

Палинокомплекс пробы Масаны (12 км от ЧАЭС). СЭМ-микрография (рис. 3, $\times 540$) представляет фрагмент палинологического комплекса поверхностной почвенной пробы Масаны. Мощность МЭД на почве 530 мкР/час, а в 1 м над почвой – 420 мкР/час. Удельная активность (УА) почвы, ^{90}Sr 14000 (максимум в изученных пробах), ^{137}Cs 52000, ^{241}Am 150 (максимум в изученных пробах), $^{239,240}\text{Pu}$ 99 (максимум в

изученных пробах) Бк/кг. Распространен злаково-разнотравный фитоценоз.

Результаты определения пыльцы из пробы Масаны на световом микроскопе показали, что в общем составе палинокомплекса содержание тератоморфных пыльцевых зерен 99.9 %. Все формы комплекса неопределимы, кроме двух пыльцевых зерен хвойных (рис. 3, ф. 1, 2).

Недоразвитие или отсутствие частей пыльцевых зерен. Палинокомплекс Масаны (рис. 3) отличается от палинокомплексов проб Крюки и Лесок (рис. 1, 2). Он представляет собой «кладбище» форм, которые «пусты» внутри из-за неразвития у них не только экзины, но и протопласта. Все эти формы являются стерильными пыльцевыми зернами. Для данного комплекса можно говорить не о недоразвитии, а о полном неразвитии внутреннего содержания у всех пыльцевых зерен, кроме одного монстровидного пыльцевого зерна сосны (рис. 3, ф. 1). Эта характеристика говорит о 100 % стерильности пыльцевых зерен этого комплекса.

Нанизм пыльцевых зерен. Карликовый размер в этом комплексе имеет одно из пыльцевых зерен (ф. 2) хвойного растения (30×15 мкм). Второе зерно хвойного (ф. 1), также меньше стандарта. Минимальные размеры типичного (нормально развитого) зерна сосны обыкновенной (*Pinus sylvestri L.*) по О. Ф. Дзюбе: 68×38 мкм. Средний размер остальных неопределенных форм в образце варьирует от 35 до 30 мкм, т. е. они

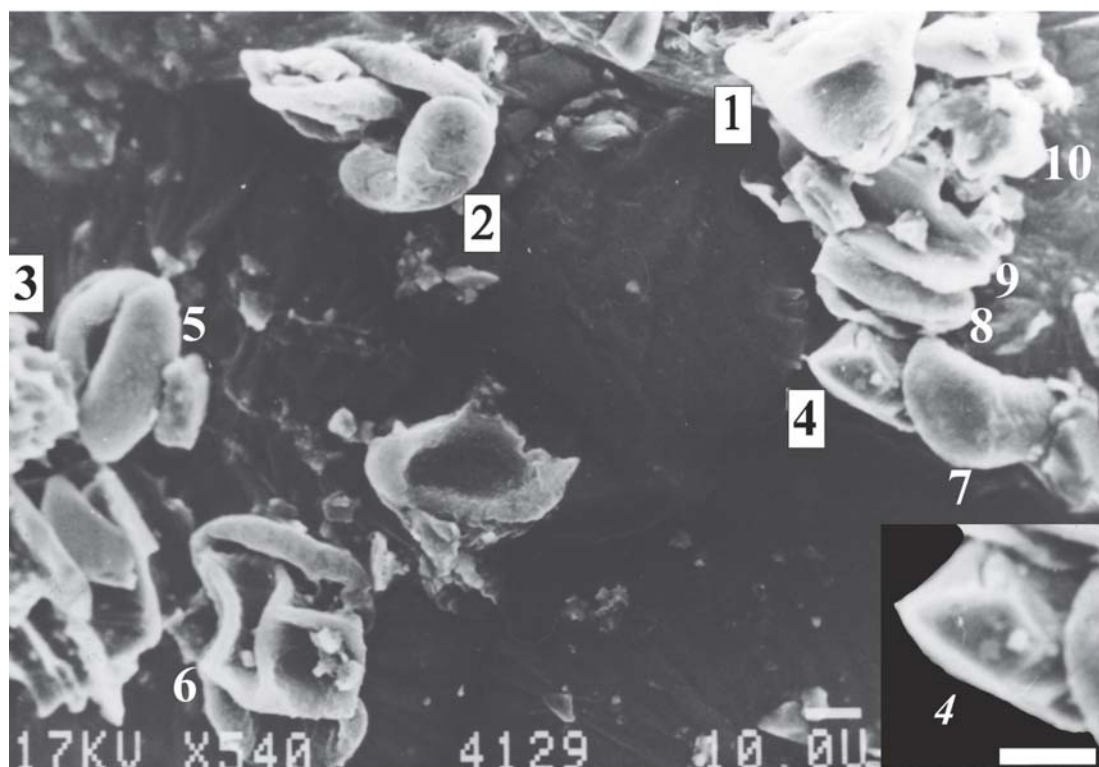


Рис. 3. СЭМ-микрография фрагмента палинотератного комплекса поверхностной почвенной пробы Масаны с высоким радиоактивным заражением. Расстояние до Чернобыля 12 км. МЭД на почве — 530 мкР/час.

1—2 — идентифицированные тератоморфные пыльцевые зерна хвойных древесных пород; 1 — монстровидное пыльцевое зерно; 2 — карликовое пыльцевое зерно; 3 — идентифицированное зерно лебедовых (*Chenopodiaceae* ?); 4 — «мутант»: асимметрично развившийся фрагмент пыльцевого зерна с апертурой бетулоидного типа и отсутствием протопласта; 5—9 — контуры «пустых» внутри (из-за отсутствия протопласта) недоразвившихся пыльцевых зерен разных таксонов; 10 — пыльцевое с асимметричным утолщением экзины по краю

примерно в два раза крупнее, чем дефектные неопределенные и недоразвитые формы, доминирующие в пробе Крюки.

Суммирование признаков дефектности, монстровидности, недоразвития, частичного развития и нанизма. В данном комплексе большинство форм настолько неразвито, что говорить о суммировании типов патологий пыльцевых зерен для них невозможно. Монстровидная форма 4 (рис. 3) дефектна и недоразвита: зерно асимметрично, имеет одну апертуру бетулоидного типа, у него отсутствует протопласт. Пыльцевое зерно хвойного (ф. 2), и дефектно (у него асимметричны мешки), и карликово (см. выше), и недоразвито (стерильно, отсутствует протопласт). Второе пыльцевое зерно хвойного (ф. 1) напоминает морфотип современного тератоморфного пыльцевого зерна сосны, описанной О.Ф. Дзюбой как «...двумешковое пыльцевое зерно с недоразвитыми воздушными мешками типа «*Pinus minutisaccus*», распространенное в юрском периоде...» [4, с. 66—67]. Однако степень его патологичности выше степени тератоморфоза указанного морфотипа современной пыльцы, т. к. оно имеет три индикационно значимые патологии одновременно: оно и дефектно (монстровидна его форма, одинакова скульптура и тела и мешков и т.д.), и мельче типичных пыльцевых зерен сосны обыкновенной (см. выше), и недоразвито (недоразвитие протопласта — «эрозии»).

Выводы

Приведенные выше описания палинокомплексов проб из районов Крюки, Масаны и Лесок показыва-

ют, что их палинологические характеристики меняются в зависимости от локальных условий и особенностей радиоактивного загрязнения почв. У пробы Крюки с наибольшими мощностью экспозиционной дозы (МЭД) радиоактивного заражения (2200 мкР/час) и загрязнением ^{137}Cs (270000 мкР/час) наблюдается наибольшее проявление дефектности и монстровидности пыльцевых зерен: максимально и количество дефектных форм, и типов аномалий любых признаков. Наиболее высока здесь также степень недоразвития пыльцевых зерен: наблюдается недоразвитие не только отдельных признаков, но иногда даже просто не развитие целых кусков палиноморф, а появление лишь их фрагментов-мутантов (рис. 4). В пробе Лески с несколько менее высокими значениями МЭД на почве (890 мкР/час), чем в Крюках, но с большим загрязнением ^{241}Am (140 вместо 81 Бк/кг) и $^{239,240}\text{Pu}$ (83 вместо 48 Бк/кг), встречено наибольшее количество определяемых форм, по-видимому, из-за того, что место отбора пробы было защищено лесом от экологического удара. В данной пробе, тем не менее, есть и монстровидные палиноморфы и «мутанты» (рис. 2, 4). В пробе Масаны с максимальным загрязнением ^{90}Sr (14000 Бк/кг), ^{241}Am (150 Бк/кг) и $^{239,240}\text{Pu}$ (99 Бк/кг) все пыльцевые зерна, кроме одного, полностью лишены протопласта, т. е. «пустые» внутри.

Публикуемые впервые СЭМ-микрографии иллюстрируют новый (чернобыльский) тип палинотератного комплекса, который не имеет аналогов в плейстоцене.

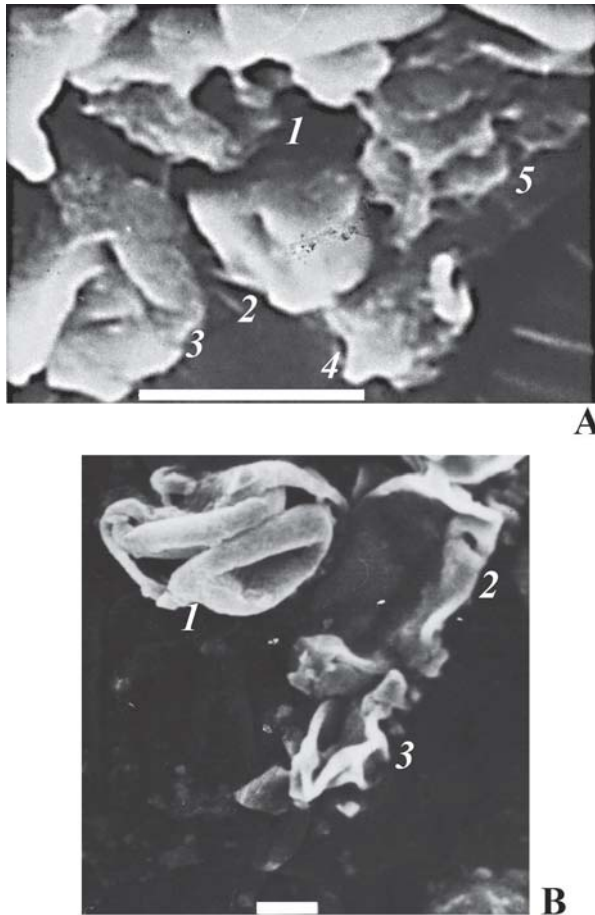


Рис. 4. Тридцати километровая зона Чернобыля. Многообразие отклонений многих признаков пыльцевых зерен от палиноморфологических норм в результате процесса мутагенеза, вызванного высоким радиоактивным заражением. СЭМ.

А — фрагмент палинотератного комплекса пробы Крюки: 1 — 5 — зачатки ультракарликовых пыльцевых зерен разных таксонов: 1 — зачаток пыльцевого зерна с двумя аперттурами разной формы; 2 — однопоровое асимметричное пыльцевое зерно; 3 — зачаток асимметричного зерна у которого разросшаяся экзина занимает почти всю его внутреннюю часть; 4 — суперкарликовое асимметрично развитое пыльцевое зерно ольхи (*Alnus sp. ?*); 5 — зачаток пыльцевого зерна *Cichoriaceae* (?) или *Asteraceae* (?), у которого не развилась экзина, оконтуривающая пыльцевое зерно; В — фрагмент палинотератного комплекса пробы Лесок: 1 — монстровидное пыльцевое зерно хвойного растения; 2 — полужерно-«мутант», морфологические признаки которого (апертур) развились лишь с одной стороны; 3 — пыльцевое зерно березы (*Betula sp.*), апертюра которой не замкнута.

Особенность комплекса чернобыльского типа:

1. Почти полное отсутствие форм с типичной морфологией, только у редких форм возможно определение систематической принадлежности.

2. Доминантный тип патологии пыльцевых зерен в комплексе — их уродливость (дефектность). Зерна не определимы из-за необычного облика, а определимые иногда «монстровидны».

3. Только в чернобыльском комплексе встречаются формы не только недоразвитые, но и фрагментарно сформировавшиеся: «мутанты» — полужерна, фрагменты зерен, оформившиеся в виде самостоятельных п.з. и т.д.

4. Стерильность зерен почти 100%. Протопласт: или недоразвит, или не развит местами («эрозии»), или полностью отсутствует («пустые» внутри пыльцевые зерна).

5. Экзина обычно утолщена, но не равномерно; на поверхности зерен встречаются утолщения разной формы, иногда «опухолообразного» вида, нередко экзина занимает почти всю внутреннюю часть пыльцевого зерна.

6. Размеры пыльцы в чернобыльском комплексе сильно варьируют от суперакарликовой (менее 10 мкм) до крупной (80 мкм), хотя господствуют мелкие формы.

Таким образом, чернобыльский палинотератный комплекс характеризуется сочетанием трех экологически значимых признаков патологического изменения морфологического строения каждого пыльцевого зерна у всех таксонов одновременно: генетические уродства, недоразвитие или даже неразвитие некоторых частей пыльцевых зерен или их признаков и нанизм, но лишь части пыльцевых зерен. Условия радиационной техногенной катастрофы отличаются исключительно большой вариабельностью отклонений от нормы многих признаков у всех таксонов одновременно (результат процессов мутагенеза). В комплексах природных экстремумов количество уродливых форм обычно невелико, поэтому доминируют две патологии: недоразвитие и нанизм [8, с. 13]. Сравнение признаков недоразвития и дефектности пыльцы в комплексах природного экстремума плейстоцена и пробы Крюки приведено в таблицах, публикуемых в данном издании в статье Г. М. Левковской, А. Н. Боголюбовой.

Поиск возможностей завершения исследований.

Необходим грант или спонсорская поддержка для создания временного коллектива с целью обработки статистических палинотератных данных и подготовки атласа СЭМ-микрографий пыльцы из Чернобыля.

Район ЧАЭС. Радиоактивное загрязнение поверхностного слоя почв, исследованных палинологически

Участок	Удаление от ЧАЭС (км)	Экспозиционная доза (МЭД) мкР/час. Норма: 30 мкР/час		Удельная активность (УА) почвы, Бк/кг			
		на почве	1 м над почвой	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	²⁴¹ Am	^{239,240} Pu
Крюки	16	2200	1700	4500	270000	81	48
Лесок	22	890	760	9100	84100	140	83
Масаны	12	530	420	14000	52000	150	99

Литература

1. *Ананова Е. А.* О недоразвитой пыльце в ледниковых отложениях // Бюллетень Комиссии по изучению четвертичного периода. М.: Наука, 1966. С. 18—22.
2. *Букреева Г. Ф., Левковская Г. М.* Экологическая характеристика палинотератных комплексов — индикаторов стрессового состояния генеративной сферы древесных пород и кустарников на их северном пределе // Пыльца как индикатор состояния окружающей среды и палеоэкологические реконструкции. Доклады к Международному семинару. СПб.: ВНИГРИ, 2001. С. 45—48.
3. *Дзюба О. Ф.* Палиноиндикация качества окружающей среды. СПб.: Недра, 2006. 198 с.
4. *Дзюба О. Ф., Куликова Н. К.* О естественном полиморфизме пыльцы *Pinus sylvestris* L. в связи с некоторыми проблемами палеопалинологии / Отв. ред. С.А. Афонин, П.И. Токарев // Палинология: теория и практика: Материалы XI Всероссийской палинологической конференции. М.: ПИН РАН, 2005. С. 65—68.
5. *Дзюба О. Ф., Яковлева Т. Л., Кудрина А. И., Тарасевич В. Ф.* Пыльца как модель контроля качества мужской генеративной сферы растений, животных и человека // Актуальные проблемы палинологии на рубеже III тысячелетия. М., 1999. С. 61—79.
6. *Левковская Г. М.* Статистические палинотератные комплексы — индикаторы экологических стрессов прошлого и настоящего // Пыльца как индикатор состояния окружающей среды и палеоэкологические реконструкции: Доклады к Международному семинару. СПб.: ВНИГРИ, 2001. С. 109—114.
7. *Левковская Г. М.* О новом палинотератном подходе к индикации стрессового состояния генеративной сферы растений (на примере почвенных проб из района Чернобыльской АЭС) // Проблемы радиобиологии: Тезисы Международного совещания. Киев, 2003. С. 27—31.
8. *Левковская Г. М.* Что такое природные и техногенные геоботанические катастрофы с точки зрения палинотератной статистики? / Отв. ред. С. А. Афонин, П. И. Токарев // Палинология: теория и практика: Материалы XI Всероссийской палинологической конференции. М.: ПИН РАН, 2005. С. 129—132.
9. *Левковская Г. М., Боголюбова А. Н.* Типы палинотератных «ответов» генеративной сферы растений на климатические изменения внутри плейстоценовых циклов: гляциал-интергляциал и стадиал-интерстадиал // Там же. С. 132—133.
10. *Левковская Г. М., Карцева Л. А., Коломиец О. Д. и др.* Специфика палинотератного «ответа» генеративной сферы растений на чернобыльскую катастрофу // Там же. С. 134—136.
11. *Сиренко Е. А.* Палинологические данные к исследованию донных отложений водоемов 30-километровой зоны Чернобыльской АЭС // Пыльца как индикатор состояния окружающей среды и палеоэкологические реконструкции: Доклады к Международному семинару. СПб.: ВНИГРИ, 2001. С. 189—191.
12. *Levkovskaya G. M.* Palynoteral complexes as indicators of the ecological stress, past and present // Proceedings of the 5-th Palaeobotanical and Palynological conference, Acta Palaeobotanica. Krakow, 1999. № 2. P. 643—648.

КАЧЕСТВО ПЫЛЬЦЫ И ОСОБЕННОСТИ ПАЛИНОКОМПЛЕКСОВ НЕКОТОРЫХ ПРИРОДНЫХ ЭКСТРЕМУМОВ ПЛЕЙСТОЦЕНА И ИХ СРАВНЕНИЕ С ПАЛИНОКОМПЛЕКСАМИ ОТЛОЖЕНИЙ С ВЫСОКИМ РАДИОАКТИВНЫМ ЗАРАЖЕНИЕМ ИЗ РАЙОНА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ ТЕХНОГЕННОЙ КАТАСТРОФЫ

Г. М. Левковская, А. Н. Боголюбова

¹Институт истории материальной культуры РАН, Санкт-Петербург; ggstepanova@yandex.ru

В статье сравниваются палеоэкологические характеристики различных типов природных палинотератных комплексов, которые являются палиноиндикаторами геоботанических стрессов прошлого и настоящего. Они выявлены и задокументированы с помощью традиционного палинологического метода и СЭМ-исследований для следующих климатофаз ледниковых или стадиальных этапов плейстоцена: криогигротической, климатического экстремума и криоксеротической. Характеристики палинотератного комплекса поверхностных почвенных проб с высокой радиоактивностью из района Чернобыля сопоставлены с характеристиками одного из глубоких природных экстремумов позднего плейстоцена (с данными по слою с останками неандертальца из Баракаевской пещеры на Кавказе, который формировался на верхнем пределе цветковых растений, на границе альпийского, субальпийского и степного поясов). Выявлено, что природные и техногенные палинотератные комплексы не однотипны, но сходны, что показывает перспективность использования этого подхода для увеличения информативности палинологических исследований.

Введение

Статья посвящена памяти Е. Н. Анановой, впервые показавшей возможность использовать информацию о морфологических аномалиях пыльцы для индикации экологически неблагоприятных обстановок, что особенно актуально в условиях современных техногенных загрязнений и катастроф.

Статья основана на материалах обобщения части статистических данных об особенностях тератоморфоза пыльцевых зерен в отложениях плейстоцена, голоцена и поверхностных пробах из многих регионов бывшего СССР. Первые данные о тератоморфной пыльце опубликованы в 1960-е годы [4], а об ее экологической значимости — в 1980-е годы [6, 12]. Сейчас можно рассмотреть специфику палинотератного «ответа» растений на Чернобыльскую катастрофу в контексте данных о палинотератных комплексах чистых отложений некоторых глубоких климатических экстремумов позднего плейстоцена. В 1999 г. в Трудах 5-ой Европейской палеоботанической и палинологической конференции опубликована (с СЭМ-иллюстрациями комплексов) статья: Levkovskaya G.M. «Palynoteratrical complexes as indicators of the ecological stress, past and present» [16], а позже — некоторые теоретические разработки по данной теме [2, 8, 13]. Установлено, что в прошлом закономерно изменялись суммарные количества тератоморфных пыльцевых зерен внутри циклов межледниковье-гляциал и межстадиал-стадиал [13], что прослеживается при построении специальных палинотератных кривых на диаграммах (например, на диаграмме отложений стоянки Костенки 12) [14, с. 126]. Цикличность проявлялась в том, что в прошлом существовали этапы: 1) массового продуцирования морфологически типичных палиноморф с единичными тератоморфными зернами (оптимумы межледниковий и межстадиалов); 2) этапы уменьшения и нарастания в комплексах количества тератоморфной пыльцы (переходы к оптимумам или от них); 3) этапы геоботанических стрессов, когда почти все растения продуцировали тератоморфную пыльцу с разными типами патологий, которые являются палиноиндик-

торами геоботанических кризисов или стрессов прошлого и настоящего. Было предложено дифференцировать палинокомплексы на палинотератные и непалинотератные. Палинотератным назван спорово-пыльцевой комплекс, в котором тератоморфные формы доминируют или их количество статистически значимо для экологических реконструкций. В настоящее время доказано их значение для стратиграфии и выявления геоботанических кризисов или стрессов прошлого и настоящего.

Выделены следующие типы спорово-пыльцевых комплексов (их количество будет увеличиваться) в палинотератных частях, в которых доминируют:

Тип А — недоразвитые пыльцевые зерна;

Тип В — карликовые, но нормально развитые формы (если пыльцевые зерна одновременно карликовые и недоразвитые, то они относятся уже к комплексу D);

Тип С — генетически уродливые (дефекты) пыльцевые зерна; **вариант С1** — гибридные формы;

Тип D — сложный комплекс, в котором каждое зерно суммирует типы двух патологий А+В в разных соотношениях. Патология С, как правило, не доминирует и не содоминирует у пыльцевых зерен из природных комплексов, но присутствие ее играет важную индикационную роль.

Экология природных комплексов А, В, С, С1 и D выявлена на основе сочетания палеозоологических и традиционных палинологических данных (с учетом другой палеоэкологической информации) по многим разрезам палеолитических стоянок: Королево 1 (Закарпатье), Денисова пещера (Алтай), Треугольная, Кударо 1, Кударо 3, Матузка, Мезмайская, Монашеская, Губский навес-1, Ахштырская, Малая Воронцовская, Кепшинская (пещерные стоянки Кавказа), стоянки Костенковско-Борщевского района и стоянки Бетово и Коршево 1 (Русская равнина) [7, 9–12, 14, 17]. Экология палинотератных комплексов выяснена и в результате изучения поверхностных проб из всех геоботанических подзон Западной Сибири, кроме арктических и полярных тундр [2, 4], а также на основе опубликованных в последние годы А. К. Васильчук материалов для тундровой зоны [3].

Табл. 1 показывает, что комплексы А и В типичны для криоксеротических фаз ледниковых или стадийных эпох, комплекс С — для переходов к термоксеротическим фазам межстадиалов, комплекс С1 — для этапов появления в районе краевых частей ареалов растений. Для анализа черномыльских палинокомплексов особенно важно, что индикаторами наиболее глубоких природных экстремумов плейстоцена является палинотератный комплекс типа D.

Материалы природного баракаевского экстремума наиболее пригодны для сопоставления с черномыльскими данными, т. к. палинотератный комплекс Баракаевской пещеры уникален экстремальностью условий, в которых он формировался. Фитоценозы, пыльца которых сформировала данный комплекс, рас-

полагались на верхнем пределе цветковых растений в условиях резкого дефицита температур (летние температуры были примерно на 6 °С ниже современных) и, частично, осадков, страдали от морозов и бесснежности в условиях климата более континентального, чем современный. Эти условия реконструированы в результате междисциплинарных исследований (раскопки В. П. Любина, данные: палеозоологические — Г. Ф. Барышникова, палинологические — Г. М. Левковской, литологические — А. Г. Черняховского) [11, 17]. Их данные хорошо согласуются. Экстремальные условия вызвали стрессовое состояние мужской генеративной сферы практически у всех растений территории и сформировали палинотератный комплекс D (рис. 1).

Таблица 1

Сравнение палинотератных комплексов А, В, С, С1 и D (по Г. М. Левковской) природных экстремумов позднего плейстоцена с разной экологией и комплекса (Е) техногенной Чернобыльской катастрофы

Комплекс	Главные особенности спорово-пыльцевых комплексов палинотератного типа	Разрезы с палинотератными комплексами, для которых получены экологические данные	Типы экологических обстановок
А	Господствует недоразвитая пыльца разных таксонов	Мустьерская стоянка Бетово (р-н г. Брянск) с тундрово-степным комплексом фауны СЭМ [16]	Криоксеротическая климатофаза стадиала. Сейчас юг лесной зоны
В	В палинотератной части комплекса господствует карликовая пыльца разных таксонов. Она нормально развита.	Стоянка Мезмайская (Кавказ). Мустье. Слой с антропологической находкой неандертальца и со степной и альпийской фауной. СЭМ [16]	Криоксеротическая климатофаза стадиала. Сейчас пояс верхнегорных пихтовых лесов
С1	В палинотератной части комплекса значительно количество генетически дефектной пыльцевой с признаками гибридизаций	А. Поверхностные пробы из подзон Западной Сибири от южной тайги до типичных тундр [2, 4]. В. Позднеледниковье Прибалтики [5].	А. Северные пределы древесных пород (лесотундра). В. Начало облесения после оледенения
С	В палинотератной части комплекса господство или значительное количество дефектной (генетически уродливой) пыльцы.	Костенки 14 (р-н г. Воронеж). Нижняя гумусовая толща. Слой с пергляциально-степным комплексом фауны. Микрофотографии [12, 16].	Переход от стадиала к термоксеротической фазе межстадиала. Сейчас лесостепь
Д	Комплекс наиболее экстремальных этапов плейстоцена. В общем составе комплекса не таратоморфная пыльца единична. Большинство форм неопределимы. 100 % стерильность пыльцы. В палинотератной части комплекса каждое пыльцевое зерно и недоразвито (А) и карликово (В) одновременно. Генетически уродливые формы (С) редки.	Костенки 12 (р-н г. Воронеж). Слой с OSL-датами около 60-50 тыс. л.н. под нижней гумусовой толщей. СЭМ [14]. Сейчас лесостепь Баракаевская стоянка (Кавказ). Мустье. Контакт альпийского, субальпийского и степного поясов по палинологическим, десквамационным и фаунистическим данным. СЭМ [11, 17]. Сейчас пояс широколиственных лесов	Температурный экстремум стадиала около 60-50 тыс. л. н. и хиатус D4 на δ ¹³ C шкале [15] Температурный экстремум стадиала. Геоботанический кризис для цветковых растений на их верхнем пределе (рис. 1). Климат континентальный, холодный.
Е	Типично развитая пыльца единична. Большинство зерен неопределимы и стерильны. В комплексе каждое зерно суммирует несколько индикационных патологий: недоразвитие (А)+нанизм (В)+дефектность (С) или иные их сочетания. Дефектность многообразна, вплоть до монстровидности. Есть не только недоразвитие, но и неразвитие протопласта (зерна «пустые» внутри или с «эрозиями») или даже частей пыльцевых зерен.	Крюки, Лесок, Масаны. (См. СЭМ-микрографии палинотератного комплекса, рис. 1-3 в статье Левковской и др. в данном издании).	Высокое радиоактивное загрязнение от 2200 до 530 мкР/час (норма до 30 мкР/час) на почве. Загрязнение изотопами: ⁹⁰ Sr до 14000 Бк/кг, ¹³⁷ Cs до 270000 Бк/кг, ²⁴¹ Am до 150 Бк/кг, ^{239,240} Pu до 99 Бк/кг.

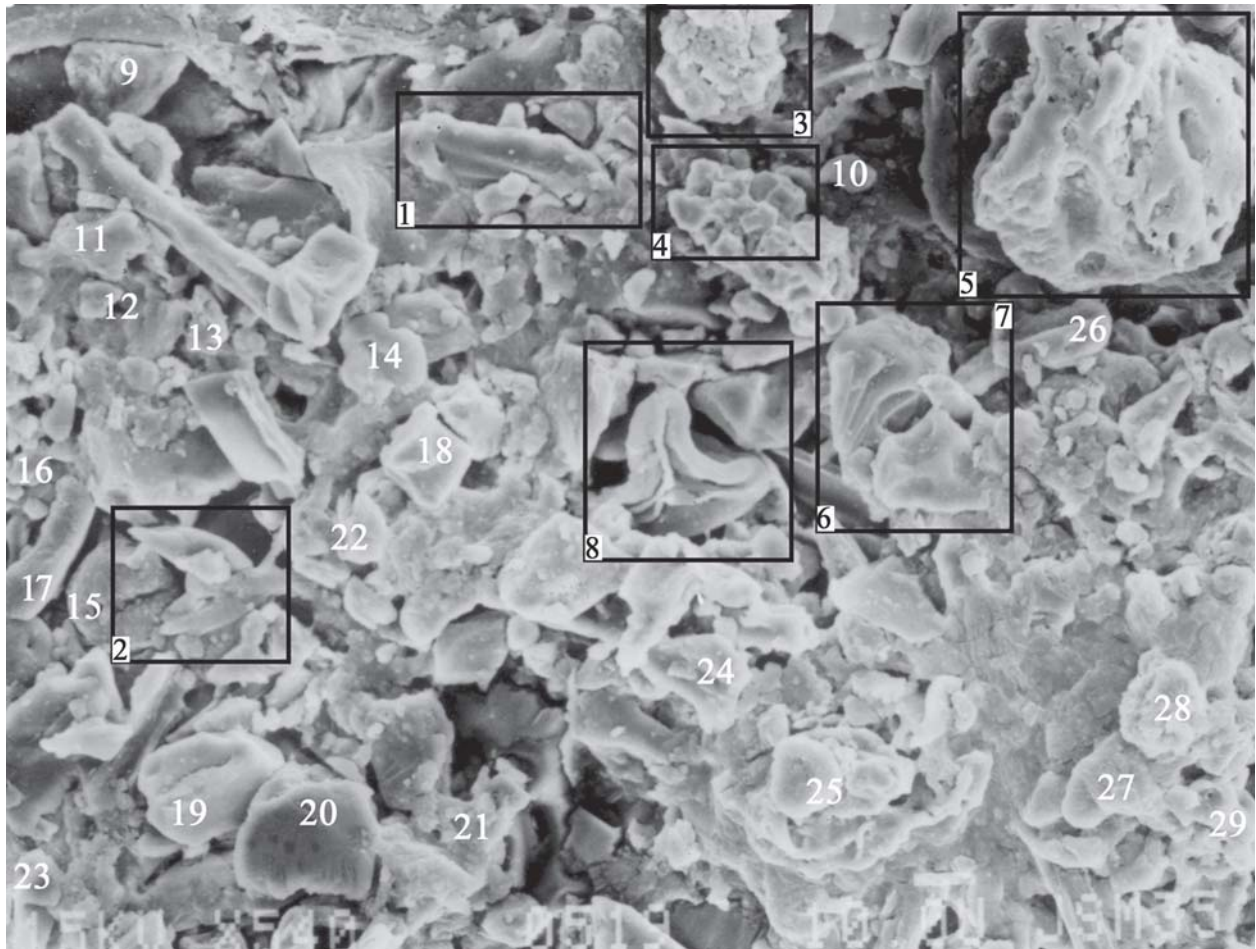


Рис. 1. Мустьерская пещерная стоянка Баракаевская на Кавказе (современный пояс широколиственных лесов). СЭМ-микрография карликовой недоразвитой пыльцы из палинотератного комплекса D — индикатора геоботанического кризиса для цветковых растений на контакте альпийского, субальпийского и степного поясов (температурный минимум стадиала позднего плейстоцена).

1 — фитолит злака (*Poaceae*); 2—7 — пыльцевые зерна, систематическая принадлежность которых определена: 2 — можжевельник (*Juniperus sp.*); 3 — астровые (*Asteraceae*), 4 — березовые (*Betulaceae* ?) — полиада с недоразвитыми ультракарликовыми пыльцевыми зернами; 5 — лебедовые (*Chenopodiaceae* ?) — полиада с недоразвитыми ультракарликовыми пыльцевыми зернами, 6 — недоразвитое пыльцевое зерно ольхи (*Alnus sp.*), 7 — осоковые (*Cyperaceae* ?); 8 — спора из дочетвертичных отложений, слагающих кровлю пещеры; 9—29 — недоразвитые и мелкие пыльцевые зерна разных таксонов, систематическая принадлежность которых не определена

Палинотератный комплекс Баракаевской пещеры создает впечатление господства «кладбища контуров» карликовых и утонченных пыльцевых зерен. Подобные комплексы часто ошибочно принимают за переотложенные, с «минерализованной» или «метаморфизованной» пыльцой, на что еще более 40 лет назад обратила внимание Е. Н. Ананова [1, с. 20—21]. Однако, данный комплекс невозможно считать переотложенным, т.к. слой, вмещающий его, еще в эпоху мустье был запечатан натечными фосфатно-карбонатными образованиями, сформировавшими «крышу» над ним. Внутри пещеры, в которой нет водотока, в момент формирования отложений полностью отсутствовали экзогенные факторы, которые могли переотложить палинологический комплекс и резко утончить все пыльцевые зерна, присутствующие в нем.

Баракаевский плейстоценовый палинотератный комплекс можно принять за эталон «ответа» мужской генеративной сферы растений на природный экологический удар и сравнить его с «ответом» растений на радиационную чернобыльскую катастрофу.

Сравним характеристики палинотератных комплексов природного экстремума (D) и радиационной ката-

строфы (E), которые приведены в табл. 2 (данные о недоразвитой пыльце) и табл. 3 (данные о дефектной пыльце), а также на СЭМ-микрографиях фрагментов палинотератных комплексов — баракаевского (рис. 1) и проб Крюки, Масны и Лесок из Чернобыля (рисунки и описания комплексов опубликованы в данном издании: Левковская и др.).

Генетическая уродливость (дефектность) и монстривидность (рис. 2) пыльцевых зерен (табл. 3). В комплексе Баракаевской пещеры дефектные зерна единичны, но присутствуют (рис. 1, ф. 20 и др.). Монстровидных форм пока не обнаружено. В пробах, исследованных на световом микроскопе, определено около 800 пыльцевых зерен и спор, из них дефектных — всего 18. В чернобыльском же комплексе все пыльцевые зерна генетически дефектны, наблюдается повышенная вариабельность аномалий любых морфологических признаков. Очень изменчивы форма, симметрия, очертания, апертурны, эскина, скульптура, что особенно заметно в пробе Крюки с самым высоким радиоактивным заражением — 2200 мкР/час.

Таблица 2

Палинотератные комплексы техногенной Чернобыльской катастрофы (Е) и природного экстремума верхнего плейстоцена (D): специфика признаков недоразвития и стерильности пыльцевых зерен

	Отложения техногенной катастрофы		Отложения природного экстремума
	Проба Крюки МЭД на почве 2200 мкР/час. Палинотератный комплекс Е (См. СЭМ микрографию палинотератного комплекса, рис. 1 в статье Левковской и др. в данном издании)	Проба Лесок Участок, окруженный лесом (МЭД на почве 890 мкР/час). Палинотератный комплекс Е.	Баракаевская стоянка (Кавказ). Мустье. Контакт альпийского, субальпийского и степного поясов. Геоботанический кризис генеративной сферы цветковых растений на их верхнем пределе. Палинотератный комплекс D (рис. 1)
1—7 – признаки недоразвития пыльцевых зерен в природном комплексе ледниковых отложений (по Анановой [1]); 8—9 – данные по чернобыльскому комплексу Е: 8 – признаки неразвития протопласта; 9 – признаки мутагенеза			
1. Пыльцевые зерна не имеют четко выраженных морфологических признаков (в особенности это касается структуры экзины и ее стратификации)	Не имеют	Не имеют	Не имеют
2. Нанизм пыльцевых зерен Редко появляются формы более крупные, чем нормально развитые	Размеры зерен чаще мелкие: 10-20 мкм, но варьируют от 10 до 80 мкм	Размеры зерен чаще мелкие, но варьируют от 10 до 45 мкм	Размеры пыльцевых зерен стабильно мелкие 10-25 мкм.
3-4. Зерна имеют стекловидный блеск (3) и желтовато-зеленую или коричневую окраску (4)	Признаки 3-4 видны на световом микроскопе		
5. Пыльцевые зерна нередко сплющены, иногда продолговаты или сморщены, борозды остаются нераскрытыми, края их сомкнуты	Пыльцевые зерна не сплющены	Пыльцевые зерна сплющены или объемны	Все пыльцевые зерна сплющены
6. Пыльцевые зерна встречаются в виде скоплений	Есть полиады карликовых пыльцевых зерен		
7. Очень трудно определить систематическую принадлежность недоразвитой пыльцы	Почти все зерна не определимы	Есть определимые и не определимые зерна.	Почти все зерна не определимы
8. Не развитие или недоразвитие протопласта	Протопласт или недоразвит, или не развит местами («эрозии»), или полностью отсутствует (зерна «пустые» внутри)	Протопласт недоразвит или развит фрагментарно («эрозии»)	Протопласт недоразвит. «Эрозий» нет
9. Развитие лишь фрагментов пыльцевых зерен («мутанты»)	«Мутанты» есть	«Мутанты» есть	«Мутантов» нет

Недоразвитие или отсутствие частей пыльцевых зерен (табл. 2). Все семь признаков, описанные Е. Н. Анановой для ледниковых отложений [1] подходят для характеристики палинотератного комплекса Баракаевской пещеры и, частично, чернобыльского комплекса. 1. Все пыльцевые зерна в обоих случаях не имеют четко выраженных морфологических характеристик, но, в соответствии с описанием Е. Н. Анановой, экзина утончена и сильно недоразвита в природном комплексе, а в чернобыльском — утолщена. 2. В обоих случаях пыльцевые зерна отличаются мелкими размерами, но в природном комплексе размеры стабильны (10—25 мкм), а крупные формы редки, а в чернобыльском — вариабельность размеров значительна (10—80 мкм), и зави-

сит от локальных условий (средний размер неопределенных форм в образце Масаны примерно в два раза крупнее, чем недоразвитые формы в пробе Крюки). 3 и 4. В обоих случаях зерна имеют стекловидный блеск и зеленоватую окраску. 5. В баракаевском комплексе пыльцевые зерна сплющены, а в чернобыльском — иногда сплющены (Масаны), а иногда — объемны (Крюки). 6. Пыльцевые зерна встречаются в виде скоплений в обоих случаях. 7. Систематическая принадлежность пыльцы в обоих комплексах определяется лишь у единичных форм. Чернобыльский комплекс имеет ряд дополнительных признаков, отличающих его от природного. 8. Стерильность более высока в техногенном радиационном комплексе: протопласт или недоразвит,

Палинотератные комплексы техногенной Чернобыльской катастрофы (Е) и природного экстремума верхнего плейстоцена (D): специфика дефектных (генетически уродливых) пыльцевых зерен

<i>Морфологические признаки, которые наиболее отклоняются от нормы, у дефектных пыльцевых зерен</i>	<i>Отложения техногенной катастрофы</i>		<i>Отложения природного экстремума</i>
	<p>Проба Крюки из района наибольшего радиоактивного заражения. МЭД на почве 2200 мкР/час. Палинотератный комплекс Е.</p>	<p>Проба Лесок Участок, окруженный лесом. МЭД на почве 890 мкР/час. Палинотератный комплекс Е.</p>	<p>Баракаевская стоянка (Кавказ). Мустье. Контакт альпийского, субальпийского и степного поясов. Геоботанический кризис мужской генеративной сферы цветковых растений на их верхнем пределе. Палинотератный комплекс D (рис. 1)</p>
Форма	Очень разнообразна	Разнообразна	Чаще овальная
Симметрия	Все пыльцевые зерна асимметричны	Часть зерен асимметричны	Большинство зерен симметричны
Очертания	Очертания зерен четкие, (т.к. экзина часто утолщена), нередко неправильной формы, не типичной для пыльцы (иногда выросты типа «рогов» по контуру и т.д.)	Есть формы с четкими и нечеткими очертаниями	Очертания не четкие, т.к. экзина часто недоразвита. Комплекс выглядит как «кладбище» контуров пыльцевых зерен
Апертуры	Разнообразие патологий: асимметрия в расположении (3 апертуры по одному краю и отсутствие — по другому), иногда апертуры не замкнуты или поровые отверстия закрыты разросшейся экзиной и т. д.	Разнообразие патологий, асимметрия в расположении (3 апертуры по одному краю и отсутствие — по другому) и т. д.	У большинства зерен апертуры сомкнуты или недоразвиты
Экзина	Часто утолщена, но неравномерно (есть «опухолообразные наросты»), внутренние части зерен часто сокращены из-за разрастания экзины)	Иногда утолщена, иногда утончена	Экзина почти у всех пыльцевых зерен недоразвита и утончена
Скульптура	Не развита или недоразвита	Не развита или недоразвита	Не развита у большинства зерен
У дефектных пыльцевых зерен причудливые патологии многих признаков одновременно	Все пыльцевые зерна генетически дефектны. Наблюдается повышенная вариабельность аномалий любых морфологических признаков у всех зерен. Зерна не определимы из-за необычного облика, а определимые иногда «монстровидны». Есть «мутанты» - полужерна или фрагменты зерен, оформившиеся в виде самостоятельных зерен и т.д.	Есть дефектные пыльцевые зерна с разными патологиями их признаков: «монстровидные», «мутанты», разнообразно уродливые и т. д., но определимых зерен больше, чем в пробе Крюки	Дефектные пыльцевые зерна единичны

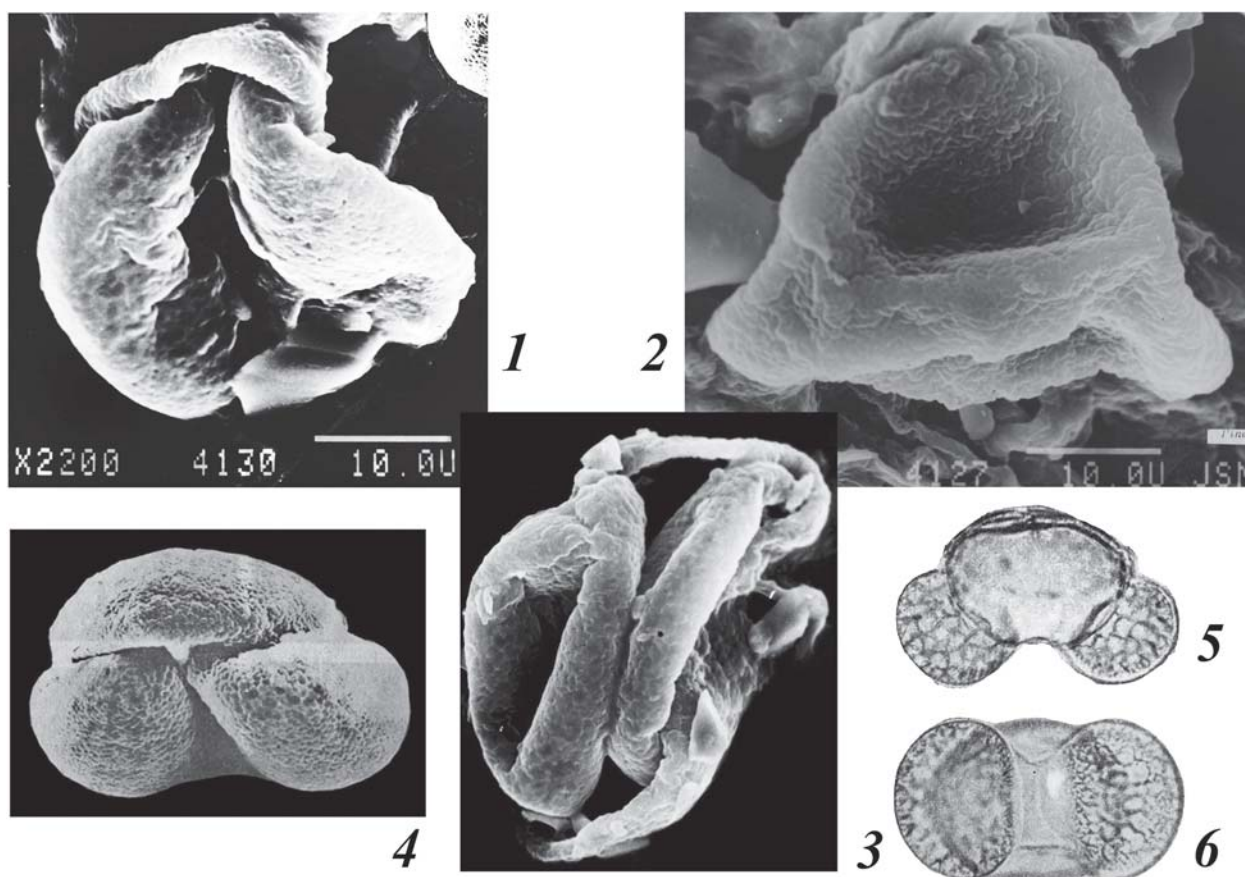


Рис. 2. Монстровидно измененные пыльцевые зерна хвойных (*Pinus sp. (?)*) из поверхностных почвенных проб с высоким радиоактивным заражением из 30-километровой зоны Чернобыля и современная пыльца сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*), растущая сейчас в Полесье.

1—3 — «монстровидные» пыльцевые зерна хвойных (*Pinus sp. (?)*) из районов: 1. Крюки, мощность экспозиционной дозы (МЭД) на почве — 2200 мкР/час; расстояние от ЧАЭС — 16 км. 2. Масаны, МЭД на почве — 530 мкР/час, расстояние от ЧАЭС — 12 км. СЭМ. 3. Лесок, МЭД на почве — 890 мкР/час; расстояние от ЧАЭС — 22 км, 4—6 — современная пыльца сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*): 4 — экваториальное положение пыльцевого зерна, СЭМ, 5 — экваториальное положение пыльцевого зерна. Световой микроскоп, 6 — полярное положение пыльцевого зерна. Световой микроскоп

или местами не развит («эрозии»), или полностью отсутствует (зерна «пустые» внутри). В природном комплексе протопласт недоразвит, а эрозии не зафиксированы. 9. Только в чернобыльском комплексе встречаются и недоразвитые формы, и «мутанты» — фрагментарно сформировавшиеся полужерна, фрагменты, оформившиеся в виде самостоятельных пыльцевых зерен и т. д. (см. в данном издании Левковская и др., рис. 4).

Суммирование признаков дефектности, монстровидности, недоразвития, частичного развития и нанизма. Комплекс природного баракаевского экстремума образован пыльцевыми зернами с двумя патологиями — формы недоразвитые + ультракарликовые (рис. 1). Комплекс чернобыльского типа — пыльцевыми зернами с тремя экологически значимыми патологиями: генетические уродства (ведущая патология) + недоразвитие или даже неразвитие некоторых частей пыльцевых зерен или их признаков + нанизм части пыльцевых зерен (см. в данном издании Левковская и др., рис. 1—4).

Выводы

Приведенные выше характеристики, материалы таблиц 2, 3 и сравнение опубликованных в данном издании СЭМ-изображений палинотератных комплексов показывают, что природные и техногенные комплексы

однотипны, но не идентичны. Чернобыльский комплекс характеризуется более резкими и разнообразными проявлениями всех морфологических патологий и их комбинаций.

Главными индикаторами наиболее экстремальных условий прошлого и настоящего являются комплексы с «кладбищами» недоразвитых пыльцевых зерен или спор. Иногда эти комплексы выглядят даже как «кладбища контуров» пыльцы, что зафиксировано на СЭМ-микрографиях баракаевского природного палинотератного комплекса типа D (рис. 1) и СЭМ-микрографиях чернобыльского палинотератного комплекса типа E (Крюки и Масаны). Именно информация по таким «кладбищам» дает ключ для реконструкции наиболее глубоких геоботанических стрессов прошлого и настоящего.

Выявленные сходства природных и техногенных комплексов показывает перспективность палинотератного статистического подхода для реконструкций геоботанических стрессов любого геологического возраста (включая современные), а также для выявления некоторых современных экологически неблагоприятных районов. Это может увеличить информативность палинологического метода и его практическую значимость.

В настоящее время можно высказать некоторые общие рекомендации по использованию статистического

палинотератного подхода для палинологических исследований отложений любого геологического возраста, включая современные, изучения пыльцы из пыльников современных растений, получения палеоэкологических характеристик прошлого и настоящего и выявления районов экологического неблагополучия (табл. 4).

Поиск возможностей завершения исследований.

Необходим грант для создания временного коллектива с целью статистической обработки не имеющих аналогов в мире палинотератных данных (материалы собиралась около 50 лет), которые могут лечь в основу методик реконструкции геоботанических кризисов прошлого

и настоящего и определения степени экологического неблагополучия отдельных территорий.

Литература

1. Ананова Е. А. О недоразвитой пыльце в ледниковых отложениях // Бюллетень Комиссии по изучению четвертичного периода. М.: Наука, 1966. С. 18—22.

2. Букреева Г. Ф., Левковская Г. М. Экологическая характеристика палинотератных комплексов — индикаторов стрессового состояния генеративной сферы древесных пород и кустарников на их северном пределе // Пыльца как индикатор состояния окружающей

Таблица 4

Рекомендации для использования статистических палинотератных данных в практике работ палеопалинологов, палиноморфологов и экологов

Тактика исследований	Исследования
1. Объекты исследования	Исследуются отложения любого геологического периода, поверхностные пробы из современных отложений любого генезиса или пыльца из пыльников современных растений.
2. Специальная подготовка и обработка проб не требуется	Дополнительная статистическая палинотератная информация извлекается палеопалинологами или палиноморфологами в процессе их традиционных работ
3. Приборы для исследования	Любой микроскоп с мерной линейкой
4. Способ извлечения дополнительной статистической палинотератной информации в процессе традиционных палеопалинологических или палиноморфологических работ	Документируются индивидуальные особенности морфологии каждого пыльцевого зерна. На аналитическом листе отдельным знаком фиксируется присутствие каждого зерна, и отмечаются его индивидуальные характеристики (идеальное развитие, карликовость, асимметричность и т.д.)
5. Расчеты результатов анализов для выявления палинотератных комплексов — индикаторов геоботанических стрессов или кризисов прошлого и настоящего	Для дифференциации комплексов на палинотератные и не палинотератные, в каждом образце рассчитывается процентное соотношение: суммы зерен с типичной морфологией и суммы всех тератоморфных зерен разных таксонов. Рассчитываются также проценты внутри палинотератной части комплекса для 4-х индикационных групп (см. Табл. 2, 3): А. недоразвитые; В. карликовые; С. генетически уродливые (дефектные); D. зерна с несколькими патологиями одновременно (карликовые+недоразвитые и т.д.)
6. Обработка полученных статистических палинотератных данных для решения геологических или палеогеографических задач	На основе полученной палинотератной статистики для разрезов строятся палинотератные кривые для групп А, В, С и D, дополняющие традиционные спорово-пыльцевые диаграммы [14, с. 126, рис. 1]. Соотношение этих кривых отражает динамику тератоморфоза.
7. Обработка полученных статистических палинотератных материалов для увеличения информативности палиноморфологических исследований	Составляются таблицы, отражающие соотношение в препарате типично развитых пыльцевых зерен и форм с экологически значимыми типами патологий (типы А-D, см. выше).
8. Интерпретация выявленных (на основе статистики) типов палинотератных комплексов, которые являются индикаторами природных и техногенных геоботанических стрессов и кризисов (см. Табл. 1)	1. Выявление благополучных обстановок: в комплексе тератоморфные зерна есть, но единичны. 2. Выявление экстремально неблагополучных обстановок: фиксация «кладбищ» с господством «контуров» неопределимых форм, в которые нет типичных пыльцевых зерен и каждая форма полипатологична (комбинации патологий А, В, С в разных сочетаниях). 3. Выявление промежуточных состояний.
9. Документирование палинотератных комплексов	Наиболее наглядный способ сохранения и демонстрации палинотератных комплексов — их документирование при помощи СЭМ-микрографий

среды и палеоэкологические реконструкции: Доклады к Международному семинару. СПб.: ВНИГРИ, 2001. С. 45—48.

3. Васильчук А. К. Региональная и дальнезонасная пыльца в тундровых палиноспектрах // Известия РАН. Серия биологическая. 2005. №1. С. 1—12.

4. Левковская Г. М. Зональные особенности современной растительности и субфоссильных спорово-пыльцевых спектров подзон Западной Сибири // Метод. проблемы палинологии. М.: Наука, 1973. С. 120—127.

5. Левковская Г. М. Природа и человек в среднем голоцене Лубанской низины (Восточная Латвия). Рига: Зинатне, 1987. С. 1—94.

6. Левковская Г. М. Изучение уродливой пыльцы — источник резкого увеличения информативности палинологического метода // Тезисы VI Всес. палинол. конф. Минск: АН БССР, 1989. С. 174—175.

7. Левковская Г. М. Значение палинотератов для корреляции плейстоценовых отложений и палеолитических слоев Денисовой пещеры на Алтае с изотопно-кислородной ($\delta^{18}\text{O}$) шкалой (хроносрез 250—100 тыс. л. н.) // Главнейшие итоги в изучении четвертичного периода и основные направления исследований в XXI в.: Тезисы Всероссийского совещания. СПб.: ВСЕГЕИ, 1998. С. 263—264.

8. Левковская Г. М. Что такое природные и техногенные геоботанические катастрофы с точки зрения палинотератной статистики? // Палинология: теория и практика: Материалы XI Всерос. палинол. конф. М.: ПИН РАН, 2005. С. 129—132.

9. Левковская Г. М. Специфика шести позднеплейстоценовых термомеров и семи криомеров района пещерной стоянки Матузка (по палинологическим данным), Северный Кавказ / Голованова Л. В., Дороничев В. Б. и др. Пещера Матузка. СПб.: Островитянин, 2006. С. 54—71.

10. Левковская Г. М. Конец эпохи Матуяма и начало эпохи Брюнес (хроносрез ~ 940—620 тыс. лет) в Королево I в Закарпатье: климатостратиграфия и изотопная хронология отложений и ашельского слоя VII // Палинология: стратиграфия и геоэкология: Сборник научных трудов XII Всерос. палинол. конференции. СПб.: ВНИГРИ, 2008. Т. II. С. 154—160.

11. Левковская Г. М. Новые данные о природной среде и собирательстве неандертальцев из Баракаевской пещеры. (Северный Кавказ) // Исследования первобытной археологии Евразии (сборник статей к 60-летию чл.-корр. РАН, профессора Х. А. Амирханова). Махачкала: Дагестанский научный центр РАН, 2010. С. 208—239.

12. Левковская Г. М., Бердовская Г. Н., Хомутова В. И. Морфологическая изменчивость пыльцы ели — возможный источник ошибок при палеогеографических реконструкциях (данные по стоянке Костенки 14) // Палинология и палеогеография: Материалы IV палинол. конф. Свердловск: Уральский научный центр, 1983. С. 53—57.

13. Левковская Г. М., Боголюбова А. Н. Типы палинотератных «ответов» генеративной сферы растений на климатические изменения внутри плейстоценовых циклов: гляциал-интергляциал и стадиал-интерстадиал // Палинология: теория и практика: Материалы XI Всерос. палинол. конф. М.: ПИН РАН, 2005. С. 132—133.

14. Левковская Г. М., Хоффекер Дж. Ф., Аникович М. В. и др. Климатостратиграфия древнейших палеолитических слоев стоянки Костенки 12 — Волковская (первые обобщения палинологических, палинотератных, палеозоологических, палеопедологических, палеомагнитных и СЭМ-палеоботанических исследований) // Проблемы ранней поры верхнего палеолита Костенковско-Борщевского района и сопредельных территорий. Вып. 3. СПб.: ИИМК РАН, 2005. С. 93—130.

15. Genty D., Blamart D., Ouahdi R. et al. Precise dating of Dansgaard-Oeschger climate oscillations in western Europe from stalagmite data. // Nature: USA, 2003. Vol. 421, №20. P. 833—837.

16. Levkovskaya G. M. Palynoteratological complexes as indicators of the ecological stress, past and present // Proceedings of the 5-th Palaeobotanical and Palynological conference, Acta Palaeobotanica. Krakow, 1999. № 2. P. 643—648.

17. Levkovskaya G., Lyubin V., Belyaeva E. Late Caucasian Neanderthals of Barakaevskaya Cave: Chronology, Palaeoecology and Palaeoeconomy // Caves in Context: the Cultural Significance of Caves and Rockshelters in Europe / K.A. Bergsvik, R. Skeates (Ed). Oxford: Archaeopress. 2011. (in press).

РЕЗУЛЬТАТЫ ЕЖЕСУТОЧНОГО МОНИТОРИНГА ПЫЛЬЦЕВОЙ КОМПОНЕНТЫ БИОАЭРОЗОЛЯ НАД ИРКУТСКОМ

П. П. Летунова^{1,2}, Е. В. Безрукова^{1,2}

¹Институт археологии и этнографии СО РАН, Новосибирск;

²Институт геохимии СО РАН, Иркутск; *letunova@igc.irk.ru*

Анализ результатов ежесуточного мониторинга пыльцевой компоненты биоаэрозоля над г. Иркутском позволил сделать следующие выводы: фенофазы древесных и кустарниковых растений завершились в третьей декаде июня; максимальные концентрации пыльцы в воздухе обусловлены цветением ограниченного набора таксонов растительности — сосны, кедра, березы, крапивы и полыни; наиболее крупные частицы пыльцевого аэрозоля (до 80–90 мкм) находились в воздухе в конце мая — начале июня; максимум наиболее мелких частиц (до 2.5 мкм) также отмечен в конце мая — начале июня; минимальные — близкие к нулевым — значения концентрации пыльцы и спор в воздухе в периоды поллинии обусловлены осадками, высокой влажностью воздуха и/или слабыми ветрами.

Ежесуточный мониторинг массовой концентрации и таксономического состава пыльцы в воздушном бассейне над г. Иркутском на протяжении весенне-летнего сезона начался в 2003 г. и продолжается до настоящего времени. В настоящем сообщении мы приводим результаты мониторинга в 2010 г.

Цель исследований:

— определение массовой концентрации и таксономического состава пыльцевого аэрозоля над г. Иркутском в весенне-летний период 2010 г. для анализа состояния загрязненности атмосферы и усовершенствования методики палеолимнологических исследований.

Задачи:

1 — проведение ежесуточного мониторинга состава пыльцы и спор над г. Иркутском с помощью специализированной ловушки системы BURKARD;

2 — определение таксономической принадлежности пыльцы и спор из биоаэрозоля;

3 — подсчет массовой концентрации зерен пыльцы и спор в 1 м³ воздушной смеси;

4 — анализ особенностей изменения концентрации и таксономического состава зерен пыльцы и спор высших растений и спор низших грибов в зависимости от времени поллинии и погодных условий;

Результаты

Результаты ежесуточного мониторинга показаны на рисунке 1, где представлен таксономический состав и массовая концентрация доминирующей пыльцы высших растений и спор двух видов низших грибов в мае-августе 2010 г. Пыльца высших растений в массовом количестве появилась в воздухе с 7 мая. Сначала — пыльцевые зерна тополя, которые в середине мая были замещены пыльцой клена, березы, ольховника, ивы. В конце мая появилась пыльца пихты, ели наряду с пыльцой трав — крапивы, подорожника, конопли, злаков. В конце мая — начале июня отмечена первая и самая значительная вспышка спороношения низших грибов рода *Cladosporium* и первый пик концентрации спор грибов рода *Alternaria*, что свидетельствует об уже накопившемся к этому времени высокому запасу тепла и влаги, приведшему к активному процессу разложения органики. Концентрация мельчайших (~2 мкм) спор низших плесневых грибов рода *Cladosporium* достигала очень высоких значений — 1200 зерен/м³ воздуха.

В первой половине июня преобладала крупная (до 50 мкм) пыльца сосны, кедра сибирского, ольховника; среди пыльцы сорных трав — подорожник. В середине июня господство перешло к пыльце травянистых растений, главным образом, злаков. В июле в воздухе продолжала преобладать пыльца злаков, но уже в комплексе с пыльцой крапивы, подорожника и мари. В августе отмечен ярко выраженный пик содержания пыльцы полыни.

Анализ изменения массовой концентрации (K_M) пыльцы и спор низших грибов показал, что максимальных значений — до 3600 зерен/м³ воздуха — этот показатель достигал в середине мая за счет присутствия в воздухе огромного количества мелкой (до 25 мкм) пыльцы семейства *Vetulaceae* (березовых) и рода *Salix* (ива). Второй пик K_M , достигающий 1000 зерен/м³, формировался за счет спор низших грибов обоих родов — *Cladosporium* и *Alternaria* в конце мая — начале июня. И третий значительный максимум K_M — 800 зерен/м³, сформирован пыльцой сосны (*Pinus sylvestris*) в первой половине июня. Последняя серия менее значительных по количеству пыльцы в воздухе максимумов K_M пришла на первую половину августа, на время цветения полыней *Artemisia*.

Анализ результатов ежесуточного мониторинга пыльцевой компоненты биоаэрозоля над г. Иркутском позволил сделать следующие выводы:

— фенофазы древесных и кустарниковых растений завершились в третьей декаде июня;

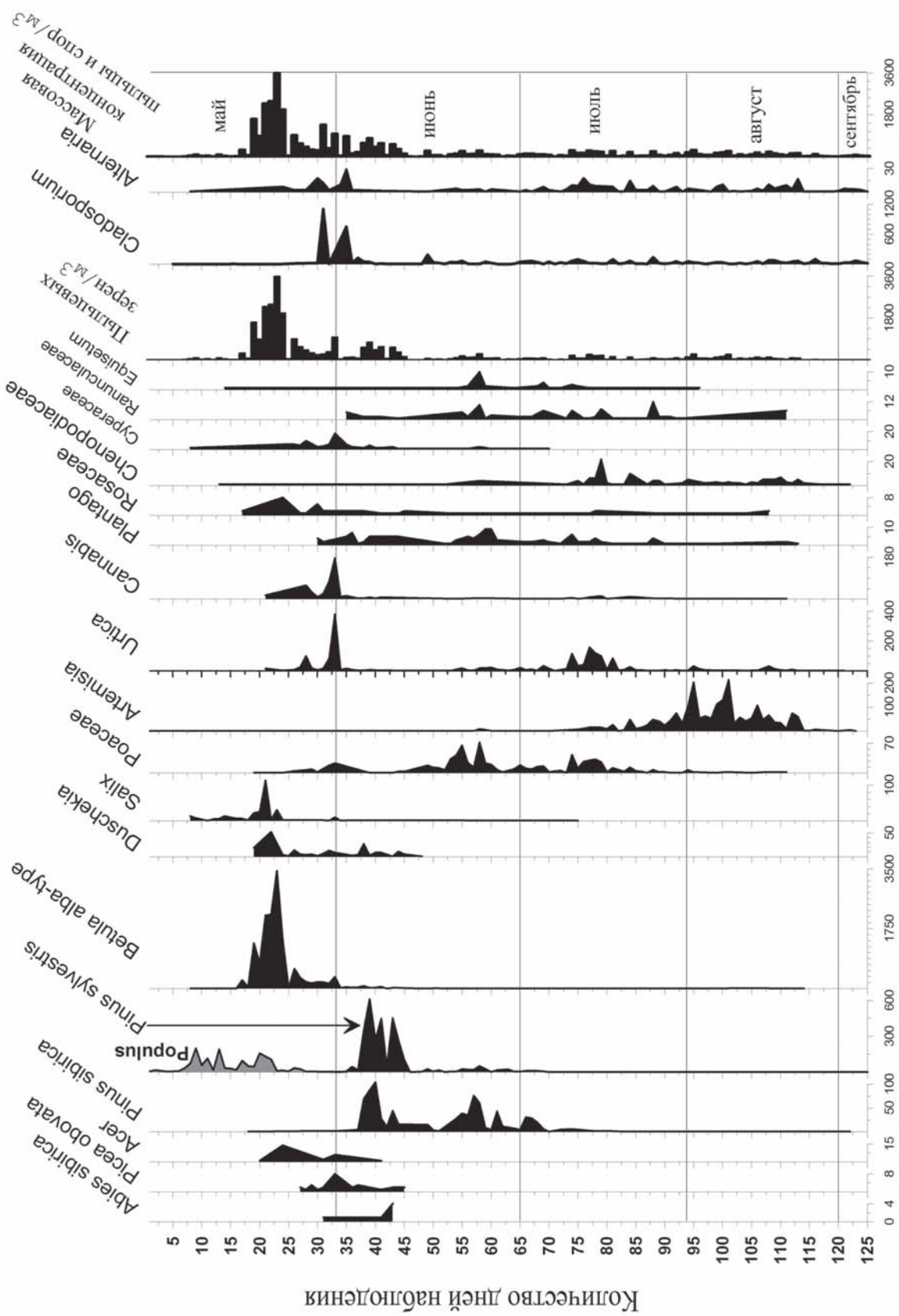
— максимальные концентрации пыльцы в воздухе обусловлены цветением ограниченного набора таксонов растительности — сосны, кедра, березы, крапивы и полыни;

— наиболее крупные частицы пыльцевого аэрозоля (до 80–90 мкм) находились в воздухе в конце мая — начале июня;

— максимум наиболее мелких частиц (до 2.5 мкм) также отмечен в конце мая — начале июня;

— минимальные — близкие к нулевым — значения концентрации пыльцы и спор в воздухе в периоды поллинии обусловлены осадками, высокой влажностью воздуха и/или слабыми ветрами.

Выполненная работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований, проект №09-05-00123-а.



Массовая концентрация и таксономический состав доминирующих элементов пыльцевого спектра биоаэрозоля над г. Иркутском весной-летом 2010 г. Значения концентрации приведены в абсолютных числах пыльцевых зерен высших растений и спор грибов в одном м³ воздушной смеси

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРИЗНАКИ ПЫЛЬЦЫ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В БИОИНДИКАЦИИ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ И МОНИТОРИНГЕ СОСТОЯНИЯ ГЕНЕРАТИВНОЙ СИСТЕМЫ

С. Г. Махнева, С. Л. Менщиков

Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург; *makhniovasg@mail.ru, msl@uran.ru*

Исследованы морфологические и функциональные признаки мужской генеративной системы древостоев сосны обыкновенной в связи с воздействием на них техногенного загрязнения. Для каждого из древостоев сосны отмечен специфический комплекс признаков мужской генеративной системы. Установлено, что в условиях сильного уровня техногенного загрязнения в древостоях формируются мужские шишки меньшего размера с меньшим числом микростробиллов. Функциональные признаки пыльцы оказались более зависимыми от уровня техногенного загрязнения, чем морфологические. Деревья импактной зоны Среднеуральского медеплавильного завода, подверженные сильному техногенному воздействию, характеризуются относительно более высокими значениями изучаемых параметров пыльцы, по сравнению с деревьями импактной зоны Полевского криолитового завода, где уровень техногенной нагрузки значительно ниже.

Для оценки состояния различных сред жизни объективными и перспективными считают методы биоиндикации. Важнейшим источником экологической и генетической информации является пыльца растений вследствие высокой чувствительности мужской генеративной системы к неблагоприятным факторам внешней среды [1—3, 8, и др.]. Рассмотрим возможность биоиндикации техногенного загрязнения окружающей природной среды фторсодержащими аэрополлютантами по показателям мужской генеративной системы сосны обыкновенной — чувствительного к техногенному загрязнению и важнейшего в экологическом плане компонента экосистем Среднего Урала. Целью исследования была комплексная оценка мужских шишек и пыльцы древостоев сосны обыкновенной в связи с воздействием на них техногенного загрязнения и выявление морфологических и функциональных признаков мужской генеративной системы, пригодных для биоиндикации.

Объекты и методика исследования

Исследования проводили на постоянных пробных площадях (ППП), выделенных в древостоях сосны в импактной (ППП 1) и буферной (ППП 2) зонах Полевского криолитового завода (ПКЗ) (загрязнение фторсодержащими веществами); в импактной (ППП 5) зоне Среднеуральского медеплавильного завода (СУМЗ) (загрязнение тяжелыми металлами и оксидами серы); в фоновых условиях в районе г. Сысерти (ППП К). Воздействие магнетитового загрязнения изучали на опытных участках (ОУ) в импактной (ОУ 2-1 — сильный уровень загрязнения) и буферной (ОУ 5, ОУ 6 — средний уровень загрязнения, ОУ 4 — слабый уровень загрязнения) зонах комбината «Магнетит» в районе г. Сатка и фоновых условиях в районе г. Сулея (ОУ-К).

Морфометрический анализ проводили на собранных за 2-3 дня до массового пыления мужских шишках. Измеряли число микростробиллов в мужской шишке и ее длину. На фиксированном в смеси Карнуа (этиловый спирт и уксусная кислота в соотношении 3:1) материале проводили цитоморфологические и гистохимические исследования с учетом положения микростробила в шишке — в верхнем или нижнем ее ярусе. Фертильность пыльцы (ФП) определяли на временных давленых препаратах при окрашивании их ацетокармином при

нагревании; крахмал выявляли реактивом Люголя, липиды — спиртовым раствором судана В [4, 6]. Для всех моделей оценивали содержание каллозы. Уровень накопления крахмала, липидов и каллозы оценивали по 4-балльной шкале: 1 балл — нет накопления, 2 — слабое накопление (мало мелких зерен или капель), 3 — среднее, 4 — сильное (много крупных зерен или капель). Жизнеспособность пыльцы изучали методом ее проращивания на искусственной питательной среде (1 % агар-агар на 0.1 %-растворе сахарозы) при температуре +25 °С в течение пяти суток. Определяли следующие показатели: энергия прорастания пыльцы (отношение числа проросших на третьи сутки опыта пыльцевых зерен, сформировавших пыльцевую трубку длиной не менее высоты пыльцевого зерна, к общему числу просмотренных пыльцевых зерен), прорастание пыльцы (то же на 5-е сутки), длина пыльцевой трубки на 3-й и 5-й дни опыта.

Микроскопирование препаратов проводили на микроскопах Labovar и AxioScore.A1 (Zeiss). Камера AxioCam MR5. Программа обработки изображения AxioVision Rel 4.8. Математическая обработка проводилась с использованием методов вариационной статистики.

Результаты и их обсуждение

Результаты исследования показателя числа микростробиллов в мужских шишках древостоев сосны представлены на рис. 1. Установлено, что в импактной зоне СУМЗа значение данного показателя достоверно ниже, чем в импактной зоне ПКЗ и фоновых условиях ($p < 0.01$). Многолетние наблюдения выявили наличие межгодовой изменчивости данного показателя. В условиях магнетитового загрязнения также наблюдается тенденция снижения значения показателя числа микростробиллов при возрастании уровня загрязнения от ОУ-К к ОУ-2-1. Достоверные различия установлены между древостоем из зоны сильного уровня загрязнения и другими древостоями при $p < 0.01$.

Для всех древостоев выявлена значительная индивидуальная изменчивость показателей числа микростробиллов и длины мужских шишек. Данные рис. 2 позволяют оценить степень различий между деревьями одного древостоя.

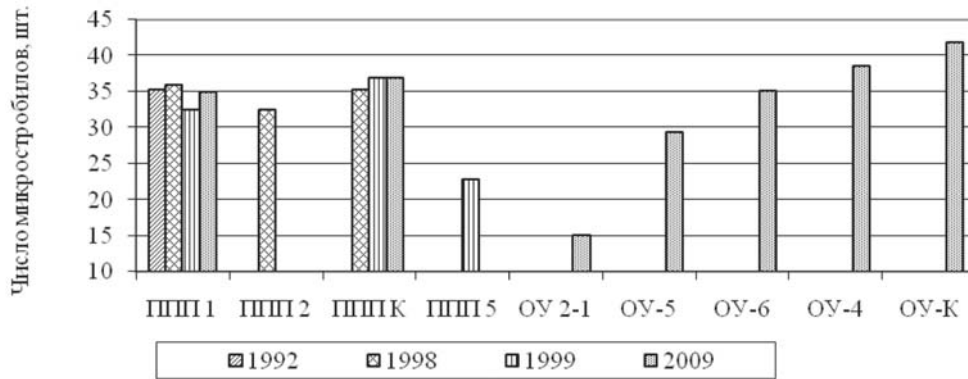


Рис. 1. Число микростробилов в мужских шишках сосны обыкновенной

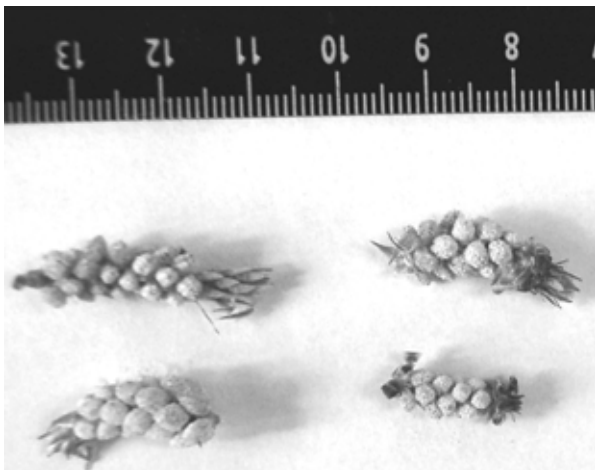


Рис. 2а. Число микростробилов и длина мужских шишек сосны обыкновенной дерева № 45 (ППП 5)

Показатель длины мужской шишки нередко используют в качестве характеристики мужской генеративной системы. Нашими наблюдениями установлено, что длина ее может увеличиться в 2–4 раза в течение последнего месяца развития. Скорость и степень удлинения определяется фенологическим статусом и другими генетическими особенностями дерева. Корреляционный анализ показал высокие положительные значения коэффициента корреляция для показателей числа микростробилов и длины мужских шишек, собранных перед пылением ($r = 0.665–0.845$), что позволяет использовать показатель длины мужских шишек для характеристики состояния генеративной системы, но только на поздних стадиях микрогаметогенеза. На ранних этапах более точным является показатель числа микростробилов.

Определяли фертильность, как важнейшую характеристику качества пыльцы, в соответствии с разработанной нами ранее методикой комплексного анализа пыльцы [4]. Некоторые типы аномальных микроспор и пыльцевых зерен представлены на рис. 3.

Оценивали фертильность на стадии микроспор и начала проталиальных делений (ФП-1), а также фертильность зрелой пыльцы (ФП-2). Установлено, что значения показателя фертильности на ранних стадиях микрогаметогенеза для разных древостоев практически не различаются (см. таблицу).

Фертильность зрелой пыльцы из фонового насаждения и ППП 5 незначительно уменьшилась, по сравне-

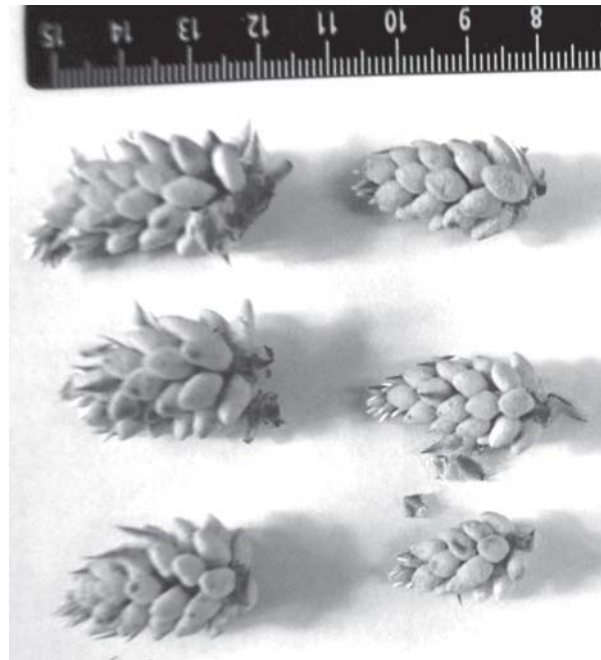


Рис. 2б. Число микростробилов и длина мужских шишек сосны обыкновенной дерева № 28 (ППП 5)

нию с более ранним периодом ее развития, тогда как для ППП 1 выявлено достоверно значимое ($p < 0.01$) снижение данного показателя пыльцы. Различия между ППП 1 и другими древостоями по показателю ФП-2 достоверны ($p < 0.01$).

Установлено, что в микроспорах ППП 5 на ранних стадиях микрогаметогенеза, а также в зрелой пыльце ППП 5 уровень липидов значительно выше, чем в микроспорах и пыльце других зон. Различия с ППП 1 при исследовании зрелой пыльцы достоверны ($p < 0.05$). По содержанию крахмала на ранних этапах гаметогенеза различия между древостоями не выявлены (см. таблицу). Для всех древостоев выявлен более высокий уровень отложения крахмала в микростробилах из нижней части шишки, что согласуется с явлением опережающего развития микроспор и пыльцы в нижних микростробилах. Следует отметить более высокий уровень эндогенной изменчивости содержания крахмала в пыльце, чем липидов (рис. 4, 5).

Известно, что основная биологическая функция пыльцы — обеспечение процесса оплодотворения путем формирования пыльцевой трубки для доведения спермиев до яйцеклетки. Интенсивность роста пыльце-

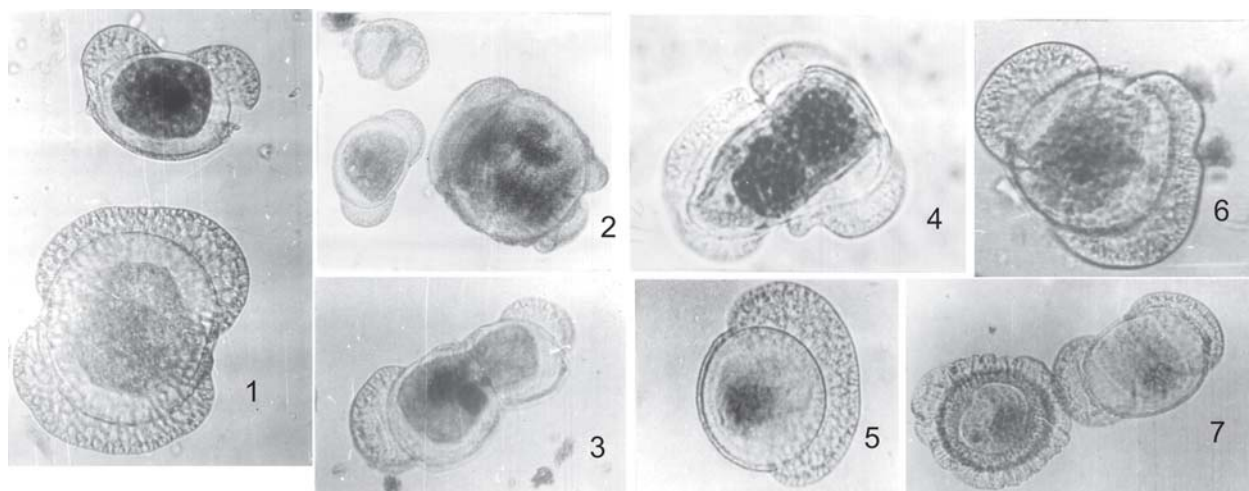


Рис. 3. Аномальные микроспоры и пыльцевые зерна сосны обыкновенной.

1—нормальное и гиперплоидное пыльцевые зерна; 2—нормальная микроспора, мелкая дегенерированная микроспора и гиперплоидная микроспора с неразвитыми воздушными мешками и цитологическими нарушениями; 3—гиперплоидное пыльцевое зерно с нарушениями процесса митоза и пикнозом ядер; 4—гиперплоидное пыльцевое зерно с двумя визуально равноценными ядрами; 5—пыльцевое зерно с одним «воротничковым» воздушным мешком; 6—пыльцевое зерно с воздушными мешками разного размера; 7—нормальное пыльцевое зерно и пыльцевое зерно с редуцированным воздушным мешком

Морфометрические, цитоморфологические и физиологические показатели пыльцевых зерен и пыльцевых трубок пыльцы сосны

Показатели	Параметры	Постоянные пробные площади		
		ППП 5	ППП 1	ППП К
ФП 1	среднее, %	90,81±1,406	90,04±1,087	93,66±0,494
	лимиты, %	59,85 - 97,10	80,33 - 97,92	87,80 - 97,40
	С v, %	8,19	5,66	2,48
ФП 2	среднее, %	91,17±2,133	77,10±3,189	92,62±1,509
	лимиты, %	71,34 - 98,04	51,17 - 96,85	64,05-98,93
	С v, %	9,06	17,55	7,64
Содержание крахмала, баллы	нижний ярус	3,08±0,168	3,05±0,290	3,14±0,136
	верхний ярус	2,96±0,155	2,86±0,310	2,86±0,164
Содержание липидов в микроспорах, баллы	нижний ярус	2,27±0,218	1,43±0,350	1,86±0,267
	верхний ярус	2,27±0,218	1,43±0,350	1,73±0,230
Содержание липидов в зрелой пыльце, баллы	среднее	3,00±0,085	2,72±0,097	2,81 ±0,087
	лимиты, %	2,33 - 3,45	2,05 - 3,43	1,73 - 3,49
	С v, %	36,89	45,78	32,34
Энергия прорастания пыльцы (3-й день)	среднее, %	48,69±4,98	46,94±5,210	56,15±4,060
	лимиты, %	14,25-75,05	4,00 - 82,05	20,31 - 86,04
	С v, %	36,89	45,78	32,34
Длина пыльцевой трубки на 3-й день	среднее, мкм	70,9±5,33	71,8±5,21	75,7±4,41
	лимиты, мкм	45 - 117	20 - 101	51 - 116
	С v, %	27,40	25,40	26,05
Прорастание пыльцы (5-й день)	среднее, %	80,00±4,010	65,94±6,890	85,60±2,279
	лимиты, %	48,40 - 93,20	5,00 - 97,00	57,22 - 100
	С v, %	18,08	43,08	11,92
Длина пыльцевой трубки на 5-й день	среднее, мкм	157,5±11,03	148,24±15,06	172,2±9,83
	лимиты, мкм	119 - 246	60 - 280	99 - 248
	С v, %	25,24	41,90	25,50

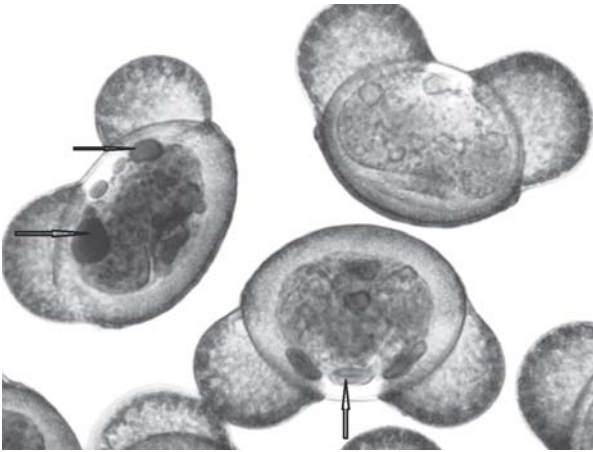


Рис. 4. Пыльцевые зерна сосны после окраски ацетокармином и суданом В. Стрелками указаны липиды

вой трубки и ее длина является показателем полноценности и конкурентоспособности пыльцы, ее способности использовать внутренние резервные питательные и энергетические вещества, необходимые при прорастании пыльцы, а также вещества тканей семязпочки (рис. 6). Длина пыльцевой трубки при прорастании пыльцы на питательных средах считается важнейшим признаком при изучении ответных реакций мужской генеративной системы в экстремальных условиях [1, 4, 5, 7, 8].

Настоящим исследованием было установлено, что большими значениями показателей прорастания пыльцы и роста пыльцевых трубок на искусственной питательной среде характеризуется пыльца фоновых древостоев, меньшими — пыльца ППП 1 (см. таблицу).

Многими работами было показано, что жизнеспособность пыльцы коррелирует с содержанием физиологически активных соединений и запасных веществ. Отсутствие или недостаточное количество крахмала, белка, аминокислот, жира в пыльце рассматривают как фактор стерильности пыльцы; в то же время высокое содержание жира и фенольных соединений в пыльце хвойных связывают с ее низкой жизнеспособностью [7]. Проведенное нами исследование не позволяет однозначно говорить о положительном либо негативном значении накопления запасных веществ в пыльце для ее прорастания. Так, для ППП К коэффициент корреляции между содержанием липидов в зрелой пыльце с ее всхожестью

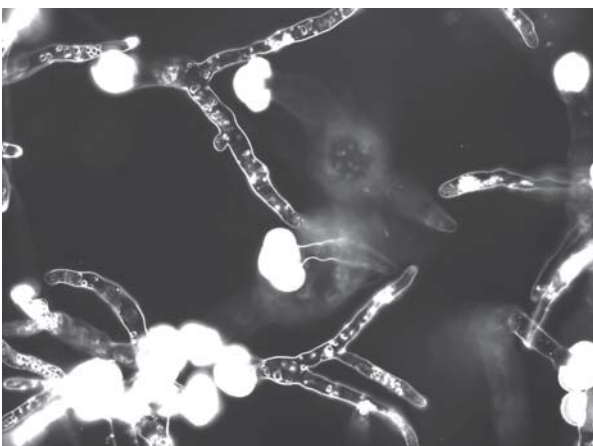


Рис. 6. Прорастание пыльцы и формирование пыльцевых трубок на искусственной питательной среде. Метод темного поля. Окраска ацетокармином. Объектив $\times 20$

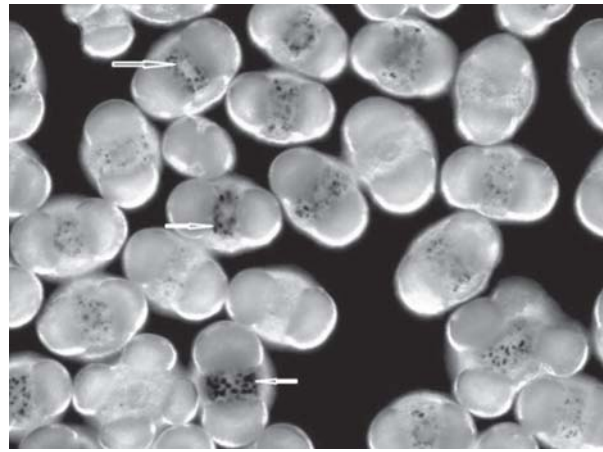


Рис. 5. Пыльцевые зерна после окраски реактивом Люголя. Метод темного поля. Стрелками указаны крахмальные зерна

$rg = 0.119$, с длиной пыльцевой трубки на 5-й день $rl = 0.343$. Для древостоев в зонах техногенного загрязнения выявлена иная структура связей: для ППП 1 $rg = 0.323$, $rl = 0.378$; для ППП 5: $rg = 0.442$, $rl = 0.248$. Возможно, накопление липидов в пыльце деревьев в условиях сильного техногенного воздействия является одним из факторов или проявлений адаптации растений к условиям существования.

Таким образом, деревья импактной зоны СУМ-3а, подверженные сильному техногенному воздействию, характеризуются относительно более высокими значениями изучаемых параметров мужской генеративной системы, по сравнению с деревьями импактной зоны ПКЗ, где уровень техногенной нагрузки значительно ниже. Для пыльцы ППП 1 выявлен наиболее высокий уровень индивидуальной изменчивости по большинству изучаемых показателей, что свидетельствует о значительной генетической гетерогенности и существенных различиях в адаптивной способности особей сосны. Древостои сосны из фоновых условий характеризуются большими значениями морфометрических показателей, а также фертильностью пыльцы и роста пыльцевой трубки, по сравнению с древостоями из зон техногенного загрязнения. Количественные параметры мужской генеративной системы (число микростробилов в мужской шишке, длина мужской шишки, число деревьев, формирующих микростробилы) находятся в прямо пропорциональной зависимости от уровня техногенного загрязнения среды. Такая взаимосвязь установлена как для магнетитового загрязнения, так и для загрязнения фторидами и тяжелыми металлами.

Следует отметить, что изучаемые древостои различаются по структуре, а именно: по полноте и доле деревьев, имеющих мужской ярус кроны и ежегодно формирующих мужские шишки. На ППП К и ППП 1 доля таких деревьев составляла 80—90 %, на ППП 5 — 25—30 %, на ОУ 2-1 — 20 %. В древостое импактной зоны СУМ3а преобладают вегетирующие с измененной морфологией кроны (стелющиеся, плакучие и др.) деревья сосны с малыми приростами, короткой хвоей. Число репродуктивных особей сосны на ППП 5 значительно меньше, чем в зоне сильного загрязнения ПКЗ и фоновых условиях. Вероятно, в зоне сильного загрязнения выбросами СУМ3а в стадию репродукции всту-

пают только деревья, характеризующиеся определенной устойчивостью к действию загрязнителей. Этот феномен мы рассматриваем как один из путей освобождения популяции от нежизнеспособных в данных условиях произрастания генотипов.

Исследование структурных и функциональных показателей пыльцы и пыльцевых трубок хвойных растений актуально, как с точки зрения теоретической — для понимания механизмов повреждения и процессов адаптации растений в условиях техногенеза, так и практической — для определения потенциальной способности деревьев из зон загрязнения к формированию полноценного потомства, решения проблем биомониторинга, снижения ущерба лесным биогеоценозам.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ-Урал, проект № 10-04-96028-р-урал-а «Исследование закономерностей текущего и накопленного воздействия в лесных экосистемах Урала».

Литература

1. Бажина Е. В. Половая репродукция пихты сибирской в нарушенных лесных экосистемах бассейна озера Байкал: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Красноярск, 1996. 21 с.
2. Бессонова В. П. Состояние пыльцы как показатель загрязнения среды тяжелыми металлами // Экология, 1992. № 4. С. 45—50.
3. Дзюба О. Ф. Морфология пыльцевого зерна и оценка состояния окружающей среды настоящего и исторического прошлого Земли // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2004. Т. 109. Вып. 1. С. 56—61.
4. Махнева С. Г., Бабушкина Л. Г., Зуева Г. В. Состояние мужской генеративной сферы сосны обыкновенной при техногенном загрязнении среды. Екатеринбург: УГЛТА, 2003. 154 с.
5. Осколков В. А. Состояние репродуктивного процесса сосны обыкновенной в условиях промышленного загрязнения лесов Верхнего Приангарья: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Красноярск, 1998. 23 с.
6. Паушева З. П. Практикум по цитологии растений. М.: Колос, 1970. 255 с.
7. Третьякова И. Н. Эмбриология хвойных. Новосибирск: Наука, 1990. 157 с.
8. Третьякова И. Н., Зубарева О. Н., Бажина Е. В. Влияние загрязнения среды окислами серы на морфоструктуру кроны, генеративную сферу и жизнеспособность пыльцы пихты сибирской в Байкальском регионе // Экология, 1996. № 1. С. 17—23.

СУБФОССИЛЬНЫЕ СПОРОВО-ПЫЛЬЦЕВЫЕ КОМПЛЕКСЫ ДОЛИН РЕК ПАРТИЗАНСКАЯ, КИЕВКА И АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ИХ ФОРМИРОВАНИЕ (ЮЖНОЕ ПРИМОРЬЕ)

Л. М. Мохова

Тихоокеанский институт географии, Владивосток; Ludmila-mokhova@list.ru

Ограниченное антропогенное воздействие на природу вносит значительные коррективы в формирование состава субфоссильных СПС. Увеличение количества пыльцевых зерен культурных злаков в СПС 2003—2004 гг. связано с значительным увеличением площадей посева кукурузы, гаюлана и др.

Состав спорово-пыльцевых проб — источник ценнейшей информации, характеризующей ландшафтно-геоботаническую ситуацию исследуемого района. Вопрос о теоретическом обосновании методов интерпретации спорово-пыльцевого анализа является одним из важнейших. Этот вопрос в литературе достаточно хорошо разработан. Основы применения спорово-пыльцевого метода для стратиграфических и палеографических целей применяется достаточно успешно. Однако региональные особенности формирования спорово-пыльцевых комплексов столь значительны, что в каждом конкретном случае требуется выяснение формирования зональной структуры комплексов и их зависимость от местных условий миграции, растительных зон, макро- и микроклимата, денудации, продуктивности цветения растений, транзита и фоссилизации растительных детритов и особенности формирования осадков. Исследуемому району был посвящен ряд работ [1—4].

Изучение современных спорово-пыльцевых спектров (СПС) в различных гипсометрических зонах бассейнов рек Партизанская и Киевка [3, 4] показало достаточно высокую степень их адекватности существую-

щим вертикальным ландшафтно-климатическим поясам. В то же время, изучение субфоссильных проб показывает, что в современных СПС встречается как пыльца и споры растений, произрастающих в районе исследований, так и пыльца растений в данное время не растущих на исследуемой территории.

Важнейшей особенностью Приморского края является положение его на краю огромного материка Азии, сильно охлаждающегося зимой и прогревающегося летом, в непосредственной близости Тихого океана и его окраинных морей. Влияние океана и муссонный климат обусловили своеобразие растительного покрова этой территории, расположенной между северной бореальной зоной и северной подзоной субтропиков. Это особая флористическая область, резко отличающаяся от остальных областей России. Характерной чертой растительного покрова юга Дальнего Востока является проявление широтной зональности и вертикальной поясности. Это обусловлено большой протяженностью края с юга на север (около 900 км) и горным характером рельефа.

Был проведен палинологический анализ проб из речных, старичных, пойменных (наилки) и почвенных

фаций, отобранных в различных высотных-ландшафтно-климатических поясах в периоды с интервалом примерно 20 лет. Район исследований включает пояс широколиственных лесов (высота 0–400 м), кедрово-широколиственных (400–700 м) и кедрово-елово-широколиственных (700–900 м).

Анализ СПС русловых, старичных, пойменных и почвенных фаций, отобранных в 80-е гг. прошлого столетия, отвечает развитию в бассейнах рек Партизанская и Киевка кедрово-вопихтово-еловых лесов и слабо отражает существующую вертикально-ландшафтную поясность. Трудно выделить ландшафтные пояса, такие, как широколиственные и кедрово-широколиственные. Несмотря на то, что пробы отбирались на разных высотах и в разных растительных поясах, в СПС преобладает пыльца хвойных растений, сумма пыльцы *Picea* sect. *Omorica* и *Picea* sect. *Eupicea* в некоторых пробах достигает 60 %, *Pinus s/g Haploxyton* — более 30 %, пыльца *Abies* до 5 %. *Pinus s/g Diploxyton* отмечается единично. Даже в пробах, отобранных в поясе широколиственных лесов, доля пыльцы самих широколиственных не превышает 10 %. Только вблизи устьев рек их содержание поднимается от 28 до 40 %. СПС из фаций верхнего и нижнего течений резко отличаются по составу, хотя соотношения внутри групп пыльцы и спор сохраняются. В верховьях доминирует пыльца древесной растительности при почти полном отсутствии пыльцы трав и небольшом количестве спор. В спектрах доминирует пыльца темнохвойных пород — до 91 %, *Pinus s/g Haploxyton* — до 3 %, *Betula* до 6 %. Состав СПС нижнего течения отличается большим разнообразием таксонов. Доминирует пыльца *Quercus*, *Betula*, *Juglans*. Пыльца хвойных пород занимает незначительное место, среди которых преобладает *Pinus s/g Haploxyton* — до 9 %. Увеличивается количество пыльцы трав и спор.

Состав СПС русловых, старичных, пойменных и почвенных фаций, отобранных в 2003–2004 гг., существенно отличается от СПС, отобранных ранее. Во всех СПС различных фаций верхних и нижних течений появляется пыльца *Pinus s/g Diploxyton*. В СПС из проб, отобранных в зоне кедрово-елово-широколиственных лесов, доля пыльцы *Pinus s/g Diploxyton* увеличивается с единичных пыльцевых зерен до 10–15 %. Особенно большое количество пыльцы *Pinus s/g Diploxyton* встречается в СПС из зоны широколиственных лесов (в почвенных фациях обнаружено от 250 до 700 пыльцевых зерен), тогда как количество пыльцы *Pinus s/g Haploxyton* не превышает 200 пыльцевых зерен. Отбор почвенных проб был проведен в 5 км от искусственных насажде-

ний сосен (~2 га), достигших репродуктивной зрелости (~25 лет).

В СПС русловых наилок, отобранных в 3 км от насаждений, доминирует пыльца *Pinus s/g Haploxyton* (до 300 пыльцевых зерен), на долю *Pinus s/g Diploxyton* приходится от 60 до 120 пыльцевых зерен. В 80-х годах прошлого столетия пыльца *Pinus s/g Diploxyton* встречалась единично.

СПС из наилок небольшой безымянной речки, протекающей в 40 м от искусственных насаждений сосны, содержит до 1400 пыльцевых зерен *Pinus s/g Diploxyton* и около 450 *Pinus s/g Haploxyton*. В СПС, полученных из наилок, отобранных при впадении безымянной речки в р. Партизанскую (примерно в 8 км от насаждений), количество пыльцы *Pinus s/g Diploxyton* уменьшается до 350 пыльцевых зерен, и, соответственно, уменьшается количество пыльцы *Pinus s/g Haploxyton* — до 150 зерен.

Необходимо отметить увеличение количества пыльцевых зерен культурных злаков в СПС 2003–2004 гг. Это связано с хозяйственной деятельностью человека — увеличением площадей посева кукурузы, гаюляна и др.

В остальной составы СПС 80-х гг. прошлого столетия и 2003–2004 гг. существенно не отличаются. Таким образом, незначительное (около 2 га искусственных насаждений) антропогенное воздействие вносит значительные коррективы в формирование состава субфосильных СПС, которое необходимо учитывать при интерпретации палеопалиноспектров.

Литература

1. Васильковский А. П. Споры-пыльцевые спектры современных растительных сообществ Северо-Востока СССР и их значение для восстановления четвертичной растительности // Материалы по геол. и полезн. ископ. Северо-Востока СССР. Магадан, 1957. Вып. 11. С. 169–173.
2. Карташова Г. Г. Споры-пыльцевые спектры современности отложений в бассейне р. Олы (северное побережье Охотского моря) // Споры-пыльцевой анализ при геоморфологических исследованиях. М.: МГУ, 1971. С. 90–106.
3. Короткий А. М., Караулова Л. П., Пушкарь В. С. Климат и колебания вертикальных ландшафтных зон Сихотэ-Алиня в голоцене // Геоморфология и четвертичная геология Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1976. С. 112–129.
4. Короткий А. М. Географические аспекты формирования споры-пыльцевых комплексов (юг Дальнего Востока). Владивосток: Дальнаука, 2002. 271 с.

АЭРОПАЛИНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ

Г. И. Ненашева, Н. В. Репин, К. Н. Репина

Алтайский государственный университет, Барнаул; *ngi_geo@mail.ru; ni_kl@mail.ru; repina-kl@mail.ru*

Специфика аэроаллергенной обстановки Алтайского края заключается в исключительном разнообразии таксономического состава аллергенных растений и продолжительном периоде их пыления. К основным аллергенным таксонам можно отнести березу, злаки и полынь. Даты начала продуцирования пыльцы на территории края относительно г. Барнаула могут отличаться на 2–4 дня. Высокая аллергенная опасность наблюдается в степной части края.

В столице Алтайского края, г. Барнауле, с апреля 2004 г. проводится аэропалинологический мониторинг, целью которого является исследование качественного и количественного состава аллергенной пыльцы растений и спор грибов в воздухе города. За семь пыльцевых сезонов нами собран значительный фактический материал, позволяющий проводить прогноз аэроаллергенной ситуации в городе. Нами поставлена задача осуществления пыльцевого прогноза для всей территории Алтайского края.

Для решения поставленной задачи нами предложено использование дистанционных методов исследования. Наиболее эффективен в этом случае геоинформационный анализ растительности с последующим картографированием аллергенной ситуации территории края. В основу были взяты карты растительности, ландшафтная и климатические карты.

Специфика аэроаллергенной обстановки края заключается в исключительном разнообразии таксономического состава аллергенных растений и продолжительном периоде их пыления, обусловленных зональной, а зональной, высотной и хозяйственной неоднородностью территории края. Растительный покров края складывается из пяти основных типов растительности: степей, лесов, лугов, болот, тундр. На построенных картах отображается распространение некоторых аллергенных растений в Алтайском крае (рис. 1, 2). На них показан фактически существующий растительный покров, включающий коренные растительные сообщества.

Широко распространены в крае злаки. Полынь произрастает в степной области края, но также встречается по поймам рек, берегам озер, в среднегорном поясе Алтайских гор. Маревые встречается чаще в степной части края по поймам рек и берегам озер. Из деревьев наиболее распространена в крае береза. Сосновые и ивовые

также встречаются, но реже, нежели береза. Береза произрастает практически повсеместно, с преобладанием в лесостепной части края. Сосновые распространены в горной части, в долинах Оби, Барнаулки, Касмалы и других малых рек, на юго-западе края. Ивовые приурочены к поймам рек, встречаются в виде колков в степи и лесостепи, а также на Салаире. На основании построенных карт можно сказать, что такое распространение аллергенных таксонов обусловило высокую аллергенную опасность в степной части края. Помимо естественной растительности, в крае в настоящее время широко распространены культурные насаждения — лесополосы, парки и сады.

При осуществлении пыльцевого прогноза необходимо учитывать и местные климатические условия. Для территории Алтайского края характерен разнообразный термический режим и сложное распределение атмосферных осадков. В равнинных степных районах очень велико количество солнечных дней, в предгорьях и горах солнечных дней становится меньше из-за увеличения облачности, как следствие изменяется и концентрация пыльцевых зерен растений в воздухе.

При прогнозировании дат начала пыления растений Алтайского края, мы опирались на сумму эффективных температур на начало пыления растений по г. Барнаулу. Даты начала продуцирования пыльцы на территории края относительно города (рис. 3) могут отличаться на 2–4 дня. Максимальная разница отмечена в степной части края, где пыление начинается значительно раньше, чем в столице края [3].

В течение весенне-летнего сезона выделяется три волны пыления. Начало первой волны связано с пылением ивы, тополя, клена и березы. С середины мая отмечается пыление сосны и вяза. Второй период приходится на июнь — первую половину июля и характери-

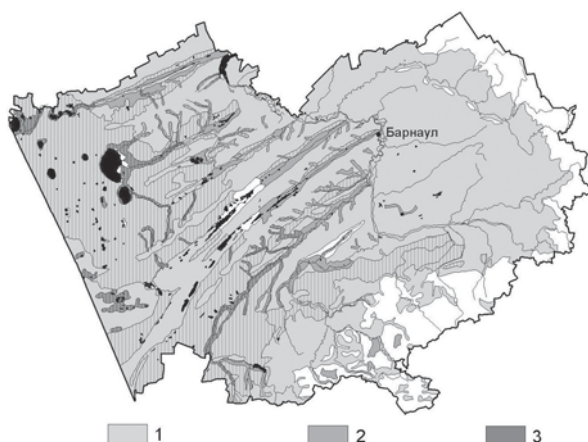


Рис. 1. Распространение злаков (1), полыни (2) и маревых (3) на территории Алтайского края

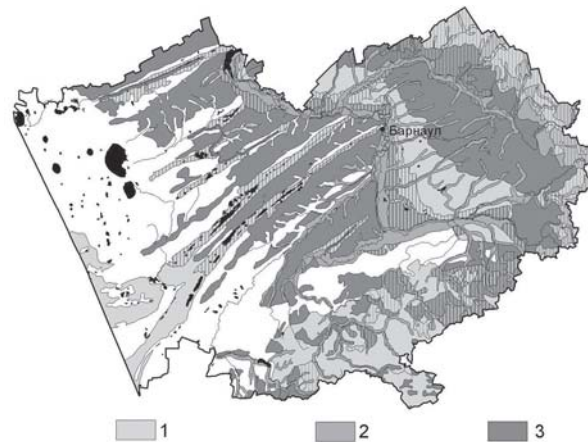


Рис. 2. Распространение сосны (1), ивы (2) и березы (3) на территории Алтайского края

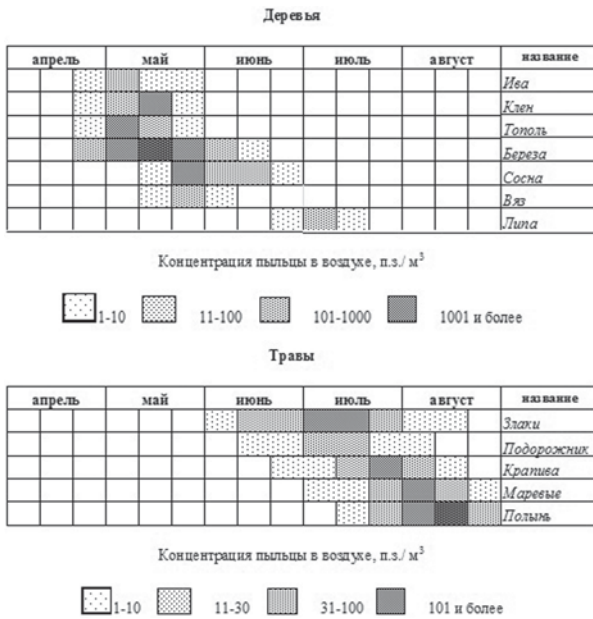


Рис. 3. Усредненный подекадный календарь пыления аллергенных растений г. Барнаула по материалам наблюдений за 2004–2010 гг.

зуется наличием в воздухе пыльцы сосны и злаков. Начинается пыление липы. Третий период пыления связан с пылением маревых, крапивы, подорожника, полыни и щавеля. К концу лета суммарная концентрация пыльцы снижается, при благоприятных метеорологических условиях пыление некоторых таксонов продолжается и в сентябре, но нами оно не учитывается, т.к. не вызывает массовой аллергической реакции у населения [1].

Значительное количество пыльцы аллергенных растений способно вызвать дискомфорт в проживании на определенной территории людей, страдающих поллинозом. Комфортность территории – это субъективное чувство и объективное состояние полного здоровья при данных условиях окружающей человека среды. Выделяют зону комфорта – это оптимальное для организма человека сочетание температуры, влажности, скорости движения воздуха и воздействия лучистого тепла. В случае же с аллергенной пыльцой растений – это та ее концентрация, при которой человек не ощущает аллергенного воздействия на свой организм. Обычно это происходит при относительной влажности воздуха более 50 %, температуре воздуха ниже 20 °С, скорости ветра менее 0.2 м/с, пониженном атмосферном давлении и распространенности на территории аллергенных растений.

С учетом выше перечисленных условий, нами предложена карта–схема районирования Алтайского края по степени комфортности аэроаллергенной обстановки (рис. 4). Так, в сухостепной и засушливо-степной под-



Рис. 4. Комфортность аэроаллергенной обстановки в Алтайском крае

зонах Западно-Сибирской равнины наиболее опасная аэроаллергенная обстановка, дискомфортная – в умеренно-засушливо-степной и южно-лесостепной подзонах Западно-Сибирской равнины, удовлетворительная – в средне- и северо-лесостепных подзонах и низкогорном поясе Алтайских гор. Комфортная аэроаллергенная обстановка наблюдается в остальных поясах Алтайских гор и Салаирского кряжа. В результате мы получили, что наиболее алергокомфортны горные территории, чем равнинные [2].

Учитывая результаты зонирования по алергокомфортности территории и календарь пыления аллергенных растений, каждый человек, страдающий поллинозом, может приблизительно определить свой «родной» аллерген, скорректировать терапию и планировать, например, отпуск и место отдыха на территории Алтайского края.

Литература

1. Ненашева Г. И. Аэропалинологические наблюдения и поллинозы на примере города Барнаула // География и природопользование Сибири. Барнаул: Алт. ун-т, 2004. Вып. 7. С. 166–172.
2. Ненашева Г. И., Репин Н. В., Репина К. Н. Опыт аэропалинологических исследований воздушной среды // География и природопользование Сибири. Барнаул: Алт. ун-т, 2009. Вып. 11. С. 183–188.
3. Ненашева Г. И., Репина К. Н. Пыльца аллергенных растений в воздушном бассейне над г. Барнаулом // Экология России на пути к инновациям: Астрахань: Астраханский гос. ун-т, 2009. С. 112–115.

Годовое выпадение спорово-пыльцевого дождя в восточно-сибирской Арктике в период 2002–2009 годы (по данным спорово-пыльцевых ловушек)

Е. Ю. Павлова¹, М. В. Дорожкина¹, В. В. Питулько²

¹ Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург; *pavloval@rambler.ru*, *dorozhckina.mary@yandex.ru*

² Институт истории материальной культуры РАН, Санкт-Петербург; *pitulkov@rambler.ru*

На протяжении 2002–2009 гг. в пределах трёх подзон тундровой зоны Восточно-Сибирской Арктики велись наблюдения за ежегодным выпадением спорово-пыльцевого дождя. На основании анализа 25 годовых палиноспектров, полученных по пяти спорово-пыльцевым ловушкам, установлено, что годовые спектры формируются за счёт дальнезаносной пыльцы древесных и кустарниковых и пыльцы и спор местных растений. Вклад дальнезаносной пыльцы наиболее существенным является в районах высокоширотной Арктики. К югу её роль заметно снижается. Пыльца трав и споры являются местными и в достаточной степени отражают характер местного растительного покрова в подзоне северных гипоарктических тундр и на границе подзоны южных гипоарктических тундр и предтундровых редколесий. В подзоне высокоарктических тундр не все произрастающие виды даже в рангах семейств получают адекватное отражение в годовом спектре. Годовое выпадение пыльцы зависит не только от локальных условий развития растительности, но и от внешних факторов, таких как ветровой режим, экстремальные половодья, занос пыльцы различными представителями фауны.

Данные о годовом выпадении спорово-пыльцевого дождя получены по материалам спорово-пыльцевых ловушек, установленных в трёх регионах Восточно-Сибирской Арктики: Новосибирские острова, дельта р. Лена, запад Яно-Инди́гирской низменности (нижнее течение р. Яна) (см. таблицу). Спорово-пыльцевые ловушки (СПЛ) на Новосибирских островах и в нижнем течении р. Яна были установлены в ходе экспедиции «Высокоширотная Арктика: природа и человек» (проект «Жохов-2000»). Наблюдения за выпадением спорово-пыльцевого дождя в дельте р. Лена были продолжены по материалам ловушек, установленных в ходе российско-германских экспедиций «Лена-1998–2000» [7], и впоследствии возобновляемым благодаря содействию В. И. Позднякова (биологическая станция «Лена-Норденшельд»), сотрудников Государственного заповедника «Усть-Ленский», участников экспедиций «Лена-2009–2010», за что авторы выражают им искреннюю благодарность. Следует отметить, что в связи с труднодоступностью исследуемых регионов не всегда удавалось достигнуть непрерывности наблюдений.

Установка ловушек, обработка их содержимого и анализ результатов были проведены в соответствии с методическими указаниями European Pollen Monitoring Programme [6]. Ловушки устанавливались сроком на

год и ежегодно возобновлялись. Обработка содержимого ловушек включала в себя фильтрацию через специальные обеззоленные фильтры и последующий ацетализ. Для вычисления концентрации пыльцевых зёрен, выпавших на единицу площади в год перед обработкой, в каждую СПЛ было добавлено по одной таблетке *Lycopodium*. Концентрация выпавшей пыльцы в год выражается в количестве зёрен на $\text{см}^{-2}/\text{год}^{-1}$, подсчитанная как количество пыльцы, содержащейся в ловушке, отнесённое к добавленному и подсчитанному числу спор *Lycopodium* и к единице площади. Доля каждого пыльцевого и спорового таксона, участвующего в спектре, подсчитана в процентах от общей суммы встреченных зёрен пыльцы и спор.

Согласно ботанико-географическому районированию СПЛ расположены в трёх подзонах тундровой зоны Восточно-Сибирской Арктики [5]. СПЛ Новосибирских островов находятся в подзоне высокоарктических тундр: СПЛ ЗНKH-1 на о. Жохова — в полосе приледниковых гумидных высокоарктических тундр, СПЛ ZB-1 на о. Земля Бунге — в полосе внеледниковых высокоарктических тундр. Ловушки дельты р. Лена (L-3 и L-Gus-1) находятся в подзоне северных гипоарктических тундр. Ловушка Ya-1 расположена в нижнем течении р. Яна на границе подзоны южных гипоарктических тундр и предтундровых редколесий. Анализ содер-

№ пп	Регион	Местоположение	Название СПЛ	Координаты	Абс. выс., м нум	Годы наблюдений
1	Новосибирские острова	О. Жохова	ЗНKH-1	76° 06' 20.3" N 152° 42' 42.2" E	11.6	2002—2004
2		О. Земля Бунге	ZB-1	74° 52' 53.3" N. 142° 06' 43.1" E	8	2004—2005
3	Дельта р. Лена	Гусинка (о. Куогастах-Арыта, пр. Оленёкская)	L-Gus-1	72° 29' 15" N 125° 19' 20" E	12.5	2002—2009
4		о. Самойловский (пр. Оленёкская)	L-3	72° 22' 43" N. 126° 31' 08" E	12.5	2002—2009
5	Запад Яно-Инди́гирской низменности	р. Яна (нижнее течение)	Ya-1	70°43'23.1" N. 135°25'41.7" E	23	2004—2009

жимого СПЛ, расположенных в различных подзонах тундровой зоны Восточно-Сибирской Арктики, позволяет сделать несколько основных выводов.

Годовое выпадение пыльцевого дождя закономерно является минимальным в подзоне высокоарктических тундр. На о. Жохова общая концентрация выпавших пыльцы и спор в период 2002–04 гг. менялась в пределах 119–458 зёрен на $\text{см}^{-2}/\text{год}^{-1}$, на о. Земля Бунге в период 2004–05 гг. — 112–1689 зёрен на $\text{см}^{-2}/\text{год}^{-1}$. Основной процент выпавшей пыльцы приходится на дальнезаносную пыльцу древесных и кустарниковых растений, отсутствующих в данном регионе. Концентрация дальнезаносной пыльцы (*Pinus s/g Haploxyylon*, *Betula sect. Nanae*, *Alnus sp.*, *Alnus fruticosa*) в ловушках ЗНKH-1 и ZB-1 изменяется: для о. Жохова от 80 до 127 зёрен на $\text{см}^{-2}/\text{год}^{-1}$, составляя 28–67 % от общей суммы зёрен; для о. Земля Бунге — от 68 до 1270 зёрен на $\text{см}^{-2}/\text{год}^{-1}$, составляя 61–75 % от общей суммы зёрен. Один раз в СПЛ ZB-1 встречена пыльца *Picea* и *Betula sect. Albae* в концентрации 1 и 25 зёрен на $\text{см}^{-2}/\text{год}^{-1}$ соответственно.

Пыльца трав в СПЛ ЗНKH-1 и ZB-1 является преимущественно местной и представлена Сурегасеае, Роасеае, *Artemisia*, *Aster* type, Caryophyllaceae, Scrophulariaceae, Saxifragaceae. Позиции содоминантов в палиноспектрах о. Жохова из года в год меняются (2002 г. — Сурегасеае-Роасеае; 2003 г. — *Artemisia*—Сурегасеае; 2004 г. — Caryophyllaceae — *Artemisia*), что зависит от условий вегетации в отдельно взятый сезон. В годовых палиноспектрах ZB-1 доминантом среди травянистых являлась пыльца Сурегасеае. Результаты обработки содержимого СПЛ ЗНKH-1 показали отсутствие в годовом спорово-пыльцевом спектре пыльцы Brassicaceae и Papaveraceae, в то время как на о. Жохова произрастают *Draba alpine*, *D. oblongata*, *Cardamine bellidifolia*, *Cochlearia groenlandica*, *Papaver polare* [4]. По всей вероятности, в связи с разреженностью растительного покрова и низкой пыльцевой продуктивностью этих видов в годы пробоотбора их присутствие не получило своего отражения в палиноспектре. Процентное соотношение споровых растений для СПЛ ЗНKH-1 и ZB-1 составило 7–18 % при концентрации 20.5–82 зерна на $\text{см}^{-2}/\text{год}^{-1}$ и 13–123 зерна на $\text{см}^{-2}/\text{год}^{-1}$, соответственно, при абсолютном доминировании *Bryales*.

Данные СПЛ ЗНKH-1 и ZB-1 подтвердили вывод о том, что пыльцевой спектр в высокоширотных районах Арктики формируется за счёт дальнезаносной и местной пыльцы [1–3]. В годовых палиноспектрах о. Жохова и о. Земля Бунге доля и концентрация заносной пыльцы часто существенно превышает местную, при этом не все произрастающие виды даже в рангах семейств получают адекватное отражение в годовом спектре. Процентное соотношение спор в годовом спорово-пыльцевом спектре заметно ниже видимого присутствия спорных в растительном покрове.

В подзоне северных гипоарктических тундр дельты р. Лена годовые спорово-пыльцевые спектры формируются за счёт дальнезаносной пыльцы древесных и кустарниковых растений, пыльцы местных кустарников, кустарничков и трав и спор. Общая концентрация пыльцы и спор в течение 2002–2009 гг. для СПЛ L-3 изме-

нялась от 1323 до 140846 зёрен на $\text{см}^{-2}/\text{год}^{-1}$, для L-Gus-1 — от 2237 до 60604 зёрен на $\text{см}^{-2}/\text{год}^{-1}$.

Дальнезаносная пыльца в СПЛ L-3 и L-Gus-1 представлена *Larix*, *Picea*, *Pinus s/g Haploxyylon*, *Pinus sp.*, *Betula sect. Albae*, *Alnus sp.*, *Alnus fruticosa*, *Tilia sp.*, отсутствующих в дельте р. Лена. В содержимом ловушки L-Gus-1 в 2006–2008 гг. была встречена дальнезаносная пыльца *Ulmus sp.*, *Acer sp.*, *Quercus sp.*, *Carpinus sp.*, *Corylus avellana*. Местная пыльца кустарников *Betula sect. Nanae* и *Salix sp.* в различных соотношениях получила отражение в годовых палиноспектрах. Процентное соотношение дальнезаносной пыльцы к местной из года в год менялось для СПЛ L-3 — от 2 до 43 %, для L-Gus-1 — от 1 до 45 %. Концентрация дальнезаносной пыльцы составляла для L-3 — 48–34256 зёрен на $\text{см}^{-2}/\text{год}^{-1}$, для L-Gus-1 — 232–5463 зёрен на $\text{см}^{-2}/\text{год}^{-1}$. Максимальные значения процентного содержания и концентрации дальнезаносной пыльцы связаны с воздействием внешних факторов, а именно, с экстремальными весенними половодьями, в отдельные годы заливающими высокую пойму, на поверхности которой расположены ловушки L-3 и L-Gus-1. Взаимосвязь распределения дальнезаносной пыльцы и ветрового режима для дельты р. Лена была рассмотрена ранее [8].

Годовое процентное соотношение и концентрация пыльцы трав (включая кустарнички) на протяжении 2002–2009 гг. менялись в следующих пределах: для L-3 — 35–80 % и 465–70332 зёрен на $\text{см}^{-2}/\text{год}^{-1}$, для L-Gus-1 — 29–97 % и 1324–58852 зёрен на $\text{см}^{-2}/\text{год}^{-1}$, соответственно. Полученные значения содержания пыльцы трав в СПЛ L-3 и L-Gus-1 во многом зависят от воздействия внешних факторов — попадания речной воды во время половодий и залёта насекомых в ловушки. Так, высокая концентрация Fabaceae (51601 и 8311 зёрен на $\text{см}^{-2}/\text{год}^{-1}$) в СПЛ L-Gus-1 в 2005 и 2008 гг. без сомнения связана с находками *Bombus* (шмели) в содержимом ловушек в эти годы.

Если сравнить данные ловушек, не подвергавшихся воздействию внешних факторов (для СПЛ L-3 — это 2003, 2004, 2006, 2008 гг., для L-Gus-1 — это 2007 и 2009 гг.), то можно оценить среднюю концентрацию годового выпадения пыльцы трав в пределах центральной и юго-западной частей дельты р. Лена как 960–1324 зёрен на $\text{см}^{-2}/\text{год}^{-1}$. Низкая пыльцевая продуктивность трав характерна для о. Самойловский в 2003 г. — 465 зёрен на $\text{см}^{-2}/\text{год}^{-1}$, а высокая наблюдалась в 2006 г. — 2676 зёрен на $\text{см}^{-2}/\text{год}^{-1}$ при небольшом разнообразии определений. Для Гусинки отмечается высокая пыльцевая продуктивность трав в 2009 г. — 2479 зёрен на $\text{см}^{-2}/\text{год}^{-1}$. Годовые палиноспектры ловушек, не подвергавшихся воздействию внешних факторов, вполне адекватно отражают разнообразие местной травянистой растительности, пыльца которой представлена в основном растениями семейств Сурегасеае, Роасеае, Brassicaceae, *Artemisia*, Scrophulariaceae, Fabaceae, Saxifragaceae, Caryophyllaceae. Доминантом в палиноспектре трав часто является Сурегасеае, а в отдельные годы это место занимает Brassicaceae. Процентное содержание спор в годовых спорово-пыльцевых спектрах из дельты р. Лена изменяется от 1 до 21 % и концентрации 107–21208 зёрен

на $\text{см}^{-2}/\text{год}^{-1}$. Споры представлены *Equisetum*, *Polypodiaceae*, *Botrychium*, *Selaginella sibirica*, *Huperzia selago*, *Lycopodium pungens*, *Bryales*, *Sphagnum* в различных соотношениях от года к году при абсолютном доминировании *Bryales*.

Общая концентрация пыльцы и спор для дельты р. Лена по данным L-3 и L-Gus-1 в те годы, когда ловушки не подвергались воздействию экстремальных внешних факторов (половодья, насекомые), составила 1323–4481 зёрен на $\text{см}^{-2}/\text{год}^{-1}$ и 2237–4033 зёрен на $\text{см}^{-2}/\text{год}^{-1}$, соответственно. Пыльцевая продуктивность и разнообразие местной пыльцы определяются условиями вегетации и зависят от климатических характеристик местности во время каждого сезона. По данным СПЛ из дельты р. Лена наиболее благоприятные условия для развития местной растительности были отмечены в 2006 и 2009 гг.

На границе подзоны южных гипоарктических тундр и предтундровых редколесий годовые спорово-пыльцевые спектры СПЛ Ya-1 достаточно хорошо отражают характер местной растительности. За период наблюдений 2004–2009 гг. общая концентрация пыльцы и спор в годовых спектрах менялась от 2344 до 6610 зёрен на $\text{см}^{-2}/\text{год}^{-1}$. Процентное соотношение пыльцы древесных и кустарников составляло 29–67 %, пыльцы трав и кустарничковых – 24–58 %, спор – 7–23 %.

Влияние дальнезаносной пыльцы (*Picea*, *Pinus* s/g *Haploxyton*, *Pinus* sp., *Juniperus communis*, *Betula* sect. *Albae*, *Tilia* sp., *Ulmus* sp., *Populus* sp.) на палиноспектр весьма незначительно (2–15% от общей суммы пыльцы и спор при концентрации 78–363 зёрен на $\text{см}^{-2}/\text{год}^{-1}$). Содержание пыльцы местных кустарников (*Betula* sect. *Nanae*, *Alnus* sp., *Alnus fruticosa*, *Salix* sp.) характеризуется высоким процентным соотношением (27–65 %) и концентрацией (918–3235 зёрен на $\text{см}^{-2}/\text{год}^{-1}$) при абсолютном доминировании из года в год пыльцы *Betula* sect. *Nanae*. Несмотря на произрастание в непосредственной близости от СПЛ Ya-1 *Larix cajanderi* (8 экз.), пыльца *Larix* в годовых палиноспектрах практически не получила своего отражения. Пыльца кустарничковых и трав из СПЛ Ya-1 характеризуется довольно большим разнообразием, а её концент-

рация менялась от 653 до 2046 зёрен на $\text{см}^{-2}/\text{год}^{-1}$. В роли доминанта в спектре трав всегда выступала пыльца *Сурегасеае*, содоминантами являлись *Роасеае* и *Artemisia*. Доминантом среди споровых всегда являлись споры *Bryales*. Наиболее благоприятными для местной растительности были 2007 и 2008 гг.

Данная работа является частью исследований, проводимых в рамках проекта «Жохов-2000», осуществляемого с 2000 г. при финансовой поддержке фонда Rock Foundation (Нью-Йорк, США).

Литература

1. Анисимов М. А., Москаленко И. Г. Условия формирования рецентных и субрецентных спорово-пыльцевых спектров на о-ве. Беннетта (Новосибирские острова) // Вестник СПбГУ, 2006. Сер.7. Вып. 1. С. 130–138.
2. Калугина Л. В., Малаховский Д. Б., Макеев В. М., Сафронова И. Н. Некоторые результаты палинологических исследований на архипелаге Северная Земля в связи с вопросом о переносе пыльцы и спор в высокоширотной Арктике // Известия ВГО. 1979. Вып. 111, № 4. С. 330–334.
3. Курьянова Л. А. Исследования пыльцы и спор с поверхности почвы из высокоширотных районов Арктики // Ботанический журнал. 1951. Т. 36, № 3. С. 258–269.
4. Самарский М. Б., Соколова М. В., Журбенко М. П., Афонина О. М. О флоре и растительности острова Жохова (Новосибирские острова) // Ботанический журнал. 1997. Т.82, № 4. С. 62–70.
5. Юрцев Б. А., Толмачёв А. И., Ребристая О. В. Флористическое ограничение и разделение Арктики // Арктическая флористическая область. Л.: Наука, 1978. С. 9–104.
6. Hicks S., Ammann B., Latalowa M. et al. European Pollen Monitoring Programme: Project description and guidelines. Oulu. 1996. 28 p.
7. Pavlova E. Yu., Dorozhkina M. V. Geological-geomorphological studies in the Northern Lena River Delta // Reports on Polar Research. 1999. 315. P. 112–126.
8. Savelieva L. A., Dorozhkina M. V., Pavlova E. Yu. Modern Annual Deposition and Aerial Transport in the Lena Delta // Polarforschung. 2000. 70. P. 115–122.

ПАЛИНОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКОВ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

Н. К. Панова

Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург; *natapanova@mail.ru*

Исследован ряд археологических памятников на восточном склоне Среднего Урала, расположенных на берегах и островах бывших озер, превратившихся в торфяные болота. В отложениях сапропеля и торфа, прилегающих к таким памятникам, обнаружены культурные слои эпох от мезолита до раннего железного века. По результатам палинологического анализа этих отложений установлены основные этапы и взаимосвязи изменений природной среды и развития человеческих культур в голоцене. Повсеместное заболачивание озер на рубеже энеолита и бронзы вызвало миграцию древнего населения, а ухудшение климатических условий и уменьшение природного биоразнообразия способствовало переходу от присваивающего к производящему типу его хозяйственной деятельности.

Палинологический анализ отложений археологических памятников проводился с целью реконструкции природных условий обитания древнего человека. Работа выполнялась совместно с археологами Института истории и археологии УрО РАН В. Ф. Кернер, В. Д. Викторовой, Н. М. Чаиркиной, С. Н. Погореловым, С. Н. Савченко и Института археологии РАН М. Г. Жилиным. Радиоуглеродный анализ образцов отложений и артефактов проводился Н. Г. Ерохиным в Институте экологии растений и животных УрО РАН, Л. А Орловой в Институте геологии СО РАН и Н. Е. Зарецкой в Геологическом институте РАН.

Исследовались в основном т. н. торфяниковые памятники, расположенные на берегах и островах бывших озер, ныне превратившихся в торфяные болота. Культурные слои в таких памятниках часто обнаруживаются непосредственно в отложениях торфа и сапропеля, примыкающих к береговым и островным стоянкам и поселениям древнего человека. Особенность торфяниковых памятников в том, что в них хорошо сохраняются органические остатки, в том числе изделия из дерева, рога, кости и др.

Образцы для палинологического анализа отбирались из стенок раскопов торфяно-сапропелевых отложений, содержащих культурные слои. Кроме того, с помощью ручного торфяного бура отбирался керн в ненарушенных частях торфяников, примыкающих к археологическим памятникам. Таким образом, проанализировано 11 разрезов, в том числе Карасьезерский торфяник на территории г. Екатеринбурга [4], торфяник у оз. Половинного, в 20 км к западу от Екатеринбурга [17], 4 разреза в верховьях р. Исети [3, 5, 7, 11, 18], 4 разреза на Калатинском торфомассиве, на территории г. Кирова, в 60 км к северу-северо-западу от Екатеринбурга [1, 6, 8, 9, 13], разрез стоянки Береговая 2 на Горбуновском торфянике в окрестностях г. Нижнего Тагила, примерно в 120 км к северу-северо-западу от Екатеринбурга (материалы находятся в печати).

Все торфяники расположены на восточном склоне Среднего Урала в подзоне южно-таежных сосновых лесов. В исследованных памятниках вскрыты культурные слои от мезолита до раннего железного века. Сопоставление археологических материалов с результатами палинологического и радиоуглеродного анализов позволили проследить взаимосвязи изменений природной среды и развития человеческих обществ в голоцене (см. таблицу). Установлены следующие основные этапы в

развитии озер, растительности и сменах человеческих культур (см. таблицу).

В позднеледниковье в условиях холодного и сухого климата в олиготрофных водоемах накапливались глинистые минеральные отложения; в окружающей растительности преобладали травяно-кустарниковые сообщества (польни, маревые, злаки, разнотравье, карликовая березка) в сочетании с листовичными редколесьями с елью. Археологические памятники этого времени (эпохи верхнего палеолита) на Урале приурочены в основном к пещерам и гротам [10, 12].

С потеплением в раннем голоцене елово-лиственничные редколесья сменяются лесами с преобладанием березы. В озерах поселяются водоросли, и начинается отложение сапропелей. Свидетельствами береговых стоянок эпохи мезолита являются находки артефактов в прибрежных донных песчано-глинистых отложениях и нижних слоях сапропеля [2, 14].

В среднем голоцене (эпохи неолита и начала энеолита) климатические условия были теплыми и влажными, растительность — наиболее богатой и флористически разнообразной; произрастали смешанные листовично-хвойные леса с преобладанием сосны, с примесью неморальной флоры (липы, ильма, дуба, лещины). В озерах продолжали откладываться сапропели, они были достаточно полноводными, богатыми рыбой и водоплавающей птицей. К этому времени относится наибольшее количество береговых и островных стоянок и поселений. Жизнь людей была тесно связана с водоемами. Они занимались рыболовством и охотой. О ведущей роли рыболовства в хозяйственной деятельности человека в это время свидетельствуют топография памятников, остеологический материал, специализированный инвентарь [16].

Ухудшение климатических условий в сторону похолодания и увеличения сухости на рубеже атлантического и суббореального периодов (конец эпохи энеолита) привело к обеднению состава растительности за счет выпадения элементов теплолюбивой неморальной флоры и повсеместному заболачиванию водоемов. Это заставило людей переселяться в другие, более благоприятные места обитания. Состав культурных остатков этого периода свидетельствует о преобладании охоты над рыболовством [15].

В эпохи бронзы и раннего железного века (суббореальный и субатлантический периоды голоцена) господствуют елово-сосновые и сосновые леса, многие озера

Основные этапы динамики природной среды и развития человеческих культур в голоцене на Среднем Урале

Тысяч лет назад	Период	Лито-логия	Археол. эпоха	Артефакты	Палинологический комплекс	Растительность	Бологообразовательный процесс	Климатические условия	
1	SA	Торф	Железные век	Керамика, копыта из кремня и бронзы, роговые мотыги, кости домашних животных	Преобладание сосны, меньше березы, ели, пихты, кедра; осики, злаки, разнотравье, споры сфагновых и зеленых мхов	Сосновые и березово-сосновые леса с примесью ели, режа – кедра, пихты, лиственницы	Торфяные болота	Прохладные умеренно влажные	
2									
3	SB		Бронза	Керамика, наконечники стрел, бумеранг, скребки, ножи (из кости, кремня, режа – бронзы), кости лося, бобра, медведя, лисы, зайца, косули	Доминирование сосны, увеличение количества ели, кедра, пихты, ольхи, липы; в группе трав осики, мезофитные, околоводные и болотные растения	Хвойные елово-сосновые леса с пихтой, кедром, с участием липы. ильма	Заболачивание водоемов, торфо-образование	Умеренно теплые, гумидные	
4									
5		Саронгель	Энеолит	Керамика, костяные гарпуны, наконечники стрел, каменные грузила, полавки из коры сосны и березы, деревянные весла, фрагменты лодок, кости рыб и птиц	Доминирование сосны с елью, меньше – берез, кедра, пихты; спорадически – ильм, липа, дуб, лещина, единично – граб; разнотравье, водные растения	Смешанные лиственно-хвойные леса с примесью широколиственных	Начало зарастания прибрежных частей водоемов	Теплые и влажные	
6	AT		Неолит						
7									
8	BO		Мезолит	Изделия из камня, дерева, кости, рога Каменный инвентарь	Преобладание берез, меньше сосны, ели	Березовые леса с примесью сосны, ели	Развитые водоемы	Умеренные	
9	PB				Доминирование лиственницы, меньше – ели, зеленые водоросли	Елово-лиственничные редколесья	Ефтрофикация водоемов	Умеренно холодные	
10	DR ₃	Глина				Поляны, маревые, злаки разнотравье, куст. березки	Тундро-лесо-степь	Холодные водоемы	Холодные и сухие

окончательно превращаются в торфяные болота. Артефакты свидетельствуют о зачатках производственной деятельности людей (металлургия, примитивное земледелие).

Таким образом, можно считать, что ухудшение климатических условий, обеднение флоры и фауны, заболачивание водоемов на рубеже энеолита и бронзы вызвало миграцию древнего населения и способствовало переходу от присваивающего к производящему типу его хозяйственной деятельности.

Литература

1. Жилин М. Г., Антипина Т. Г., Зарецкая Н. Е. и др. Варга 2. Раннеэнеолитическая стоянка в Среднем Зауралье (опыт комплексного анализа). Екатеринбург, 2007. 100 с.
2. Жилин М. Г., Савченко С. Н. Торфяниковые памятники мезолита и раннего неолита Зауралья: опыт и перспективы комплексного исследования // Тагильский вестник: историко-краеведческий альманах. Нижний Тагил, 2010. Вып. 6. С. 30–42.
3. Викторова В. Д., Кернер В. Ф., Панова Н. К. Горнолесное Зауралье в древности: динамика природной среды и культурно-исторические процессы // Исторический опыт взаимодействия человека и окружающей среды на Урале. Екатеринбург, 1997. С. 24–44.
4. Панова Н. К. Палинологическое исследование Карасьеозерского торфяника на Среднем Урале // Исследование лесов Урала: Материалы научных чтений, посвященных памяти Б.П. Колесникова. Екатеринбург, 1997. С. 28–31.
5. Панова Н. К. История озер и растительности в центральной части Среднего Урала в поздне- и послеледниковое время // Охранные археологические исследования на Среднем Урале. Екатеринбург, 2001. Вып. 4. С. 48–59.
6. Панова Н. К. Реконструкция природной среды в голоцене по результатам палинологического исследования археологических памятников на Среднем Урале // Этноистория и Археология Северной Евразии: теория, методология и практика исследования. Сб. научных трудов международной конференции. Иркутск: Изд-во Иркутского гос. техн. университета, 2007. С. 351–356.
7. Панова Н. К., Антипина Т. Г. К динамике природной среды в верховьях реки Исети в железном веке // Пятые Берсовские чтения к 100-летию Е. М. Берса. Екатеринбург, 2006. С. 209–211.
8. Панова Н. К., Антипина Т. Г. Голоценовая динамика растительности и экологических условий формирования Шигирского торфяника вблизи археологического памятника Варга 2 (по результатам палинологического и ботанического анализов) // Своеобразие и особенности адаптации культур лесной зоны Северной Евразии в финальном плейстоцене — раннем голоцене. М.: Институт археологии РАН, 2007. С. 234–243.
9. Панова Н. К., Антипина Т. Г. Динамика растительности и природной среды в голоцене по данным палинологического и ботанического исследования археологических памятников Шигирского торфяника // Экология древних и традиционных обществ. Тюмень: Вектор Бук, 2007. Вып. 3. С. 48–50.
10. Панова Н. К., Быкова Г. В. Палинологическая характеристика отложений Игнatieвской пещеры // Палеолитическое святилище в Игнatieвской пещере на Южном Урале. Новосибирск: ВО Наука, 1992. Пр. 8. С. 191–196.
11. Панова Н. К., Кернер В. Ф. Природная среда и освоение верховьев р. Исети в эпоху неолита // Палеоэкология и расселение древнего человека в Северной Азии и Америке. Краткое содержание докладов международного симпозиума. Красноярск, 1992. С. 302–306.
12. Панова Н. К., Лобанова А. В. Результаты палинологического анализа отложений Лобвинской пещеры // Материалы по истории современной биоты Среднего Урала. Сб. науч. трудов. Екатеринбург, 1995. С. 16–21.
13. Панова Н. К., Трофимова С. С. Реконструкция природной среды эпохи энеолита по результатам палинологического и карпологического исследований торфяниковых памятников на Среднем Урале // Экология древних и современных обществ. Тюмень, 2003. Вып. 2. С. 76–79.
14. Погорелов С. Н. Исследования торфяниковых памятников на восточном склоне Среднего Урала // Охранные археологические исследования на Среднем Урале. Екатеринбург, 1999. Вып. 3. С. 77–83.
15. Раушенбах В. М. Среднее Зауралье в эпоху неолита и бронзы. М., 1956. 152 с.
16. Чаиркина Н. М. Энеолит Среднего Зауралья. Екатеринбург, 2005. 312 с.
17. Чаиркина Н. М., Ерохин Н. Г., Панова Н. К. и др. Археологическое исследование торфомассива Водяное–Глухое // Охранные археологические исследования на Среднем Урале. Екатеринбург, 1999. Вып. 3. С. 54–76.
18. Panova Nata K. Late Glacial and Holocene History of Lakes, Climate and Vegetation in the Middle Urals, Russia // Proceeding of the International Conference on Past Global Changes. Upper Pleistocene and Holocene Climatic Variations. Prague, 2000. P. 131–134.

РЕСУРСЫ ПЫЛЬЦЫ НЕКОТОРЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Е. П. Прибылова

Рязанский государственный университет, Рязань; e.baranovskaya@rsu.edu.ru

Изучена пыльцепродуктивность ранневесенних лесных сообществ, разнотравно-злаковых лугов с мая по сентябрь с доминированием *Ranunculus*, *Leucanthemum vulgare* и *Galium mollugo*, *Pimpinella saxifraga*, *Leontodon autumnalis*, залежей в июле, вырубки с *Chamaenerion angustifolium* в июле, осоково-сабельникового фитоценоза в июле.

Исследования пыльцепродуктивности фитоценозов Рязанской области (Шацкий, Клепиковский, Рязанский, Рыбновский районы) выполнены в 2001—2010 гг. в подтаежной зоне и зоне широколиственных лесов по методикам В. К. Пельменева, В. И. Гитлиц [1], Е. Н. Руднянской [2], А. Н. Бурмистрова, И. М. Ишемгулова [3] с авторскими уточнениями и добавлениями [4].

Объекты исследования — 31 фитоценоз в периоды максимального цветения отдельных видов-доминантов травянистого яруса. Ресурсы пыльцы изучали в течение всего периода вегетации. В апреле исследованы эфемероиды девять лесных фитоценозов. В них доминировали: *Anemone ranunculoides*, *Corydalis marschalliana*. Разнотравно-злаковые луга с доминированием *Ranunculus* (шесть фитоценозов) изучены в мае. С доминированием *Leucanthemum vulgare* и *Galium mollugo* (три фитоценоза) — в июне; с доминированием *Pimpinella saxifraga* (пять фитоценозов) — в конце июля, августе; с доминированием *Leontodon autumnalis* (три фитоценоза) — в сентябре после отрастания и цветения травостоя, скошенного в первой декаде июля. В июле изучены пыльце- и нектаропродуктивность: синяково-тысячелистниково-злаковой залежи; разреженной вырубки сосняка с *Chamaenerion angustifolium*; залежи с аспектированием *Campanula patula*; *Melampyrum pratense* в сосновом лесу; осоково-сабельникового фитоценоза.

Основными пыльценосами в лесных сообществах апреля были виды: *Anemone ranunculoides*, *Pulmonaria obscura*, *Glechoma hederacea*, *Stellaria holostea*, *Corydalis marschalliana*, *C. solida*, *Ficaria verna*, *Mercurialis perenis*, *Carex pilosa*. Эфемероиды — энтомофилы производили

4.2 ± 0.40 кг/га пыльцы или 87.5 % от средней пыльцепродуктивности подобных фитоценозов. Масса пыльцы анемофилов составила 0.6 ± 0.12 кг/га.

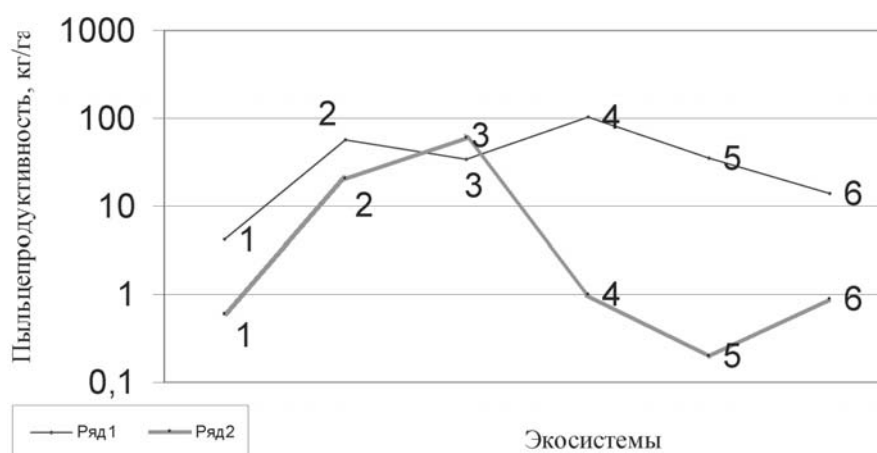
В мае в четырех разнотравно-злаковых луговых сообществах с доминированием *Ranunculus* по массе создаваемой пыльцы преобладают виды: *Ranunculus acris*, *R. auricomus*, *R. repens*, *Geum rivale*, *Rumex acetosa*, *Anthoxanthum odoratum*. Пыльцепродуктивность энтомофилов равнялась 56.8 ± 10.44 кг/га (73.9 % от средней массы пыльцы этих фитоценозов), анемофилов — 20.2 ± 6.78 кг/га.

В трёх летних разнотравно-злаковых сообществах с доминированием *Leucanthemum vulgare*, *Galium mollugo* в июне наиболее пыльцепродуктивны виды: *Leucanthemum vulgare*, *Galium mollugo*, *Poa pratensis*, *Agrostis stolonifera*, *Plantago lanceolata*, *P. media*, *Campanula patula*. Энтомофилы продуцируют 34.0 ± 13.89 кг/га пыльцы (36.5 %), анемофилы — 59.1 ± 26.16 кг/га.

Ресурсы пыльцы анемофилов в начале вегетации незначительны, возрастают в июне и уменьшаются к сентябрю (рисунок).

Максимум пыльцепродуктивности соответствует массовому летнему (июнь, июль) цветению злаков. Поэтому пыльцепродуктивность энтомофилов разнотравно-злаковых сообществ с доминированием *Leucanthemum vulgare*, *Galium mollugo* в июне меньше чем в фитоценозах с доминированием *Ranunculus* в мае. Однако в первом случае количество цветущих видов в 2–3 раза больше.

Изученная в июле синяково-тысячелистниково-злаковая залежь содержала *Echium vulgare* и *Achillea nobilis* — доминирующие по массе создаваемой пыль-



Пыльцепродуктивность анемофилов и энтомофилов в экосистемах за 2001–2003 и 2005–2007 гг.: 1 — весенние эфемероиды широколиственных лесов; 2 — разнотравно-злаковые луга с доминированием *Ranunculus*; 3 — разнотравно-злаковые луга с доминированием *Leucanthemum vulgare*, *Galium mollugo*; 4 — синяково-тысячелистниково-злаковая залежь; 5 — разнотравно-злаковые луга с доминированием *Pimpinella saxifraga*; 6 — разнотравно-злаковые луга после сенокоса с доминированием *Leontodon autumnalis*; ряд 1 — пыльцепродуктивность энтомофилов, ряд 2 — пыльцепродуктивность анемофилов.

цы. Пыльцепродуктивность цветущих энтомофилов залежи равна 101.4 ± 28.71 кг/га (99 %), анемофилов — 1.0 ± 0.82 кг/га.

В июле, большее количество пыльцы, чем нектара продуцирует *Chamaenerion angustifolium* разреженной вырубки *Pinus sylvestris*. Цветущих анемофилов нет. Пыльцепродуктивность в условиях сплошного произрастания однолетнего полупаразитического растения *Melampyrum pratense* L. в сосновом лесу в июле составила 13.5 ± 1.11 кг/га. Цветущих анемофилов нет.

В середине июля залежь с аспектированием *Campanula patula* производила 30.0 ± 0.44 кг/га. Анемофилы не цвели.

Comarum palustre заболоченной осоково-сабельниковой местности в июле производил 52.6 ± 4.81 кг/га пыльцы.

В конце июля, августе в двух разнотравно-злаковых сообществах с доминированием *Pimpinella saxifraga* по пыльцепродуктивности первостепенны виды: сам доминант и *Echinops sphaerocephalus*. Пылящие энтомофилы образуют 35.3 ± 6.71 кг/га пыльцы или 97.7 % от средней массы пыльцы этих фитоценозов, анемофилы — 0.2 ± 0.02 кг/га.

В сентябре, в трёх позднелетних луговых сообществах, после сенокосения, доминант по массе создаваемой пыльцы — *Leontodon autumnalis*. Энтомофилы

продуцируют 12.8 ± 2.34 кг/га (92.8 %), анемофилы — 0.9 ± 0.51 кг/га.

Таким образом, пыльцевая продуктивность периода вегетации растений максимальна в фитоценозах мая, июня и июля. Сведения о пыльцевой продуктивности исследованных видов растений и экосистем позволяют создать современную базу данных ресурсов пыльцы.

Литература

1. Пельменев В. К., Гутлиц В. И. Медо- и пыльцевая продуктивность плодовых и ягодных культур Приамурья // Наука — сельскому хозяйству. Хабаровск, 1967. С. 127–129.
2. Руднянская Е. И. Перганосные растения Нижнего Поволжья: Автореф. дис ... канд. б. наук. Тарту, 1979. 26 с.
3. Бурмистров А. Н., Ишемгулов И. М. Учёт медоносных ресурсов и оценка нектарной и пыльцевой продуктивности растений. М.: Российская академия сельскохозяйственных наук, НИИ пчеловодства, 2001. 25 с.
4. Иванов Е. С., Прибылова Е. П. Методика изучения ресурсов пыльцы видов растений и травянистых экосистем // Перспективы развития и проблемы современной ботаники: Материалы II Всероссийской молодежной научно-практической конференции, Новосибирск. Новосибирск: Сибирское отделение РАН, 2010. С. 269–271.

СОПОСТАВЛЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ АЭРОПАЛИНОЛОГИЧЕСКИХ СПЕКТРОВ МОСКВЫ И РЯЗАНИ

Ю. М. Посевина¹, Е. Э. Северова²

¹Рязанский государственный университет, Рязань; posevina_julia@mail.ru

²Московский государственный университет, Москва

Изучались межсезонные колебания пыльцевой продуктивности основных таксонов аэропалинологического спектра Рязань и Москва в 2007–2010 гг. Для всех исследованных таксонов характерны значительные межсезонные колебания пыльцевой продуктивности, которые, однако, происходят несинхронно. Сезоны с высокой пыльцевой продукцией совпадают чаще, что существенно удлиняет периоды, опасные для больных поллинозами. Колебания пыльцевой продуктивности у большинства исследованных таксонов в Москве и Рязани проходили синхронно, что подтверждает гипотезу о значительном влиянии внешних факторов на потенциальную продукцию пыльцы. Анализ сроков начала пыления за 4-летний период наблюдений не выявил никаких отчетливых временных сдвигов, описанных для более длинных временных рядов. Начало пыления для каждого таксона варьирует в пределах недели—десяти дней и определяется текущими погодными условиями. Сопоставление сроков начала пыления в Москве и расположенной южнее Рязани также не выявило никаких закономерных временных сдвигов, что можно объяснить особенностями климата крупного мегаполиса.

Пыльцевой дождь, образованный совокупностью циркулирующих в воздухе пыльцевых зерен и спор — важнейший компонент атмосферных аэрозолей. Изучение его состава представляет широкий теоретический и практический интерес для специалистов различного профиля, в первую очередь для врачей, занимающихся проблемами пыльцевой аллергии или поллинозами. Поллиноз — сезонное заболевание, связанное с циркуляцией в атмосфере пыльцы определенных растений [1, 5]. Степень выраженности симптомов заболевания определяется многими факторами, важнейший из которых — концентрация аллергена. Для диагностики и лечения

поллинозов необходимо не только отслеживать текущее состояние атмосферы, но и прогнозировать возможные изменения состава пыльцевого дождя в зависимости от метеорологических параметров и биологических особенностей цветения растений, что невозможно без изучения межсезонной ритмики пыления.

Целью настоящей работы было изучение межсезонных флуктуаций пыльцевой продуктивности основных таксонов аэробиологического спектра г. Рязани и г. Москвы. В работе использованы данные аэробиологического мониторинга, проводимого в 2007–2010 гг. с использованием гравиметрического пыльцеуловителя

Дюрама (Рязань, 54°37' с. ш., 39°43' в. д.) и волюметрического пыльцеуловителя Буркарда (Москва, 55°75' с. ш., 37°37' в. д., 180 км СЗ от г. Рязань). Использование разных типов пыльцевых ловушек отразилось на способе анализа материала: мы проводили лишь качественное сопоставление полученных кривых и не сравнивали абсолютные значения пыльцевой продуктивности. Кроме того, относительно короткий период наблюдений не позволил нам статистически оценить выявленные закономерности.

Для оценки межсезонных изменений пыльцевой продуктивности мы использовали суммарное содержание пыльцы за сезон (pollen influx, pollen sum). В настоящей работе проанализированы изменения пыльцевой продуктивности следующих таксонов: *Betula*, *Alnus*, *Corylus*, *Acer*, *Populus*, *Salix*, *Fraxinus*, *Ulmus*, *Quercus*, *Pinus*, *Picea*, *Artemisia*, *Ambrosia*, Chenopodiaceae, Poaceae, *Urtica*. Для каждого таксона в отдельности был рассчитан основной период пыления (ОПП), соответствующий промежутку времени, в течение которого в атмосфере циркулирует 90 % от суммарного годового содержания пыльцы [7]. Все расчеты были проведены с использованием статистических программ European Aeroallergen Network (<https://ean.polleninfo.eu./Ean>).

Для анализа сроков начала пыления все исследуемые таксоны были разделены на три группы в соответствии с календарем пыления [3, 11]: ранневесенние, поздневесенние и позднелетние. Такая группировка позволила минимизировать влияние текущих метеорологических

факторов, сходных для всех растений, цветущих одновременно. В группе раннецветущих растений не удалось выявить никаких закономерных временных сдвигов между Москвой и Рязанью. Для большинства таксонов спектра начало пыления было зафиксировано в одно и то же время, разница составляла 1–3 дня (рис. 1). Наибольшие расхождения в сроках начала пыления отмечены для ольхи и орешника, однако отклонения носят хаотичный характер. В 2007 г. начало пыления в Москве отмечено на 7 (орешник) и 8 (ольха) дней раньше, в 2008 г. – на 16 (ольха) и 8 дней позже, чем в Рязани. В 2009 г. пыление орешника началось в Рязани на 6 дней раньше, а ивы и вяза – на 7 и 6 дней позже, чем в Москве, в 2010 г. пыление тополя, вяза и ясеня в Москве началось раньше на 11, 4 и 7 дней соответственно (рис. 1).

Отсутствие отчетливо выраженных сдвигов в сроках начала пыления в более южной точке можно объяснить особенностями климата крупного мегаполиса, ярко проявляющимися в Москве. Городская среда существенно влияет на температуру воздуха в мегаполисе, что определяет более раннее, по сравнению с пригородами, начало цветения. По фенологическим данным эта разница может составлять одну-две недели [6].

Начало пыления таксонов второй группы (*Quercus*, *Picea*, *Pinus*) также в основном совпадает или различается на 1–3 дня (рис. 2). Максимальная синхронность начала пыления отмечена для *Artemisia*, относимой нами к третьей группе (рис. 3). Так, в 2007, 2009, 2010 гг. разница в сроках начала пыления полыни составляла

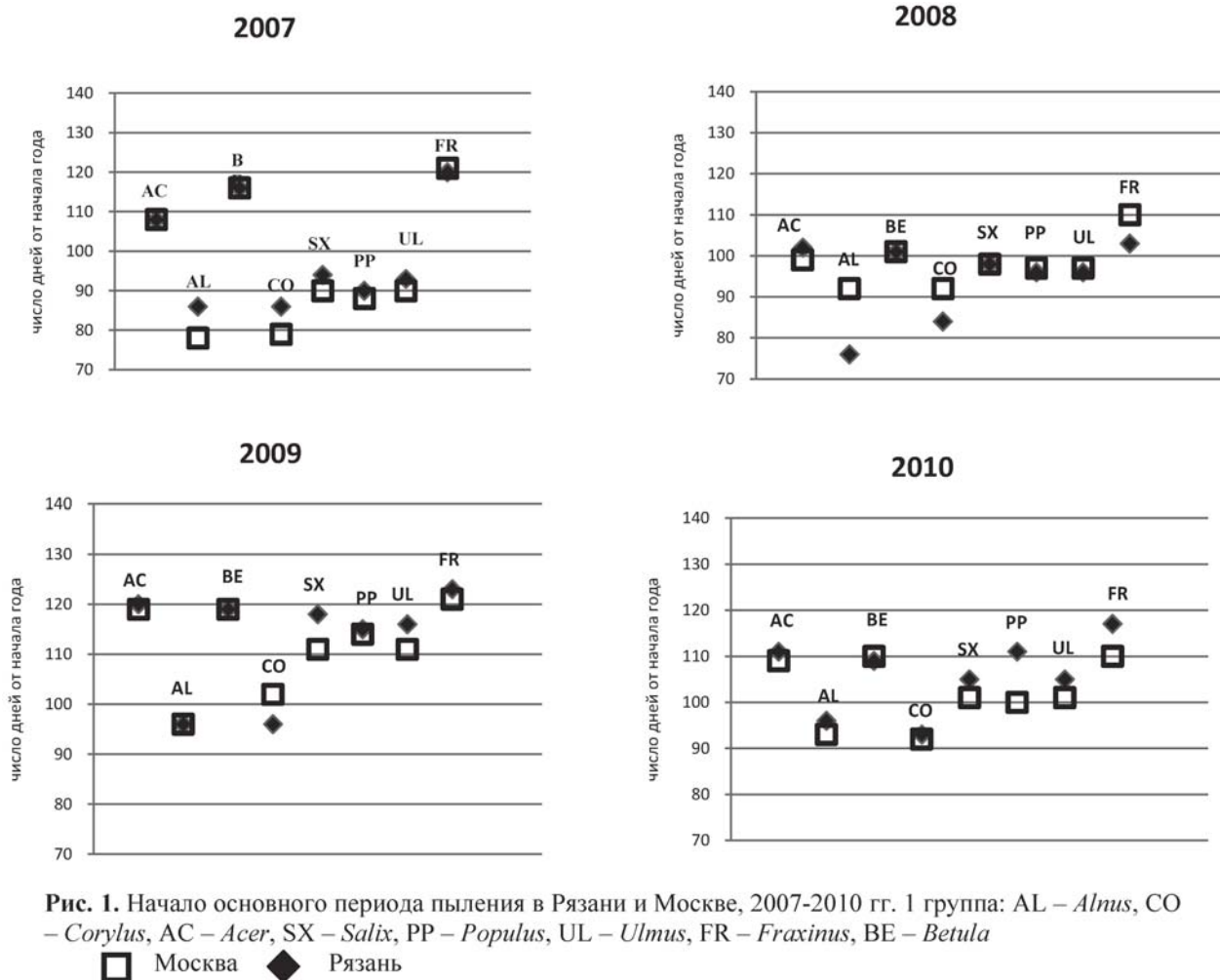


Рис. 1. Начало основного периода пыления в Рязани и Москве, 2007-2010 гг. 1 группа: AL – *Alnus*, CO – *Corylus*, AC – *Acer*, SX – *Salix*, PP – *Populus*, UL – *Ulmus*, FR – *Fraxinus*, BE – *Betula*

□ Москва ◆ Рязань

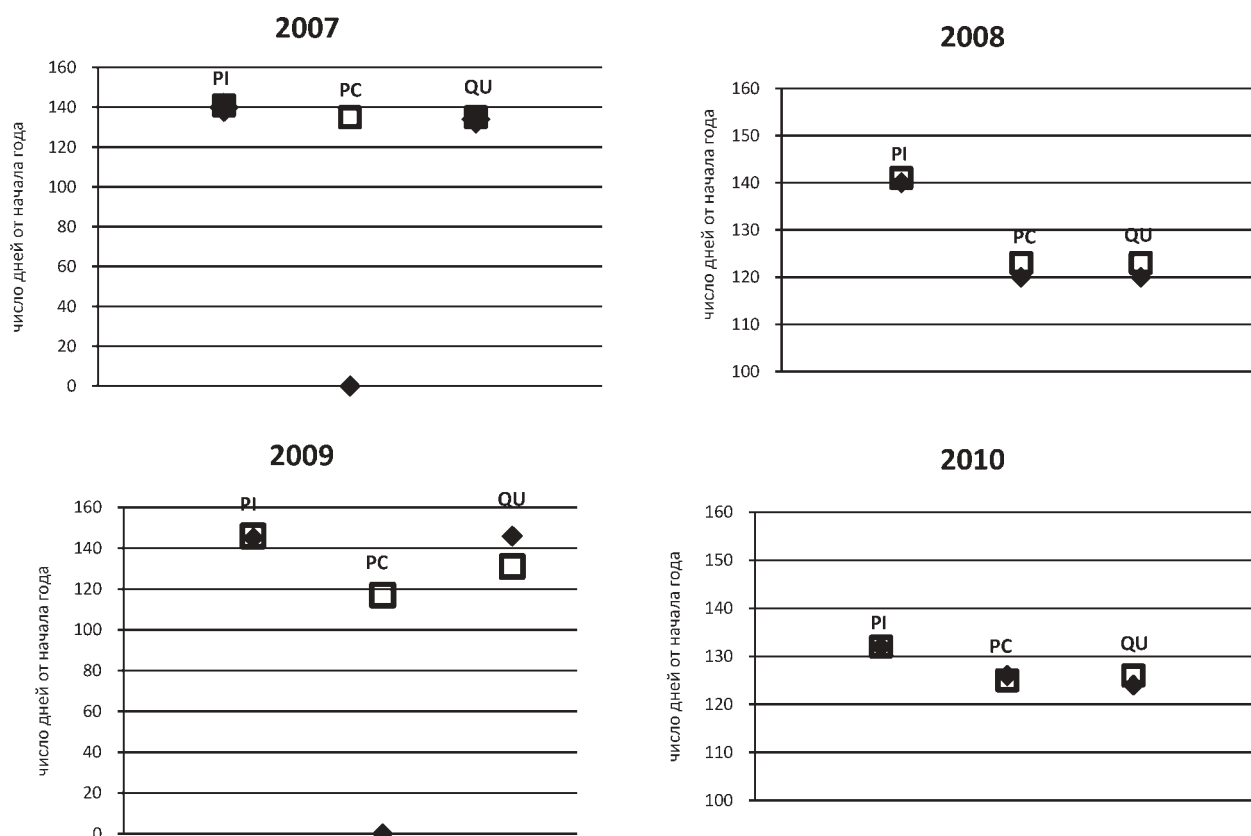


Рис. 2. Начало основного периода пыления в Рязани и Москве, 2007–2010 гг. 2 группа: QU – *Quercus*, PC – *Picea*, PI – *Pinus*. Усл. обозначения см. на рис. 1

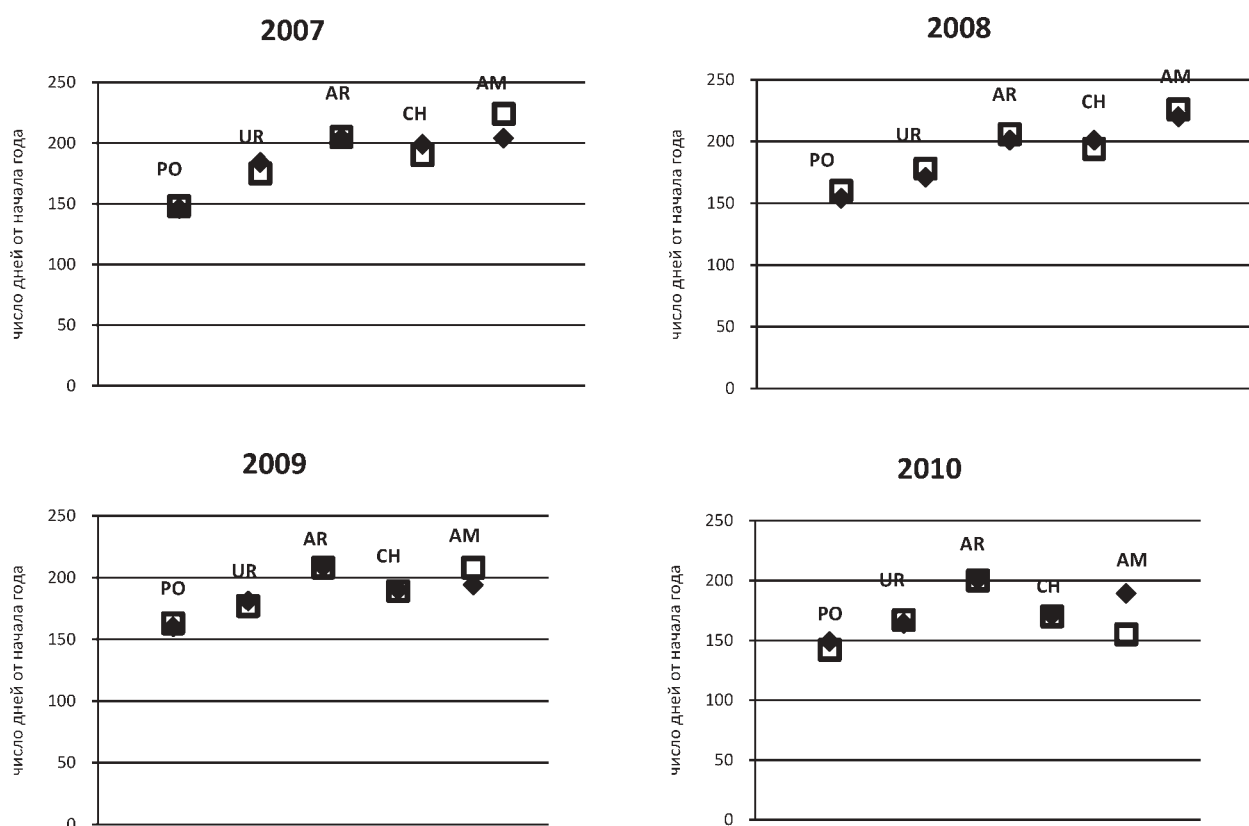


Рис. 3. Начало основного периода пыления в Рязани и Москве, 2007–2010 гг. 3 группа: AR – *Artemisia*, AM – *Ambrosia*, CH – *Chenopodiaceae*, PO – *Poaceae*, UR – *Urtica*. Условные обозначения см. на рис. 1

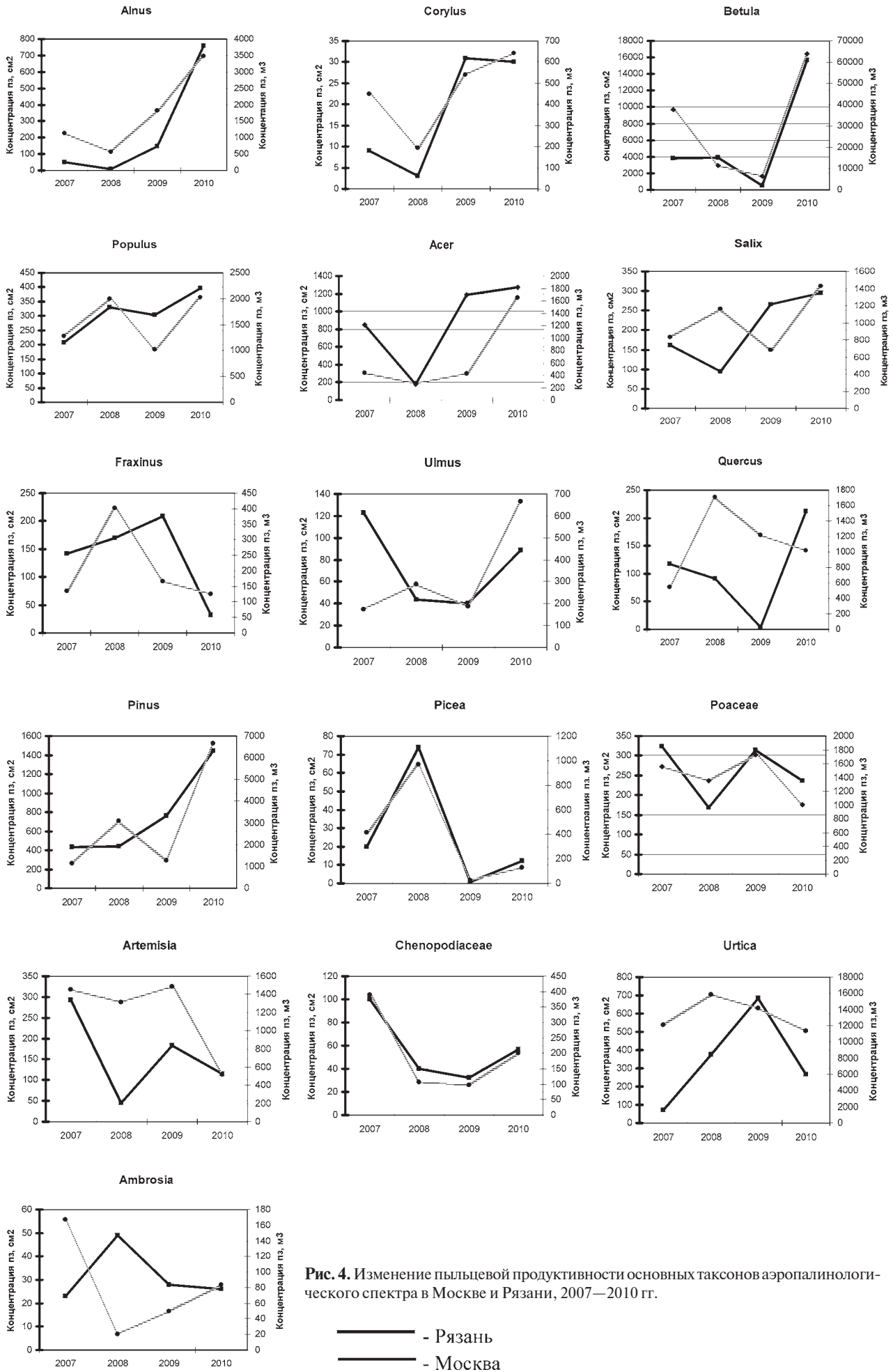


Рис. 4. Изменение пыльцевой продуктивности основных таксонов аэропалинологического спектра в Москве и Рязани, 2007—2010 гг.

— Рязань
 Москва

1 день, в 2008 г. — 5 дней. Разница в сроках начала пыления крапивы составляла 5–8 дней, маревых — 1–9 дней, злаков — 2–10 дней, выявленные флуктуации носят хаотичный характер. Максимальные различия зафиксированы для *Ambrosia* (7–34 дня). В предшествующих работах [4, 10] было показано, что пыльца амброзии в центральных регионах России имеет в основном дальнезanosное происхождение. Несовпадение ОПП этого растения в близкорасположенных регионах косвенно подтверждает эти гипотезы.

Графический анализ изменения пыльцевой продуктивности в Москве и Рязани за весь период наблюдений (рис. 4) показал, что у пяти раннецветущих таксонов (ольха, орешник, береза, тополь и клен) и хвойных деревьев (сосна, ель) изменения происходят синхронно: совпадают не только сезоны высокой и низкой продуктивности, но и направления изменений. Синхронность колебаний пыльцевой продуктивности раннецветущих деревьев на больших территориях, показанная ранее для березы [9], подтверждает гипотезу о значительном влиянии внешних факторов на потенциальную продукцию пыльцы. Формирование соцветий у раннецветущих деревьев приходится на летний период, предшествующий весеннему цветению. Существенное влияние на этот процесс оказывают погодные условия, в первую очередь температура воздуха и интенсивность цветения в предшествующие сезоны. Предшествующее цветение определяет распределение ресурсов растения: интенсивное цветение, связанное с образованием большого числа соцветий, приводит к уменьшению общей фотосинтезирующей поверхности, что в свою очередь ведет к недостатку ресурсов для формирования большого числа соцветий в следующем сезоне [7, 8].

Кривые пыления вяза и ясеня в Москве и Рязани не синхронны в 2007 г. (вяз) и 2009 г. (ясень). Пыление ивы не синхронно на протяжении всего периода наблюдений. Род Ива представлен на территории центральной России 18 палиноморфологически сходными видами [2], различающимися по экологии, способам опыления, особенностям цветения. Несинхронность колебаний пыльцевой продуктивности может быть связана с различным видовым составом в двух точках наблюдения.

У травянистых растений отчетливая синхронность колебаний пыльцевой продуктивности в Москве и Рязани отмечена у полыни, маревых и злаков. Формирование генеративных почек у большинства травянистых растений происходит в сезон цветения и на интенсивность пыления наиболее существенное влияние оказывают текущие метеорологические параметры (температура, влажность) и длительность светового дня. Примером такого влияния может быть сезон 2010 г. Аномально высокие летние температуры и интенсивные пожары привели к сокращению численности популяций и резкому снижению общей пыльцевой продукции злаков, полыни и крапивы. Асинхронность колебаний *Ambrosia*, наблюдаемая в течение всего периода наблюдений, может быть обусловлена дальнезanosным происхождением пыльцы этого таксона в спектрах Москвы и Рязани.

Сопоставление кривых пыления отдельных таксонов между собой показывает, что ни в одной из выделенных нами групп положение продуктивных и непродуктивных годов полностью не совпадает, но сезоны с высокой продуктивностью совпадают чаще. Например, в 2010 г.

отмечалась высокая пыльцевая продукция клена, ольхи, орешника, березы, ивы и тополя. Совпадение продуктивных сезонов существенно влияет на продолжительность периода, опасного для больных поллинозами. Так, цветение ольхи и орешника опережает цветение березы в среднем на две недели, причем периоды активного пыления этих растений, как правило, не перекрываются. Пыльца всех трех таксонов несет сходные аллергены, поэтому совпадение сезонов высокой пыльцевой продукции значительно удлиняет опасный для больных период.

Таким образом, для всех исследованных таксонов характерны значительные межсезонные колебания пыльцевой продуктивности. Сезоны с высокой пыльцевой продукцией совпадают чаще, что существенно удлиняет периоды, опасные для больных поллинозами. Сопоставление сроков начала пыления в Москве и расположенной южнее Рязани не выявило никаких закономерных временных сдвигов, что можно объяснить особенностями климата крупного мегаполиса. Колебания пыльцевой продуктивности у большинства исследованных таксонов в Москве и Рязани проходили синхронно, что подтверждает гипотезу о значительном влиянии внешних факторов на потенциальную продукцию пыльцы. Для подтверждения выявленных особенностей межсезонной ритмики пыления необходим анализ более длинных временных рядов и статистическая оценка выдвинутых гипотез.

Литература

1. Адо В. А., Горячкина Л. А., Маянский Д. Н. Аллергия. Новосибирск: Наука, 1981. 113 с.
2. Маевский П. Ф. Флора средней полосы европейской части России. М.: КМК. 2006. 600 с.
3. Посевина Ю. М., Северова Е. Э., Иванов Е. С. Динамика пыления основных таксонов аэропалинологического спектра г. Рязани // Бюлл. МОИП. Отд. биол. 2009. Т. 114. Вып. 1. С. 68–72.
4. Посевина Ю. М., Иванов Е. С., Северова Е. Э. Экология атмосферы: дальнезanosная пыльца в аэропалинологическом спектре г. Рязани. Актуальные проблемы экологии и природопользования. Сборник научных трудов. М.: ИД ЭНЕРГИЯ, 2010. Вып. 12. С. 29–32.
5. Принципы и метода аэропалинологических исследований / Под ред. Н. Р. Мейер-Меликян, Е. Э. Северовой. М.: 1999. 48 с.
6. Экология крупного города (на примере Москвы) / Под ред. А. А. Минина. М.: Пасья, 2001. 192 с.
7. Dahl A., Strandhede S.-O. Predicting the intensity of the birch pollen season // *Aerobiologia*, 1996. Vol. 12. P. 97–170.
8. Masaka K., Maguchi S. Modelling the masting behaviour of *Betula platyphylla* var. *japonica* using the resource budget model // *Ann. Bot.* 2001. Vol. 88. P. 1049–1055.
9. Ranta H., Satri P. Synchronized inter-annual fluctuation of flowering intensity affects the exposure to allergenic tree pollen in North Europe // *Grana*. 2007. Vol. 46. P. 274–284.
10. Polevova S., Ambelas Skjoth C., Severova S., Kosenko Ya. Ragweed pollen in aeropalynological spectrum of Moscow: long-distance transport or local flowering? // *Pollen monitoring programme. 6-th international meeting 3–9 June Riga*, 2007. P. 67–68.
11. Severova E. E., Polevova S. Three years of pollen monitoring in Moscow: preliminary pollen calendar for 1993–1995. *Palynology*. 2001. P. 579–583.

ЭВОЛЮЦИЯ ЛАНДШАФТОВ И МАТЕРИАЛЬНОЙ КУЛЬТУРЫ СРЕДНЕГО ПОДОНЬЯ В ПОЗДНЕМ ПАЛЕОЛИТЕ—ЭНЕОЛИТЕ

Т. Ф. Трегуб¹, И. В. Федюнин²

¹Воронежский государственный университет, Воронеж; *ttregub108@yandex.ru*

²Воронежский государственный педагогический университет, Воронеж; *feduniv@mail.ru*

На основе комплексных исследований археологических стоянок и пойменных отложений в Среднем Подонье, рассматривается эволюция ландшафтов голоцена и их парагенетическая связь с этапами развития древних культур от позднего палеолита до неолита и энеолита.

Исследования последних лет отложений голоцена, как на археологических стоянках, так и в разрезах пойм Среднего Подонья, позволяют расширить представление о тесной взаимосвязи этапов развития ландшафтов и древних культур от позднего палеолита до мезолита и заключительных этапов энеолита.

В 70–80 годах прошлого столетия изучение отложений голоцена проводилось в тесном контакте с палинологами Института археологии АН СССР Г. М. Левковской и Е. А. Спиридоновой, а так же специалистами геологического факультета Воронежского государственного университета. Схема эволюции ландшафтных зон голоцена для бассейна Дона, разработанная Е. А. Спиридоновой [1], отражает многоэтапные миграции границ зональных типов растительности. Однако, подобные контрасты, трудно увязываются, как с климатическими показателями для Восточно-Европейской равнины, так и с этапами развития древних культур [2, 3]. Наибольшие контрасты климата отмечаются для поздних этапов валдайской ледниковой эпохи (средний—дриас — аллёрд — поздний—дриас). Голоценовый период наиболее резкие колебания климата фиксирует на границе бореала — атлантики, в переходные фазы от атлантики к суббореалу и в начальные фазы позднего этапа субатлантики. Данная тенденция с незначительной метахронностью сохраняется как на европейской, так и на азиатской части России [4, 5].

В работе представлены материалы авторов и обобщенные палинологические данные по целому ряду разрезов, опубликованных в различные годы [6].

Переходный этап от 14 до 10 тыс. л. н. между плейстоценом и голоценом (средний дриас, аллёрд и поздний дриас) достаточно полную палинологическую характеристику получил в разрезах: Гаврило II, Гаврило-84, Шкурлат III (отдельные слои имеют радиоуглеродные датировки).

Для этого этапа характерно широкое развитие сосновых лесов (борового ценокомплекса) с незначительным участием березняков и ельников. Площади ельников несколько расширяются в среднем дриасе (разрез Костенки 17 и Гаврило II; 14000 — 1350 тыс. л. н.) Здесь содержание пыльцы ели достигает 15–20 %, тогда как в аллёрде (разрез Гаврило-84; 11800 — 11000 тыс. л. н.) площадь ареала ели резко сокращается. Южная граница распространения ели постепенно уходит на север вплоть до верховьев Оки. Во второй половине аллёрда в составе растительности появляются теплолюбивые породы — дуб, вяз и липа. Данная тенденция развития растительного покрова хорошо сопоставляется с этапами экосистем в позднеледниковье и

межстадиальные потепления (бёллинг-аллёрд), описанных для территории Европы в коллективной монографии, а также для территории нижней Волги [7].

Растительность позднего дриаса (11000—10000 тыс. л. н.) так же как и предыдущие интервалы характеризовалась преобладанием борových сообществ, которые включали в свой состав березняки, ольшаники и небольшое количество дуба, вяза, лещины.

Предбореальный период (разрез Гаврило-86; 10000—9500 тыс. л. н.) характеризуется расширением ареала березняков. На этом этапе развитие получают березово-сосновые леса с незначительной примесью широколиственных пород, с преобладанием вяза. Травянистый покров слагается в основном разнотравьем, луговыми ассоциациями и злаковыми. Достаточно высокие содержания пыльцы маревых и полыней обусловлены фациальной принадлежностью отложений.

В бореальный период (разрезы Плаутино 2, Гаврило, Гаврило-86; 9000 — 8500 тыс. л. н.) березово-сосновые леса постепенно обогащаются элементами неморального ценокомплекса. В составе древесной растительности возрастает роль дубравной составляющей. Дубравы расширяют ареал, и их состав постепенно становится богаче. В поздние фазы бореала в составе лесной растительности появляются такие элементы как ясень и клен.

Кроме этого в течение бореального периода определенные преобразования испытывает состав травянистой растительности. Разнотравно-злаковые группировки при смещении климата постепенно замещаются на злаково-разнотравные, в состав которых внедряется большее количество элементов, слагающих ассоциации влажных и пойменных лугов: *Sonchus arvensis* L. — осот полевой; *Cichorium intybus* L. — цикорий обыкновенный; *Tragopogon dubius* Scop. — козлородник сомнительный; *Cirsium oleracium* (L.) Scop. — водяк овощной; *Arctium tomentosum* Mill. — лопух войлочный и другие. В составе этих сообществ в конечные фазы бореала в спектрах в большом количестве появляется пыльца семейства маревых из рода солянковых *Salsola soda* L. Экологические особенности данного вида обеспечивают его существование только на засоленных лугах или карбонатных субстратах. Это могло быть связано с резкой, но кратковременной аридизацией климата. Настоящая фаза в разрезах высокой поймы фиксируется либо зоной размыва, либо наличием гумусового горизонта небольшой мощности. Хронологически данный этап хорошо сопоставляется с ходом климатических кривых во временном интервале 8300—8000 тыс. л. н.

Дальнейшее нарастание теплообеспеченности и влажности в атлантический период (8000—4500 тыс. л. н.)

обеспечивает постепенное расширение площадей, занятых дубравами, которые со временем приобретают статус многоярусных дубовых лесов. Боры сохраняются по пониженным формам рельефа (это в основном низкие террасы), в составе которых значительное место занимали березняки и можжевельниковые заросли.

Вторая половина атлантики даже в южной части Воронежской области характеризовалась развитием дубрав сложного состава. В спорово-пыльцевых спектрах преобладала пыльца дуба двух видов (*Quercus robur* L., *Q. pubescens* Willd., от 30 до 40 %), липы двух видов (*Tilia cordata* Mill., *T. cordifolia* Bess., от 20 до 30 %), клена (*Acer tataricum* L.). Одна из поздних фаз фиксирует присутствие пыльцы граба (*Carpinus betulus* L., до 15 %) и бука (*Fagus silvatica* L., 1–1.5 %). На территории Воронежской области данная фаза нашла отражение лишь в разрезе высокой поймы села Костенки. Дополнительным обоснованием существования данной фазы служат палинологические материалы разрезов голоцена Беларуси и пойменных отложений реки Кромь на Среднерусской возвышенности [8]. Дубовые леса сложного состава были развиты практически от Беларуси до Волги в пределах 50°–52° северной широты.

Из вышеизложенного видно, что наиболее полная палеогеографическая информация по бореальному и атлантическому периоду нашла отражение в разрезе высокой поймы непосредственно в долине Дона и его притока реки Гаврило, а так же высокой поймы рек Сейма и Кромь.

Переходный этап от атлантики к суббореалу фиксируется резким сокращением степени участия в древесной растительности широколиственных пород. В составе травянистой растительности появляются солянковые, и на данном этапе их участие преобладает по сравнению с отмеченным выше рубежом бореал – атлантика. Очевидно, что эта волна сухого и прохладного климата была и продолжительнее и контрастнее (самый холодный и сухой этап), что и привело к сокращению ареала дубрав на водоразделах. Это подтверждается и появлением в верхней части высокой поймы реки Гаврило солоноватоводных видов диатомовых водорослей: *Amphora coffeaeformis* Ag. var. *coffeaeformis* et var. *acutiuscula* (Kütz.) Hust., *A. commutata* Grun., *Diploneis interrupta* (Kütz.) Cl. var. *interrupta*, *Navicula pygmaea* Kütz., *Rhopalodia gibberula* (Ehr.) Kütz. var. *gibberula* et var. *vaucheria* O. Müll., *Rh. musculus* (Kütz.) O. Müll. et var. *variabilis* Fricke [9].

При практически неизменной влажности дальнейшее возрастание среднегодовых температур привело к преобразованию состава и структуры лесов. Березово-сосновые леса сохранялись в основном на террасах и песчаных грунтах, одноярусные дубравы занимали пониженные участки рельефа и склоны овражно-балочной сети, а общий состав верхнего яруса растительности очень близок последним фазам бореального периода. За счет этого увеличиваются площади, занятые травянистой растительностью, представленной в основном разнотравно-луговыми сообществами. Существование значительных площадей, занятых степной разнотравно-луговой растительностью на протяжении 1000–800 лет (SB-2 4200–3200 тыс. л. н.), обусловило возникновение степных ландшафтов и формирование на водоразделах черноземной почвы. Подобные преобразования обеспечи-

ли продвижение с востока кочевых племен скифов (VIII век до Рождества Христова) и обитание их на данной территории до конца V в. до Р. Х. [10].

В отложениях низкой поймы этот этап вероятнее всего не находит своего отражения, так как на это время приходится новый врез и углубление речных долин. Подтверждением такому выводу служит самое низкое стояние вод Черного моря, которое приходится на временной интервал в пределах 4000 – 3000 тыс. л. н. [11]. Кроме этого, резкие изменения палеоклиматических кривых на данном рубеже совпадают со временем окончания формирования отложений высокой поймы и заложением ложа для накопления отложений низкой поймы в долине Дона и его притоков.

Дальнейшее некоторое снижение теплообеспеченности при достаточно стабильной влажности в последние фазы суббореала привело к расширению ареала лесных сообществ, где возрастает популяция липы и вяза по отношению к дубу. Граница суббореала и субатлантики характеризовалась развитием на плакорах вязово-липовых сообществ, а по сниженным формам рельефа сосновых группировок с обширными березняками (почвы у городищ датируемые археологами VI – III вв. до н. э. или 2600 – 2300 тыс. л. н.). К этому времени приурочены (поздние фазы суббореала SB-3) эволюционные преобразования черноземов. Они проходят этап от выщелоченных черноземов до лесных подзолистых почв в субатлантике (SA-1, SA-2) [12]. Это указывает на развитие в Верхнем Подонье лесов со структурой сомкнутого типа, и одновременно обуславливает миграционный поток воронежской и доно-волжской абашевской культур в южном направлении [13]. Переходный этап от суббореала к субатлантике при снижении температуры обеспечил развитие в основном березняков с остатками липняков и боров по песчаным субстратам [14].

Тенденция к увеличению и влажности, и температуры в середине субатлантики привела к расширению ареала дуба и к изменению состава лесов. Постепенно восстанавливаются одноярусные дубравы с обилием липы (один вид дуба и один вид липы) и с участием вяза. Кроме этого, увеличение влажности способствует миграции границы ареала ели в южном направлении примерно на 500 км, что приводит к внедрению в состав сосняков зеленомошных ельников. Последние, в конечные фазы субатлантики при изменении влажности вымирают на данной территории [15]. Вероятно, палеоландшафты лесного типа и не позволили гуннам внедриться на данную территорию. Этот народ во II–IV вв. н. э. прошел Прикаспийскими и Причерноморскими степями и подчинил себе ряд германских племен.

Климатические условия поздней субатлантики способствовали развитию степной растительности, а так же долинных лесов и локальных дубрав на плакорах. Достаточно быстрое распространение степных ассоциаций обеспечивалось не только изменениями климата, но и антропогенной деятельностью, что в свою очередь привело к проградации черноземов и внедрению второй мощной волны кочевников (татаро-монголов в начале XIII в.). Дальнейшие изменения в палеоландшафтах были обеспечены одновременным уменьшением, и среднегодовых температур и снижением влажности, что привело к существованию локальных дубрав на фоне широкого развития лесов боровой формации.

Предлагаемая схема развития растительного покрова отражает соотношения изменений климата, зонального типа растительности и ее флористического состава. На рассматриваемой территории в большей степени были развиты лесной и лесостепной зональный тип растительности. Ландшафты, в структурном отношении близкие степям существовали в начальные — средние стадии суббореала и начальные фазы конечной стадии субатлантики.

Переходя к обзору древних культур на территории Среднего Подонья, следует акцентировать внимание на их трехэтапное развитие.

В настоящее время достаточно хорошо изучены комплексы финального палеолита и раннего мезолита, последовательно перекрывающие друг друга на стоянках, расположенных в месте впадения Савалы в Хопер.

В орудийном комплексе финального палеолита доминируют скребки и двугранные резцы. В раннемезолитическом слое раскопов серийно представлены геометрические формы, трапеции и треугольники. Кроме этого встречаются острия на пластинах, скребла и рубящие орудия. Во вторичной обработке орудий труда доминирует полукруглая и круглая ретушь, резцовый скол. Данный комплекс относится к зимовниковской культуре.

Материалы последующего этапа мезолита несут в себе черты позднепалеолитических традиций обработки камня с преобладанием отщеповой технологии. Здесь преобладают в основном орудия на отщепах: резцы, скобели и скребки.

Памятники развитого мезолита (стоянки Каменка 1, 2 в устье р. Савала) имеют стандартный набор орудий (скребки, скобели, резцы). Имеющиеся материалы не позволяют соотнести их с известными культурами мезолита.

Позднемезолитические комплексы генетически связаны с последующей неолитической эпохой. Вычленение их в общей топостратиграфической шкале производится с определенной долей условности.

Общими чертами для позднемезолитических и ранне-неолитических древностей являются призматические, уплощенно-конические или карандашевидные нуклеусы.

Базовыми памятниками неолита в Подонье являются стоянки Плаутино 1, 2, 4 [3]. Для выделения раннего неолита основным критерием в разрезах памятников является наличие керамики, наиболее ранняя из которых относится к елшанской культуре. Главный ее признак — плотное глиняное тесто без видимых примесей, лощение внешней поверхности, украшение неглубокими наколами и прочерченными линиями, профилированные венчики. В этот же период рассматриваемая территория заселяется носителями среднедонской культуры. Керамика этой культуры орнаментирована наколами различной формы [16]. В каменном инвентаре продолжают доминировать пластины и их сечения, а так же скребки различной формы. Эта культура, несколько модифицируясь, развивается на протяжении всего неолита.

В пределах лесостепи в развитом неолите помимо среднедонской культуры появляются два новых компонента. К ним относятся элементы дронихинской культуры и керамика представителей лесных неолитических культур. Для первой характерна плоскостность, про-

филированность форм, орнаментация глубокими прочерченными линиями в виде елочка или паркета. Вторая имеет керамику, украшенную ямочно-гребенчатым орнаментом, сосуды округлой формы, с примесью органики и дресвы в тесте. Среди орудий появляются двусторонне обработанные наконечники стрел и дротиков и сверленные изделия.

Вышеописанные культуры продолжают развиваться в позднем неолите. В керамическом инвентаре расширяется система приемов, и она становится более вариативной. Усложняются орнаменты композиций.

Оценивая пространственно-временные соотношения энеолита — бронзового века, следует отметить более динамичную трансформацию древних культур (древнеямной, катакомбной, абашевской, срубной и др.) в сравнении с предшествующими периодами. Кроме этого следует учитывать первую волну проникновения на данную территорию кочевых племен скифов.

Таким образом, как для растительного покрова, так и для древних культур прослеживается четкое трехэтапное (трехфазное) развитие в бореальное и атлантическое время. Так для мезолита древняя культура развивалась от змиевской культуры (с унаследованными элементами палеолита) к двум этапам с различиями в способах обработки орудий труда, но пока не привязанными в культурно-хронологическом отношении. Неолит так же характеризуется сменой на протяжении атлантики тремя культурами — елшанской — среднедонской — дронихинской в тесном содружестве с лесными племенами. Миграция последних была обусловлена большей комфортностью существования неолитических охотников и рыболовов в южных районах в условиях дубравных лесов. Изменение ландшафтной обстановки обусловило возникновение в энеолите и бронзе скотоводства и земледелия и одновременно определило внедрение на территорию Подонья скифских скотоводческих племен.

В течение каждого этапа голоцена происходили постепенные, но при этом необратимые изменения палеоландшафтной обстановки. Современные степные и лесостепные ландшафты Подонья вероятнее всего имеют в большей степени антропогенную природу, а в целом климатические условия обуславливали не только изменения ландшафтной обстановки прошлого, но повлияли на социально-экономические и культурные взаимоотношения традиционно-оседлых ранних земледельцев, скотоводов и кочевых племен прошлого.

Литература

1. Спиридонова Е. А. Эволюция растительного покрова бассейна Дона в верхнем плейстоцене — голоцене. М.: Наука, 1991. 221 с.
2. Хотинский Н. А. Дискуссионные проблемы реконструкции и корреляции палеоклиматов голоцена // Палеоклиматы позднеледниковья и голоцена. М.: Наука, 1989. С. 12—16
3. Трегуб Т. Ф., Сурков А. В., Федюнин И. В. Эволюция природной среды и материальной культуры Среднего Похоперья в финальном палеолите — неолите // Вестник Воронежского гос. ун-та. Серия Геология. Воронеж: Изд-во ВГУ, 2005. № 2. С. 24—30.
4. Болиховская Н. С., Касимов Н. С. Ландшафтно-климатические изменения на территории Нижней Волги в последние 10 тысяч лет // Проблемы палеогеографии и

стратиграфии плейстоцена. Сборник научных трудов. М.: Изд-во МГУ, 2008. Вып. 2. С. 99–117.

5. Волкова В. С., Хазина И. В. Ландшафты и климат лесной и лесостепной зон Западной Сибири // Палинология: Стратиграфия и геоэкология: Сборник научных трудов XII Всероссийской палинологической конференции. СПб.: Изд-во ВНИГРИ, 2008. Т. II. С. 91–96.

6. Трегуб Т. Ф. Палеоландшафтные критерии стратиграфии голоцена и корреляции археологических событий суббореального и субатлантического периодов Подонья // Вестник Воронежского гос. ун-та Серия Геология. Воронеж: Изд-во ВГУ, 2010. № 2. С. 94–99.

7. Маркова А. К., Т. Ван Кольфсхотен и др. Эволюция экосистем Европы при переходе от плейстоцена к голоцену (24–8 тыс. л. н.). М.: Изд-во КМК, 2008. 552 с.

8. Еловичева Я. К. Палинология и климатостратиграфия плейстоцена Беларуси // Палинологические, климатостратиграфические и геоэкологические реконструкции. СПб., 2006. С. 179–222.

9. Анциферова Г. А. Эволюция диатомовой флоры и межледникового озерного осадконакопления центра Восточно-Европейской равнины в неоплейстоцене // Труды НИИ геологии ВГУ. Воронеж: Изд-во ВГУ, 2001. Вып. 2. 198 с.

10. Бруако И. В. Ранние кочевники в Европе X – V вв. до Р.Х. Кишинев, 2005. 357 с.

11. Дановский А. А., Дикарев В. А. К вопросу об абсолютной хронологии изменений уровня Черного и Азовского морей в районе Керченского пролива // Фунда-

ментальные проблемы квартера: итоги изучения и основные направления дальнейших исследований: материалы V Всероссийского совещания по изучению Четвертичного периода. М.: Наука, 2007. С. 100–102.

12. Чеднев Ю. Г. Эволюция лесостепных почв Среднерусской возвышенности в голоцене. М.: Наука, 2008. 211 с.

13. Литвиненко Р. А. Культура Бабино (многоваликовой керамики) и проблема бронзового века бассейна Дона // Археологические памятники Восточной Европы. Межвузовский сборник научных трудов. Воронеж: Изд-во ВГПУ, 2002. С. 76–85.

14. Трегуб Т. Ф., Разуваев Ю. Д. Новые данные об экологической ситуации в правобережье Верхнего Дона в начальные этапы субатлантического периода голоцена // Экологическая геология: научно-практические, медицинские и экономико-правовые аспекты: материалы международной конференции. Воронеж: Изд-во ВГУ, 2009. С. 48–51.

15. Александровский А. Л., Гласко М. П. Природные условия эпохи бронзы и раннего железного века в бассейне Верхнего Дона // Проблемы взаимодействия населения лесной и лесостепной зон Восточно-Европейского региона в эпоху бронзы и раннем железном веке: Тезисы конференции. Тула, 1993. С. 9–10.

16. Сурков А. В. Неолитическая стоянка Плаутино I в Лесостепном Похоперье // Археологические памятники бассейна Дона. Межвузовский сборник научных трудов. Воронеж. Изд-во ВГПУ, 2004. С. 35–47.

ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИЙ ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗ ПЫЛИ ПОМЕЩЕНИЙ С НАТУРАЛЬНЫМ ВОЗДУХООБМЕНОМ

В. Л. Шалабода, С. А. Дмитриева

Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси, Минск; valentinashalaboda@rambler.ru

В работе представлены методы экспресс-анализа пыльцы растений и спор грибов в помещениях с натуральным воздухообменом. Приводится оценка способности различных материалов накапливать бытовую пыль внутри помещений и возможности использования клейкой ленты для фиксации этой пыли. Представлены также результаты изучения сохранности пыльцы в закрытом помещении с естественным воздухообменом.

Аэропалинологические исследования, позволяющие проводить анализ пыльцы растений и спор грибов в атмосферном воздухе, помогают решать ряд других вопросов, связанных с содержанием этих компонентов в составе бытовой пыли. Пыльца и споры, попадая вместе с потоком воздуха в жилые помещения, накапливаются и сохраняются вместе с другой бытовой пылью на различных предметах, а также в подсобных помещениях с естественным воздухообменом. Учитывая то обстоятельство, что современное население около 90 % процентов времени проводит в закрытых помещениях, необходимо иметь научно обоснованную информацию о потенциальной опасности данного типа биологического загрязнения. Первостепенного внимания заслуживают следующие вопросы: видовая принадлежность пыльцы и спор грибов и их количествен-

ное содержание, аллергенная опасность, сезонная динамика, длительность проявления аллергенных свойств, уровень биогенного загрязнения в связи с определенными санитарно-гигиеническими мероприятиями и др. Для решения этих вопросов прежде всего необходима разработка простых и доступных для широкого круга исследователей методов экспресс-анализа пыльцы растений и спор грибов, находящихся в составе бытовой пыли внутри помещений с естественным воздухообменом.

В настоящее время для изучения пыльцы растений в составе бытовой пыли внутри помещений исследователи располагают методами, требующими длительной и сложной обработки материала [1, 3]. Особые затруднения возникают при анализе спор грибов, которые при химической обработке разрушаются, а сферические тех-

ногенные частицы (сферулы) не учитываются. Для определения спор грибов в составе пыли в помещениях требуется выращивание колоний грибов на различных средах и при различных температурах, что в свою очередь требует значительных затрат времени и наличия специального лабораторного оборудования [2]. Это очень важно при детальных исследованиях определенных ситуаций. Однако для предварительной оценки состава бытовой пыли необходимы методы экспресс-анализа, которые прежде всего могут выполнять роль информативных методов для дальнейших более глубоких, детальных исследований, но иногда для быстрой предварительной оценки загрязнения требуется экспресс-ана-

лиз, который не может служить заменой основным методам изучения пыльцы растений и спор грибов в составе бытовой пыли, но может ускорять и дополнять уже известные методы.

Объекты исследования. В наших исследованиях выбирались объекты, расположенные вблизи открытых окон, дверей, на балконах и т. п., где более или менее длительное время накапливалась бытовая пыль. Проведенная нами оценка способности накопления бытовой пыли различными материалами и пригодности к микроскопированию представлена в таблице.

Методы. Подготовка образцов для сканирующего электронного микроскопа (СЭМ). Если материал по-

Оценка способности накопления пыли различными материалами и пригодность образцов к микроскопированию

Материал	Оценка накопления	Пригодность для изучения в СМ	Пригодность для изучения в СЭМ
Вата Марля	Рыхлый материал. Очень хорошо накапливает любую пыль.	Только после вываривания и последующей химической обработки. Неизбежна потеря части материала.	Только после вываривания и последующей химической обработки. Неизбежна потеря части материала.
Фильтровальная бумага	Довольно рыхлый материал. Хорошо накапливает любую пыль.	Зависит от плотности фильтра. С плотных фильтров пыль легко снимается на клейкую ленту. Потери материала незначительны.	Зависит от плотности фильтра. Из плотных фильтров вырезается запыленный участок для просмотра. Потеря материала практически нет.
Газета	Довольно рыхлый материал. Хорошо накапливает любую пыль.	Пыль легко снимается на клейкую ленту. Потери материала незначительные.	Вырезается запыленный участок для просмотра. Потеря материала практически нет.
Чертежная бумага*	Рыхлая бумага, накапливает пыль. Потери материала могут быть большими на стадии подготовки образца (легко стряхивается)	Пыль легко снимается на клейкую ленту. Потери материала с ленты незначительные.	Пыль легко снимается на липкую ленту. Потери материала с ленты незначительные.
Х/б ткань, плотная	Довольно рыхлый материал. Хорошо накапливает любую пыль.	Пыль легко снимается на клейкую ленту. Потери материала незначительные.	Вырезается запыленный участок для просмотра. Потеря материала практически нет.
Шерстяная ткань	Довольно рыхлый материал. Хорошо накапливает любую пыль.	Пыль плохо снимается на клейкую ленту. Потери материала значительные.	Из-за большой ворсистости материала прямой просмотр исключен. Пыль плохо снимается на клеюкую ленту. Потери материала значительные.
Полиэтиленовая пленка	Мало накапливает. Остается более клейкая пыльца. Неизбежно искажение данных.	Пыль легко снимается на клейкую ленту. Потери материала незначительные.	Пыль легко снимается на клейкую ленту. Потери материала незначительные.

* Чем выше качество бумаги, тем меньше на ней накапливается пыли. Ватман (ГОСЗНАК) и калька практически не накапливают пыли, при подготовке образца она легко стряхивается.

Продолжение таблицы

Материал	Оценка накопления	Пригодность для изучения в СМ	Пригодность для изучения в СЭМ
Глянцевая бумага	Практически не накапливает. Пыль легко стряхивается. Остается более клейкая пыльца. Неизбежно искажение данных	При осторожном обращении пыль легко снимается на клейкую ленту.	При осторожном обращении пыль легко снимается на клейкую ленту.
Деревянные изделия, покрытые лаком	Мало накапливает. Остается более клейкая пыльца. Неизбежно искажение данных	Пыль легко снимается на клейкую ленту. Потери материала незначительные.	Пыль легко снимается на клейкую ленту. Потери материала незначительные.
Необработанная древесина	Материал с шершавой поверхностью. Хорошо накапливает пыль.	Плохо снимается на клейкую ленту. Потери материала большие.	Плохо снимается на клейкую ленту. Потери материала большие.
Рубероид	Материал с шершавой поверхностью. Хорошо накапливает пыль.	Только после смывания и вываривания с последующей химической обработкой. Неизбежна потеря части материала	Только после смывания и вываривания с последующей химической обработкой. Неизбежна потеря части материала
Шифер	Материал с шершавой поверхностью. Хорошо накапливает пыль.	На клейкую ленту можно снять только часть материала. Неизбежна потеря части материала	На клейкую ленту можно снять только часть материала. Неизбежна потеря части материала
Необработанная древесина	Материал с шершавой поверхностью. Хорошо накапливает пыль.	На клейкую ленту можно снять только часть материала. Неизбежна потеря части материала	На клейкую ленту можно снять только часть материала. Неизбежна потеря части материала
Клейкая лента (скотч)	Хорошо накапливает пыль	Просматривается полностью	Просматривается полностью

зволяет, то из него вырезаются небольшие куски (1 см²) и наклеиваются на предметный столик. Подготовленный таким образом образец пригоден только для СЭМ.

Комплексная подготовка образцов для СЭМ и светового микроскопа (СМ).

Вариант А. Отбор пыли нами производился на прозрачную двухстороннюю клейкую ленту или на прозрачную одностороннюю клейкую ленту, что является обычным и широко практикуется в аналогичных исследованиях. Для извлечения материала используется следующие методы:

Метод 1: на предметное стекло наклеивается прозрачная двухсторонняя клейкая лента (рис. 1); стекло вместе с лентой переворачивается и прикладывается к объекту; операция повторяется многократно и последовательно; по мере заполнения ленты, которое определяется на глаз, останавливается процесс отбора материала на этом стекле и продолжается на другом.

Метод 2: односторонняя прозрачная клейкая лента (рис. 2) закрепляется на катушке клейкой стороной наружу; катушка с клейкой лентой последовательно про-

катывается по поверхности изучаемого объекта; лента заменяется по мере заполнения. Далее клейкая лента обрабатывается в зависимости от того, в каком микроскопе осуществляется просмотр (рис. 7).

Вариант Б. Отбор пыли производится на хлопчатобумажную (х/б) ткань, которую можно просматривать в СЭМ или снимать с нее материал на клейкую ленту для просмотра в СМ (рис. 3–6).

Подготовка образцов для просмотра в сканирующем электронном микроскопе. После извлечения частиц по вариантам А и Б, небольшие куски клейкой ленты с образцом на поверхности вырезаются и наклеиваются на стеклянные квадратики площадью 1 см². Образцы закрепляются на препарационном столике для СЭМ при помощи клея и напыляются углем, а затем золотом. Напыление проводится для нанесения проводящей пленки на поверхность образца. Для просмотра достаточно только угольного напыления. Двойное напыление углем и золотом позволяет получить более контрастное изображение на рыхлом материале при больших увеличениях и применяется, если нужно получить микрофотографии (микрофотографии) образца.



Рис. 1. Двухсторонняя прозрачная клейкая лента

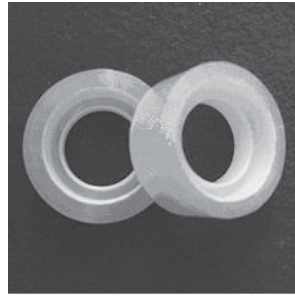


Рис. 2. Односторонняя прозрачная клейкая лента

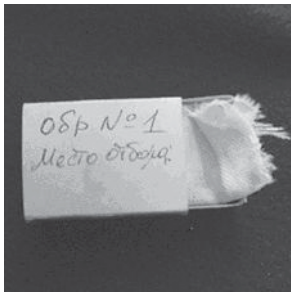


Рис. 5. Хлопчатобумажная ткань с образцом пыли завернута запыленной стороной внутрь и помещена в спичечный коробок

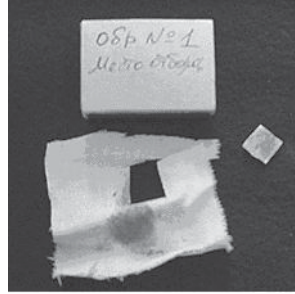


Рис. 6. Хлопчатобумажная ткань извлечена из спичечного коробка; из нее вырезан запыленный участок 1 см² для просмотра в СЭМ

Подготовка образцов для просмотра в СМ. Для подготовки препаратов использовалась Инструкция [4], разработанная нами совместно с РНПЦ «Гигиены и санитарии». Мы использовали метод окрашивания фуксином: на полученный образец наносилась растопленная до жидкого состояния глицериножелатиновая смесь, окрашенная фуксином; образец закрывался покровным стеклом; остывшая глицериножелатиновая смесь фиксировала образец, а фуксин окрашивал органику. Пыльца приобретала розовый цвет разной интенсивности и хорошо выделялась на фоне пыли и волокон бумаги или ткани.

Описанная методика позволяет также просматривать в СМ образцы, которые вначале были изучены в СЭМ (напыление не мешает окрашиванию объектов). Для этого стеклянная подложка вместе с лентой снималась с препаративного столика, на образец наносилась глицериножелатиновая смесь, окрашенная фуксином, затем образец накрывался покровным стеклом. В готовом виде образец представляет собой небольшой квадратик площадью около 1 см². Сбоку к образцу прикреплялась этикетка.

Для изучения накопления пыльцы на различных материалах с последующим ее снятием, была проведена серия опытов, при которых на различные материалы наносилась пыльца сосны (*Pinus sylvestris* L.) и ежи сборной (*Dactylis glomerata* L.). Затем материал стряхивался. В СМ определялось приблизительное количество оставшейся пыльцы. Поверхность материалов с остатками пыльцы обрабатывалась при помощи клейкой ленты. Материал снова просматривался в СМ. Отмечалось количество оставшейся пыльцы.

Результаты и обсуждения

Установлено, что лучше всего пыльцу и споры накапливают вата, марля, фильтровальная бумага, ткань

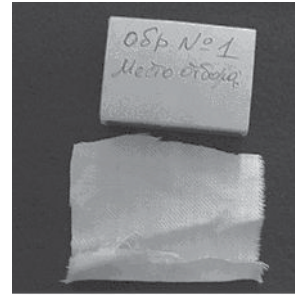


Рис. 3. Хлопчатобумажная ткань для отбора пыли и спичечный коробок для хранения ткани

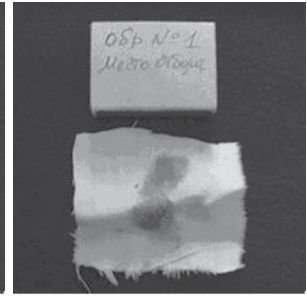


Рис. 4. Хлопчатобумажная ткань с образцом пыли и спичечный коробок для хранения ткани

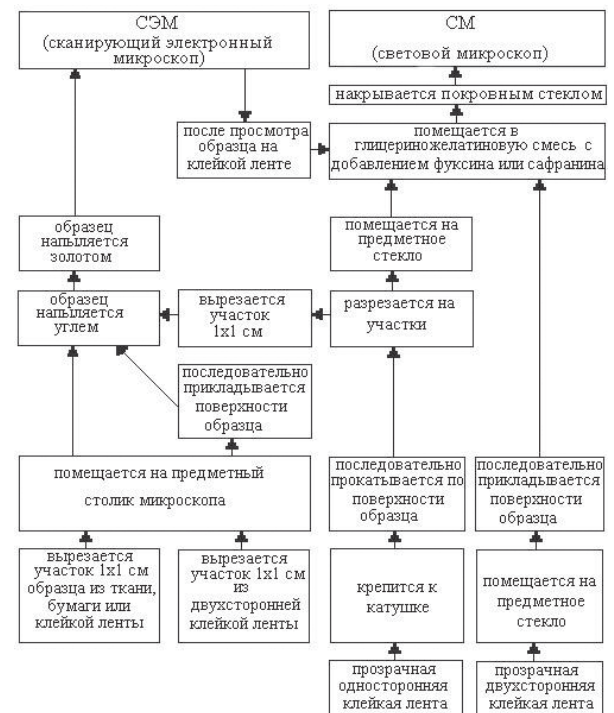


Рис. 7. Схема отбора и обработки образцов пыльцы и спор для различных микроскопов

и газетная бумага (см. таблицу). Но для исследования в микроскопе методом экспресс-анализа больше всего подходит х/б ткань и газетная бумага. С более рыхлого материала пыльца и споры плохо снимаются, а более гладкий материал плохо накапливает.

В бытовой пыли городов постоянно присутствуют сферические частицы с кристаллизованной поверхностью (рис. 8), химический анализ которых провести трудно из-за их малых размеров (от 1 до 10-15 мкм). Наибольшее количество таких частиц наблюдается в технических помещениях, на балконах. Малые размеры этих частиц способствуют их проникновению вместе с потоком воздуха в легкие людей, в результате чего они могут травмировать слизистую и усугублять или провоцировать аллергическую реакцию на пыльцу растений и споры грибов.

Исследования по таксономическому составу пыльцы и спор в бытовой пыли г. Минска проводились нами в различных районах города и в различных помещениях: в квартирах, на открытых балконах, в гаражах и некоторых других подсобных помещениях (исследовано около 100 образцов). Для контроля использова-

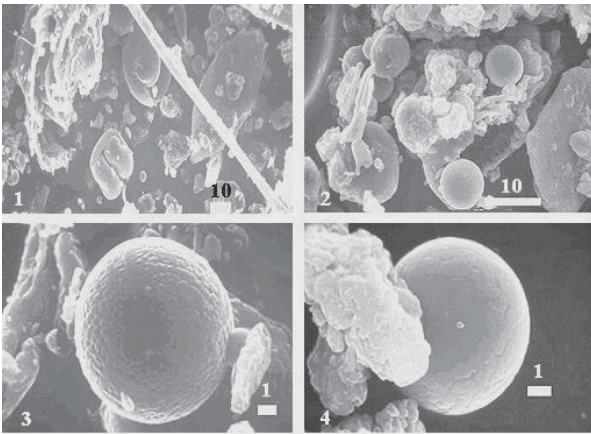


Рис. 8. Бытовая пыль в СЭМ. 1 — пыльца сосны в составе пыли; 2 — обрывки пыльцы и сферические частицы в составе пыли; 3, 4 — сферические частицы с кристаллизованной поверхностью. Линейка в микрометрах

лись данные, полученные с помощью стандартной семидневной ловушки Буркарда и с помощью пыльцевых гравитационных мини-ловушек, экспонированных подекадно с 21 марта по 1 июня в 30 точках города (исследовано 210 образцов). Установлено, что таксономический состав пыльцы растений и спор грибов как снаружи, так и внутри помещений имеет большое сходство. Пыльца сосны и березы доминирует во всех образцах, создавая фон препаратов. Практически во всех изученных образцах присутствовала пыльца ольхи и лещины, что свидетельствовало о начале накопления пыльцы в составе пыли с самого начала весеннего цикла пыления. Отмечалась анемофильная пыльца клена ясенелистного (*Acer negundo* L.), особенно в районах частной застройки, где этот вид, используемый для озеленения, дичает и распространяется самостоятельно, занимая свободные участки. Пыльца липы представлена в атмосферном аэрозоле единичными пыльцевыми зернами. В нескольких образцах бытовой пыли, собранных на нижних этажах зданий, эта пыльца преобладала, что связано с высотой деревьев и близостью их расположения к месту отбора.

Для выяснения вопроса о длительности сохранения материала был проведен опыт с отбором пыли за полуоткрытым окном. Первый раз пыль была собрана летом на х/б ткань и хранилась в закрытой коробке. Второй раз пыль собирали весной. Зимой и осенью пыль за окном подвергалась воздействию атмосферного воздуха. В результате было установлено, что пыльца и споры из первого образца практически не изменились, во втором образце часть пыльцы была разрушена. Просмотр образцов в СЭМ дал почти такой же результат, но во втором образце обнаружилось, кроме разрушенных пыльцевых зерен, много пыльцы с гифами грибов на поверхности.

Окрашивание фуксином показало, что пыльца таких аллергенов как ольха, лещина, тополь, береза, клён хорошо окрашивается и практически не отличается от окрашенных пыльцевых зерен в сезон пыления. Свежие споры некоторых грибов также окрашивались фуксином, но при высыхании приобретали более толстую оболочку и не окрашивались как в одном, так и во втором образце. Можно утверждать, что определение сроков накопления пыльцы проблематично, если

накопление и сохранение ее происходило в условиях, препятствующих развитию плесенных грибов. Иногда, при проведении криминалистической экспертизы, если срок пыления того или иного таксона еще не наступил, мы можем говорить о пыльце из предыдущих сезонов. Изредка данные о времени накопления можно получить, если знать цикличность пыления некоторых деревьев, дальность распространения пыльцы и небольшие сроки ее накопления. Например, в районе г. Минска не каждый год в составе весенне-летнего аэрозоля отмечается пыльца ели, дуба, липы, в то время как представители последних двух родов цветут каждый год. В некоторых случаях близость скверов и парков с экзотическими растениями к месту отбора образцов обогащает аэрозоль и бытовую пыль пыльцевыми зернами растений не характерными для флоры Беларуси. Однако данные факты требуют более длительного и детального исследования.

Закключение. Преимущество предлагаемой и используемой нами методики заключается в следующем: материал быстро готовится к просмотру (фиксация и окрашивание занимают мало времени); пыльца растений, споры грибов и техногенные частицы находятся в одном образце; в образце присутствуют споры аллергенных и патогенных грибов, которые не прорастают на питательных средах. Вместе с тем сравнение и определение пыльцы и спор проводится при помощи СМ по эталонным препаратам, приготовленным по такой же методике и по имеющимся атласам пыльцы и спор. Просмотр отдельных образцов в СЭМ используется как вспомогательный метод для уточнения определений.

Проведенные исследования показали пригодность и достаточно высокую информативность экспресс-метода изучения пыльцы растений и спор грибов в пыли помещений с естественным воздухообменом. При невозможности использовать клейкую ленту, отбор пыли можно производить на х/б ткань с последующей ее изоляцией (пакетик, спичечный коробок и т.п.). Таксономический состав пыльцы и спор грибов в закрытом помещении и в атмосферном аэрозоле сходен в большинстве случаев. Однако уровни содержания могут существенно различаться в зависимости от особенностей потока воздуха. Негативные факторы, связанные с воздействием пыльцы и спор в закрытых помещениях могут быть снижены за счет ограничения поступления воздуха в помещения во время пыления аллергенных растений.

Литература

1. Алиева Р. М., Градусова О. Б., Куропатина Н. Д., Нестерина Е. М. Применение спорово-пыльцевого анализа в практике производства судебно-почвоведческих экспертиз // Палинология, стратиграфия и геоэкология: Сб. научных трудов XII Всерос. палин. конференции. СПб., 2008. Т 1. С. 227–230.
2. Гриценко Т. Д., Науменко Т. Е., Катулина Т. А. и др. Санитарно-гигиеническое обследование, обнаружение и оценка признаков биоповреждения больничного здания // Здоровье и окружающая среда: Сб. науч. трудов. Минск, 2008. Вып. 11. С. 63–68
3. Леунова В. М., Токарев П. И. Применение методов палинологии в криминалистике // Палинология, стра-

тиграфия и геоэкология: Сб. научн трудов XII Всерос. Палин. конференции. СПб., 2008. Т. 1. С. 267–270.

4. Организация стационарных и временных точек мониторинга пыльцы растений и спор грибов в атмосферных аэрозолях: инструкция по применению // Со-

временные методы диагностики, лечения и профилактики заболеваний: Сб. инструкт. метод. док-тов. Т. 6: Организация и управление здравоохранением. Гигиена и эпидемиология. Фармация. Минск, 2007. С. 201–216.

Авторский указатель

Brindza J.	I	26	Гвоздева И. Г.	I	93
Grygorieva O.	I	26	Герман А. Б.	I	119
Jankovska V.	I	108	Гильдин С. М.	I	115
	II	263	Гладенков А. Ю.	I	258
Klymenko S.	I	26	Гнибиденко З. Н.	II	66
Knoll A. H.	I	147	Головко В. В.	II	230, 235
Ostrolucká M. G.	I	26	Голубева Ю. В.	II	68
Ostrovský R.	I	26	Гоманьков А. В.	I	20
Sergeev V. N.	I	147	Гоник Е. И.	I	136
Toth D.	I	26	Горовая М. Т.	II	71
Vorob'eva N. G.	I	147	Горячева А. А.	I	122
			Гребенникова Т. А.	I	261
Абзаева А. А.	II	7	Григорьева В. В.	I	22, 40, 59
Аблаев А. Г.	II	9	Гудельман А. А.	I	158
Александрова Г. Н.	II	18	Гусев Е. А.	II	74
Александровский А. Л.	II	238	Гутак Я. М.	I	113
Андерсон П. М.	I	77			
	II	10, 139, 196	Данилова А. В.	I	125
Андреев А. А.	II	157, 176	Демидова С. В.	II	185
Андреева О. О.	II	13	Деревянко Л. Г.	II	74
Антонова В. А.	I	113	Дзюба О. Ф.	II	149, 248, 253
Анциферова Г. А.	I	249, 252	Дмитриева С. А.	II	311
Аристов В. А.	I	184	Донова Н. Б.	I	131
Аркадьева О. В.	I	115	Доржнамжаа Д.	I	210
Арсланов Х. А.	II	171	Дорожкина М. В.	II	296
Афанасьева Н. Б.	II	23	Дрозд Е. Н.	II	82
Ахтерьякова А. В.	II	24			
			Евстигнеева Т. А.	II	77
Бабенко А. Н.	I	80	Еловичева Я. К.	II	80, 82
Байрамова Ш. Ш.	II	27	Еремеев А. А.	II	84
Безрукова Е. В.	II	30, 34, 286	Ерёменко Е. А.	II	116
Безусько А. Г.	II	38	Ершова Е. Г.	II	238
Безусько Л. Г.	II	38			
Белянин П. С.	II	41	Жарикова Л. П.	II	87
Белянина Н. И.	II	171, 229	Жуйкова И. А.	II	93
Бискаборн Б.	II	190			
Бляхарчук Т. А.	II	224	Завьялова Н. Е.	I	29
Боголюбова А. Н.	II	278	Запорожец Н. И.	II	96
Болиховская Н. С.	II	43, 48	Зарецкая Н. Е.	II	68
Большиянов Д. Ю.	II	190	Збукова Д. В.	I	133
Борисова О. К.	I	85	Зерницкая В. П.	II	100, 104
Брицкий Д. А.	I	22, 59	Зюганова И. С.	II	108, 162
Бугдаева Е. В.	I	173, 177			
	II	53	Иванина А. В.	I	136
Бурканова Е. М.	II	57	Иванников Р. В.	I	33
			Иванов Н. Ф.	I	267
Вавилова С. В.	I	272	Ивлева В. И.	I	47
Вагина Н. К.	II	60, 219	Ильина Н. В.	I	140
Васильева О. Н.	I	255	Истомин В. Л.	II	235
Вахрамеева П. С.	II	190			
Ващенко Н. Г.	II	71	Кайтамба М. Д.	II	111
Волкова В. С.	II	64, 66	Калугин И. А.	II	176
Волкова Е. М.	II	162	Каревская И. А.	II	113, 116
Волкова О. А.	I	56, 89, 95	Карцева Л. А.	II	271
			Кезина Т. В.	II	242, 245
Гаврилова О. А.	I	17, 59	Ковальская Л. А.	I	35
Ганзей Л. А.	II	171	Колунчукова М. А.	I	92

Колька В. В.	I	275	Молодьков А. Н.	II	48
	II	130	Морозова Е. А.	I	102
Комзина Т. И.	II	87		II	157
Коробков А. А.	I	40	Мохова Л. М.	II	292
Корона О. М.	II	267	Мchedlishvili Н. Ш.	II	210
Корсакова О. П.	I	275			
	II	130	Найдина О. Д.	II	160
Косенко Я. В.	I	38, 56, 95	Нарьшкина Н. Н.	II	77
Костеша О. Н.	I	142	Неберикутина Л. Н.	I	184
Кочубей О. В.	II	149, 248	Ненашева Г. И.	II	294
Краснорущкая К. В.	II	119	Новенко Е. Ю.	II	119, 162
Краюшкин А. В.	I	210	Носова М. Б.	I	89, 95
Крутских Н. В.	II	260			
Кузнецова Т. И.	I	252	Обрезкова М. С.	II	60
Кузьмичев А. Б.	II	18	Обуховская В. Ю.	I	197
Кузьмичева Е. А.	II	123	Овчинникова С. В.	I	42, 47
Кулагина Н. В.	II	30, 127	Огданец Л. В.	I	158
Куликова В. В.	I	150	Орехова М. Г.	II	271
Курманов Р. Г.	II	84, 257	Орлова О. А.	I	169
Кущенко К. П.	II	235	Останин Н. Б.	II	157
			Ошуркова М. В.	I	50
Лаврова Н. Б.	II	130, 134			
Лазарева О. В.	II	260	Павлова Е. Ю.	II	296
Лаптева Е. Г.	II	263, 267	Панова Н. К.	II	263, 299
Лаухин С. А.	II	137	Пещевицкая Е. Б.	I	200
Левковская Г. М.	II	271, 278	Питулько В. В.	II	296
Летунова П. П.	II	30, 286	Плещивцева Э. С.	II	166
Леунова В. М.	I	17, 38, 56,	Подойницына С. В.	II	253
	I	59, 64	Пожидаев А. Е.	I	59
	II	248	Полевова С. В.	I	54, 56, 64, 70
Литвиненко Н. Д.	II	245	Посевина Ю. М.	II	303
Ложкин А. В.	I	77	Прежбиц А.	I	29
	II	10, 139, 196	Прибылова Е. П.	II	302
Лосева Э. И.	I	263	Пухонто С. К.	I	206
Львов С. В.	I	212			
Лящевская М. С.	II	142	Рагозина А. Л.	I	210
			Раевская Е. Г.	I	103
Макарова И. Р.	I	158	Разжигаяева Н. Г.	II	171
Мамонтов Д. А.	I	169	Репин Н. В.	II	294
Манцурова В. Н.	I	162	Репина К. Н.	II	294
Маркевич В. С.	I	173, 177	Родыгин С. А.	I	113
	II	53	Романова Е. С.	I	56
Марченко-Вагапова Т. И.	II	146	Ростовцева Ю. И.	I	215
Махнач Н. А.	II	100	Рубан Д. А.	II	174
Махнева С. Г.	II	288	Рудая Н. А.	II	176
Мацко В. П.	II	271	Руденко О. В.	II	180
Медведева Л. М.	I	181	Рыбьякова Ю. В.	II	182
Меншиков С. Л.	II	288	Рылова Т. Б.	II	185
Мещеряков М. А.	II	248	Рябокоть А. В.	I	200
Мещерякова Е. Ю.	II	149			
Микишин Ю. А.	I	93	Савельева Л. А.	I	102
Минина О. Р.	I	184		II	190
Минникова Н. И.	I	249	Савченко И. Е.	II	185
Минюк П. С.	II	139	Сандакова Л. Г.	I	188
Михайленко Ю. В.	I	267	Сапелко Т. В.	II	191
Михайлова Л. В.	I	40	Сафарова С. А.	II	9
Михайлова Т. Е.	I	188	Свенторжецкая О. Ю.	I	59
Михницкая Т. П.	I	191	Северова Е. Э.	I	56, 64, 89, 95
Могучева Н. К.	I	194		II	123, 303

Селькова Л. А.	I	212	Филимонова Л. В.	II	205
Сережникова Е. А.	I	210	Филиппов В. Н.	I	263
Симакова А. Н.	II	194			
Сквернюк И. И.	II	271	Хасанов Б. Ф.	II	123
Сметанникова Л. И.	II	87	Херцшух У.	II	190
Смирнова С. Б.	I	215	Хурсевич Г. К.	II	185
Смокотина И. В.	I	218			
Соломаткина Т. Б.	I	99	Цой И. Б.	II	219
	II	196	Цымбалюк З. Н.	I	68
Стафеев А. Н.	I	215			
Стенина А. С.	I	272	Чернов С. З.	II	238
Стукова Т. В.	I	221			
Суворова Е. Б.	I	224	Шалабода В. Л.	II	311
Суханов А. А.	I	158	Шатилова И. И.	II	210
Суханова Т. В.	I	215	Шахбазова В. Г.	II	213
			Швамборн Г.	II	157
Тагиева Е. Н.	II	202	Шелехова Т. С.	I	275
Тарасевич В. Ф.	I	20, 59	Ширрмайстер Л.	II	157
Теклёва М. В.	I	56, 64	Шпуль В. Г.	II	215
Титова Д. В.	I	102	Шуклина А. С.	I	70
	II	190	Шурекова О. В.	I	103
Трегуб Т. Ф.	II	308			
Трубицына А. Н.	I	229	Энхбаатор Б.	I	210
Трусова Е. В.	I	233			
Турнау Э.	I	29	Ямских Г. Ю.	II	222
			Янковска В.	I	108
Фаргунагова Л. М.	I	188		II	263
Федоров Г. Б.	II	157	Ярема И. В.	II	38
Федюнин И. В.	II	308	Ярошенко О. П.	I	242
Фефилова Л. А.	I	224, 237			

Abstracts

Cenozoic palynology

Vegetation change of the north Baikal basin in the Late Glacial and Holocene

A. A. Abzaeva^{1,2}

¹Institute of Archeology and Ethnography, Siberian Branch of RAS, Novosibirsk; abzaeva@igc.irk.ru

²Institute of Geochemistry, Siberian Branch of RAS, Irkutsk

Results on pollen studies for the lacustrine-boggy sediments obtained from the Lake Baikal northern basin are presented. The stratigraphic sequence spans the last 16000 years comprising sediments of the Last Glacial termination and the Holocene itself. Several rather sharp vegetation fluctuations took place over this time with different periodicity close to 300—500 years. Short climatic ameliorations being analogous to Belling and Allerød are well pronounced in the records studied. Sharp transition to the warm climatic conditions occurred ca. 10000—9000 BP. Regional Holocene optimum terminated ca. 6000 BP.

First paleontological substantiation of the age Erkovetskoe brown coal deposit

A. G. Ablaev¹, S. A. Safarova²

¹Pacific Oceanological Institute, Far East Branch of RAS, Vladivostok; ablaev@poi.dvo.ru

²Institute of Oceanology RAS, Moscow; s.safarova@mail.ru

Erkovetskoe brown coal deposit is located within Zeysk-Bureya depression at Amur River region. Analysis of the gathered plant residues collection, including discovered and described *Sequoia* sp., *Metasequoia accidentalis*, *Cordia japonica*, *Plafkeria*, *Bytneria*, allowed speaking on the subject of the Eocene age of the entire terrigenous carboniferous stratum of this brown coal deposit with great certainty.

Holocene palynoflora by northern part of Podolia (Ukraine)

O. Andrieieva

Institute of Ecology of the Carpathians, National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv, Ukraine; andrieieva.olga@gmail.com

The information about Holocene palynoflora of the northern part of Podolia is presented. The list of Holocene palynoflora consists of 131 taxa including 62 families and 78 genus and 37 species. *Abies* sp., *Larix* sp., *Marsilea* sp., *Atriplex pediculata*, *A. verrucifera*, *Eurotia cerasoides*, *Halocneum strobilaceum*, *Salsola soda*, *Suaeda confusa* are absent in modern region flora.

Pollen records from Lakes of Beringia

P. M. Anderson¹, A. V. Lozhkin²

¹Earth and Space Sciences and Quaternary Research Center, University of Washington, Seattle, USA; pata@u.washington.edu

²Northeast Interdisciplinary Scientific Research Institute, Far East Branch of RAS, Magadan; lozhkin@neisri.ru

Beringia, which spans the areas of North-East Asia and far northwestern North America, played a main role in the development of Arctic and Subarctic climates and biota. Until approximately 12 thousand years ago, the Eurasian and North American continents were joined by the Bering Land Bridge. The presence of this Land Bridge in many respects determined which plant and animal species spread from one continent to the other and also influenced the migration of early human populations. The palynological analysis of sediments deposited in lakes formed by glacial, colluvial, and tectonic processes located in the different phytogeographic regions of Beringia provide continuous records of climate and vegetation changes during the late Pleistocene and Holocene. The chronologies associated with the pollen zones are based on radiocarbon dating and paleomagnetism, and generally correspond with marine oxygen isotope stages. The unique records of changes in Beringian environments during isotope stages 1-4 are provided by lake sediments of mountain regions of the Kolyma River basin, Northern Priokhot'ye, Southern Chukotka, and Alaska.

Age of the Paleogene sediments in the lagoon Nerpalah (Kotel'nyi Island) according to palynological data

G. N. Aleksandrova, A. B. Kuzmichev

Geological Institute RAS, Moscow; dinoflag@mail.ru

The study of spore-pollen spectra and dinocysts from the sections of eastern and southern shore of the lagoon Nerpalah revealed the presence of Ypresian—(?) Lower Lutetian deposits on the island of Kotel'nyi (New Siberian Islands). Determined complex of dinocysts is similar to the complexes of Franklin Bluffs Member of the northern slope of Alaska and the Taglu sequence of Beaufort Sea, as well as complex of dinocysts from the lithocomplex 2 of Lomonosov Ridge.

Forest stages in history of peat bogs of the National park «Russky Sever»

N. Afanasyeva

Cherepovets State University, Cherepovets;
astnat@yandex.ru

The work is based on geobotanical and paleoecological field studies, which have been conducted since the 1990-s on the premises of the national park “Russky Sever”, which is situated in the Kirillov District, Vologda Region. It contains information about reconstruction of the forest history according to the results of pollen analysis and botanic analysis of the macroresidues in the peat.

Palynostratigraphy of Holocene floodplain terrace peatland in the Demyanka River Basin

A. V. Akhteryakova

Tomsk State University, Tomsk; *ava_tomsk@mail.ru*

The paper describes refined results of the complex study of the Torfyanoy Yar in the Demyanka River Basin (the right tributary of the Irtysh River). Peat sediments were forming under three lithofacial conditions: the bed, the oxbow, the peat bog. The peat accumulation started about eight thousand years ago. Seven palynological zones were established with the use of the spore-pollen analysis.

Palinological features of the Maykop deposits (Oligocene—Lower Miocene) of South-Eastern ending of Great Caucasus

Sh. Sh. Bayramova

Institute of Geology, Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan; *shafaqbayram@rambler.ru*

Pollen complexes of the Maycop Series have been researched and the diagram of their stratigraphic distribution has been elaborated (Case study — Perekeshkul outcrop of South-Eastern endings of the Great Caucasus). Four palynozones confined to Hadum (Earlier Rupel), lower (Late Rupel, Early Chatt and Late Chatt) and Upper (Caucasian age) Maycop have been defined. Fractional description of pollen complexes of the defined palynozones has been given and paleogeographical conditions of sedimentation of enclosing (bearing) rocks have been restored.

Evidences of environmental instability in Eastern Siberia over the Holocene

E. V. Bezrukova^{1,2}, P. P. Letunova^{1,2},
N. V. Kulagina³

¹Institute of Archaeology and Ethnography, Siberian Branch of RAS, Novosibirsk; *bezrukova@igc.irk.ru*

²Institute of Geochemistry, Siberian Branch of RAS, Irkutsk

³Institute of the Earth Crust, Siberian Branch of RAS, Irkutsk; *kulagina@crust.irk.ru*

Here we present results on the variability of the regional arboreal vegetation and its two major complexes (dark-coniferous and light-coniferous forests) over the Holocene on the basis of the analysis for several fine-resolution and adequately dated pollen records. Pollen records are considered to be a good proxy records for environmental reconstructions in the past. Results have demonstrated that on the whole Holocene environment variations in south of Eastern Siberia were considerable enough, though their amplitude was much weaker, than it was characteristic for dramatic shifts throughout the Last glacial cycle. Comparison of chronology and amplitude of Holocene environment variations in the south of Eastern Siberia with climatic records from some global key sections ($\delta^{18}\text{O}$ from the Greenland ice sheet, and $\delta^{18}\text{O}$ from cave stalagmites in China) has shown that variability of a regional climate and vegetation is in a close teleconnection with global climate changes.

Late Pleistocene interglacial-glacial climate variability in the Baikal region

E. V. Bezrukova^{1,2}

¹Institute of Archaeology and Ethnography, Siberian Branch of RAS, Novosibirsk; *bezrukova@igc.irk.ru*

²Institute of Geochemistry, Siberian Branch of RAS, Irkutsk

The profound cyclic changes characteristic of the climate in the Quaternary can be exemplified by variations in the structure of landscapes and composition of the vegetation during the last climatic cycle in one of the key regions of Northern hemisphere — Lake Baikal watershed. The climatic records from Lake Baikal are unique as they are retrieved from continuous well dated (by radiocarbon and paleomagnetic methods) sequences of bottom sediments from super-deep intracontinental lake, which was not frozen up to the bottom during glacial periods. A remarkable feature in the evolution of the vegetation in the region was the maximum distribution of fur-tree sparse growth at the beginning of each glacial-interglacial period for the last 130 ka. For the first time we have distinguished two intervals with a different moisture regime (atmospheric and soil) accessible to plants for MIS-4. As a whole the forest dark-coniferous vegetation during the last climatic macrocycle had its maximum development only twice — in conditions of moderate-humid and cool climate of MIS-5e and Early—Middle Holocene (MIS-1).

Natural and anthropogenic changes
of vegetative cover on the territory
of Regional landscape park «Nadsansky»
(Ukrainian Carpathians) in the Late Holocene

A. G. Bezusko¹, L. G. Bezusko², I. V. Jarema³

¹National University «Kyiv-Mohyla Academy», Kyiv,
Ukraine; *bezusko@ukma.kiev.ua*

²M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of
Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine; *syst@botany.kiev.ua*

³The OSCE project Co-ordinator, Kyiv, Ukraine;
iryana.iarema@osce.org

The results of palynological and radiocarbon studies of late Holocene deposits from the sphagnum bog Meshok located in the Regional Landscape Park «Nadsansky» (Turka District, Lviv Region) are provided at the first time. The general composition of the fossil palynoflora is determined. It contains 109 taxa identified with precision of different ranks (3 orders, 45 families, 21 genus, and 43 species). The detailed picture of natural and human-induced changes in the structure of vegetation of the studied area within the last 500 years was reconstructed.

Development of paleolandscapes
of the Bikin River Basin in the Middle
and Late Holocene under conditions
of climate cooling

P. S. Belyanin

Pacific Institute of Geography, Far East Branch of RAS,
Vladivostok; *pavelbels@yandex.ru*

The results of biostratigraphic dismemberment of the Middle—Late Holocene sediments is under consideration. Based on obtained data, the development of paleolandscapes of the Bikin River basin under conditions of climate cooling of the Middle—Late Holocene has been reconstructed.

Features of vegetation and climate
evolution in arid regions of the European
Russia during the Holocene

N. S. Bolikhovskaya

Moscow State University, Moscow; *nbolikh@geogr.msu.ru*

The results of the palynological analysis and ¹⁴C dating of the most complete sequences of the Holocene sediments were used for a detailed reconstruction of multi-cyclic alternations of climate phases and zonal and intra-zonal plant formations that were taking place the Lower Volga region during the last ten thousand years. Twenty-six phases of changes in the natural environment during the Holocene were isolated. Landscape-climatic characteristics and chronological boundaries were identified for these phases. Reconstructed paleoclimatic stages were

correlated to the Holocene transgressions and regressions in the Caspian Sea region. The model developed for periodization of climatic events may serve as a climato-stratigraphical framework for future paleogeographical studies of the Holocene in the Northern Caspian region.

Climate-chronostratigraphic framework
of the Neopleistocene of Northern Eurasia
(by results of palynological
and IR-OSL/ESR analyses of sediments)

N. S. Bolikhovskaya¹, A. N. Molodkov²

¹Moscow State University, Moscow, Russia;
nbolikh@geogr.msu.ru

²Tallinn University of Technology, Tallinn, Estonia;
molodkov@gi.ee

For the construction of the Pleistocene climate-chronostratigraphic framework of Northern Eurasia that spans the last 900 kyrs of Pleistocene, the authors have integrated unique data from our independent individual databases obtained in the course of long-term palynological studies of the most continuous sections of Pleistocene deposits and absolute chronology of deposits mainly from raised marine sequences. Vegetation and climate evolution during this time has been reconstructed by palynological and multidisciplinary data from the reference sections of the glacial-periglacial and extraglacial areas in the East-European plain. Chronostratigraphic position of the identified palaeoenvironmental events and corresponding horizons in the composite chronostratigraphic column is established from mollusc-based electron spin resonance (ESR) chronology of deposits associated with warm intervals and high sea-level stand. In some cases, valuable data were provided by feldspar-based infra-red optically-stimulated luminescence (IR-OSL) chronology of deposits.

The coals of the Amur River Region: age,
conditions of formation and plant basis

E. V. Bugdaeva, V. S. Markevich

Institute of Biology and Soil Science, Far East Branch of
RAS, Vladivostok; *bugdaeva@ibss.dvo.ru*

The coal-forming plants from the early Paleocene mines of Zeya-Bureya Basin (Amur River region) were studied. For the first time from the coals of this area the dispersed cuticles of the taxodiales were obtained. It was revealed that since the Danian the taxodiales became edificators supplying abundant plant material for coal formation.

Paleoenvironments of the Lugovskoe mammoth site

E. M. Burkanova

Tomsk State University, Tomsk; *burkanova@ggf.tsu.ru*

The complex investigation of 235 samples was performed from the known mammoth fauna site Lugovskoye. The burial of fossil remains occurred on the hydromorphic beach solonchak formed within the ravine approximately 17000—9500 years ago. The detailed reconstruction of the environs was fulfilled for the second half of the Sarmatian and Holocene times.

Recent palynological spectra and diatom flora from the Amur River estuary and adjacent areas surface sediments

N. K. Vagina, M. S. Obrezkova

Pacific Oceanological Institute, Far East Branch of RAS, Vladivostok; *vagina@poi.dvo.ru*

Results of the study of the palynological spectra and diatom flora from surface sediments of the Amur River Estuary and adjacent areas of the Sea of Japan and the Sea of Okhotsk are presented. Palynological spectrum composition is mixed and is characterized by different in ecology, age and geographical distribution species and genera. The study revealed high diatom species diversity, and ecological composition of diatom assemblages allowed us to evaluate the influence of the Amur River runoff on adjacent areas of the seas.

Types of flora and their significance for Quaternary stratigraphy of Siberia

V. S. Volkova

A. A. Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of RAS, Novosibirsk; *VolkovaVS@ipgg.nsc.ru*

Results of palynological study of Quaternary deposits of Siberia are given. Features of change of flora in Quaternary deposits, which belong to certain vegetative formations, are shown. On the basis of the analysis of consecutive change of structure of vegetative formations four types of flora were described. It is established that they have certain indicators of climate, which are used for the partition of deposits of different genesis of glacial and interglacial periods.

Palynoflora and Paleomagnetism of Upper Oligocene deposits of Turtas (Zhuravka) Horizon on the Western Siberia

V. S. Volkova, Z. N. Gnibidenko

A. A. Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of RAS, Novosibirsk; *VolkovaVS@ipgg.nsc.ru*

Four questions: palynological characteristic and the results of paleomagnetic investigations, paleoecology and paleogeography of the Turtas (Zhuravka) Horizon deposits were discussed in this article. The role of palynological data for establishment of the Upper Oligocene and Miocene boundary was presented.

Landscape and climatic conditions in the Middle Vychegda River valley during Holocene (based on palynological investigation of Kalya bog)

Yu. V. Golubeva¹, N. E. Zaretskaya²

¹Institute of Geology, Komi Science Center, Ural Branch of RAS, Syktyvkar; *bratuchshak@geo.komisc.ru*

²Geological Institute RAS, Moscow; *n_zaretskaya@inbox.ru*

In this study we propose a detailed substantiation of Holocene boundaries estimation at the Kalya mire sediment section within the Middle Vychegda river valley. It has been established that the sediments accumulated during the Preboreal–Subatlantic interval.

Oligocene spore-pollen assemblages in the sediments of the Japan Sea

M. T. Gorovaya, N. G. Vashchenkova

Pacific Oceanological Institute, Far East Branch of RAS, Vladivostok; *gorovaya@poi.dvo.ru*

In the lowest part of the sedimentary cover of Japan Sea two spore-pollen assemblages of Paleogene age were defined. The first (SPA-1) was found on the continental slope of Primorye, the second (SPA-2) — on the ridge Okushiri, the northeast of Japan Sea. In the compositions SPA-1 is dominated by gymnosperms with prevalence of the Pinaceae. Among the angiosperms Juglandaceae are the most numerous and varied. SPA-2 is characterized by domination of angiosperms and the presence of Eocene and Eocene-Oligocene taxa. The composition of both assemblages corresponds to Oligocene stages of development of flora of the Far East. On the basis of comparisons with the spore-pollen assemblages of the Primorye and island Sakhalin we date the described SPA-1 as the Late Oligocene, and SPA-2 as the Early Oligocene.

Reworked spores and pollen in Holocene sediments from outer part of Russian Arctic shelf

L. G. Derevyanko¹, E. A. Gusev²

¹Mireco Mininggeological Company, Syktyvkar;
luda_derevyanko@mail.ru

²All-Russia Scientific Research Institute for Geology and
Mineral Resources of the Ocean, Saint-Petersburg

Marine geological studies carried out on board of the «Akademik Fedorov» in 2007 covered the central part of the Arctic Ocean and adjacent continental shelf of Arctic seas of Russia.

Interesting results were obtained on marginal-shelf regions, where the composition of the spore-pollen spectra dominated by reworked forms. Surface sediments of the core from the outer part of the shelf, are characterized by extremely low content of modern spore and pollen, while the underlying Holocene sediments have good spectra, evidence of reworking of microfossils from Eocene and Miocene sediments.

Thus, our studies confirmed the existence of marine sedimentation on the Barents shelf in the Eocene.

Vegetation changes of coast of East Korean Bay in the Holocene (palynological data)

T. A. Evstigneeva, N. N. Naryshkina

Institute of Biology and Soil Science, Far East Branch of
RAS, Vladivostok; *melnikova@ibss.dvo.ru*

Study of fossil pollen and spores is very important to get information about evolution of vegetation. Species-level identification of fossil pollen may facilitate reconstructions of palaeovegetation and palaeoclimate. For this purpose, scanning electron microscope (SEM) must be used since it is usually impossible to discriminate *Quercus* species by only light microscope. The pollen and spores from cores in the shelf zone of the East Korean Bay were studied. The analysis of palynological records in detail show the changes in surrounding vegetation during Holocene caused by climatic fluctuations.

Usage of the palynological materials with the purposes of a broad inter-regional correlation of deposits of marine and continental genesis

Ya. K. Yelovicheva

Belarusian State University, Minsk, Belarus;
yelovicheva@yandex.ru

Accumulating on the terrain of Belarus the palynological material for the Pleistocene and Holocene allows evaluating the possibility of its application in the correlational, stratigraphical and palaeogeographical purposes at a new level.

Poozerje (Wurm, Vistulian, Valdaj) glaciation on the terrain of Belarus

Ya. K. Yelovicheva¹, Ye. N. Drozd²

¹Belarusian State University, Minsk, Belarus

²Research Geological Unitary Enterprise BelGEO,
Minsk, Belarus; *elena_Drozd@tut.by*

Palynological materials of the researches largely have complicated stratigraphy and paleogeography of the Poozerje glaciation and its conformity to the whole 5th stage of isotopic-oxygen scale of the Northern hemisphere.

Palynological analysis of the Holocene and Upper Neopleistocene deposits of the Shulgan-Tash cave

A. A. Ereemeev, R. G. Kurmanov

Institute of Geology, Ufimian Scientific Centre of RAS, Ufa;
andrey.eremeev@uni-due.de, ravil_kurmanov@mail.ru

The analysis of the published and unpublished data and results of the author's palynological investigations of the deposits from the two excavations in the Shulgan-Tash cave has allowed reconstructing the character of vegetation during the Holocene and Late Neopleistocene on the territory of the Southern Urals.

Materials for regional stratigraphic scheme of the Palaeogene and Neogene deposits of North-East Yakutia

L. P. Zharikova, T. I. Komzina,
L. I. Smetannikova

Mining Geological enterprise of Sakha Republic (Yakutia),
Central Prospect-and-Survey Expedition, Yakutsk;
geolog@mail.ru

Authors offer changes into Regional Stratigraphic map of the Palaeogene and Neogene sediments of North-Eastern Yakutia. It is offered to rehabilitate the Solur level (Late Eocene–Early Oligocene), to find non-valid the Lower Kolimski and Omoloiski levels, to extend the age limit of Onkuchakh level and to rename the Ildikilakh level into Omoloy level.

Dynamics of vegetation and conditions of Pishalskoe peat bog

I. A. Zhuikova

Vyatka State Humanity University, Kirov;
Zhuikova@yandex.ru

The conditions for the formation and dynamics of vegetation of the Pishalskoe peat bog. The spore-pollen analysis of peat deposits was completed.

Middle and Late Eocene organicwalled phytoplankton, spores and pollen assemblages of the Omsk trough (West Siberia)

N. I. Zaporozhets

Geological Institute RAS, Moscow; *dinoflag@mail.ru*

The results of palynological investigations of two stages of geological development of Omsk trough (West Siberia) are given. Lutetian stage corresponds to the reorganization of open meridional marine connection of Arctic basin with Tethys through West Siberian inner sea. The second stage corresponds to marine connections of West Siberian basin with outlying Peri-Tethys seas only. The *Azolla* beds at Middle—Late Eocene Transition formed during the lowest levels of the World Ocean. Marine sedimentation stopped at the Late Eocene, when terminal beds of Upper Tavdian Subformation were accumulated.

Environment dynamics in the Late Glacial and Holocene in Belarus (evidence from an investigation of bottom sediments from the Lake Sergeyevskoye).

V. P. Zernitskaya¹, N. A. Makhnach²

¹Institute for Nature Management, National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus; *vzern@nature.basnet.by*

²Belarussian Research Geological Exploration Institute, Minsk, Belarus; *nmakhnach@igig.org.by*

Reconstruction of several palaeogeographical events of Late Glacial-Holocene history was based on lithological, isotopic, palinological and chronometric investigation of five meters thick carbonate sediments of the Lake Sergeyevskoye (53°30'40" N, 27°45'40" E). Sediments of the Oldest Dryas are diagnosed by abundant herbs and *Betula*, the presence of dwarf varieties of pine, alder and birch (NAP-Betula zone). Considerable negative peak of $\delta^{18}\text{O}$ was discovered between the Bø lling and Alleröd. In pollen spectrum, it was fixed by an increase of birch. Probably, these data reflect cold and damp conditions of the Older Dryas stadial (Betula-Pinus zone), or an episode of active thawing of permafrost grounds. The Alleröd (Pinus-Betula zone) is interpreted as a warm and dry phase (strong positive $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{13}\text{C}$ spikes). Climate of the Younger Dryas (NAP-Picea zone) was cold without remarkable signs of dryness (negative peaks of $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{13}\text{C}$). Pollen and isotope data allowed to recognize an episode of active permafrost degradation at the Younger Dryas — Preboreal transition. The Preboreal (Betula zone) is characterized as a relatively dry phase. Trend of rapid warming is noted in the Boreal (Pinus-Betula-Q.m zone), which was interrupted by short-term cold event at ~ 8200 cal. yrs BP. In the middle of the Atlantic (Ulmus-Quercus-Tilia-Corylus-Alnus zone), a colder and/or wetter phase is seen in the isotope record. Transition to the Subboreal (Picea-Quercus-Carpinus zone) was revealed by vegeta-

tion changes and by negative peaks of $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{13}\text{C}$ (changes of climatic and/or hydrological conditions). Palynological evidence of human impact on the vegetation appeared to be synchronous with lithological and isotope indicators of rapid eutrophication of the lake (trends of decreasing $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{13}\text{C}$ in Subatlantic sediments, Pinus-Betula-Picea-NAP zone).

Palynostratigraphy of the Late Glacial and Holocene deposits in Belarus

V. P. Zernitskaya

Institute for Nature Management, National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus; *vzern@nature.basnet.by*

In this article palynostratigraphy of the Late Glacial and Holocene deposits in Belarus is represented. For the first time regional units with local names are proposed: Late-Glacial deposits are included into the Narochian subhorizon (pz-n) of the Poozerian horizon (IIIpz), the accumulations of recent interglacial (HI) are identified as the Sudoblian horizon (sd). The regional pollen zones (RPAZ) characterizing the studied deposits possess definite geochronological referencing and correlate with commonly recognized subdivisions of the Late-Glacial and Holocene of Europe. Thus, deposits of the Narochian subhorizon correlate: pz-n1 (RPAZ NAP-Betula-Pinus), pz-n3 (RPAZ Pinus-Betula-NAP), pz-n5 (RPAZ Picea-NAP) with the colder stadials of the Dryas (Old, OD, YD); pz-n2 (RPAZ Betula= Pinus-NAP) and pz-n4 (RPAZ Pinus) — with interstadials of the Bø lling (BØ) and Alleröd (AL). Deposits of Sudoblian interglacial correspond: sd I — to the Preboreal (PB, RPAZ Betula), sd II — to the Boreal (BO, RPAZ Pinus-Betula-Corylus), sd III — to the Atlantic (AT, RPAZ Ulmus-Quercus-Tilia-Fraxinus-Corylus-Alnus), sd IV — to the Subboreal (SB, RPAZ Picea-Pinus-Quercus-Carpinus), and sd V — to the Subatlantic (SA, RPAZ Pinus-Picea-Betula-NAP) periods, which in their turn are subdivided into smaller phases. A correlation of local palynostratigraphic subdivisions from the northern and southern regions of Belarus is presented in the chart.

New data on the Middle Pleistocene flora of Bulatovo section (Upper Volga basin, European Russia)

I. S. Zyuganova

Institute of Geography RAS, Moscow; *inna0110@gmail.com*

The paper presents the results of the reinvestigation of the collection of plant macrofossils from the Middle Pleistocene site Bulatovo (Upper Volga basin, European Russia). The collection under consideration is housed in Laboratory of Palaeobotany of Komarov Botanical Institute, RAS (Saint-Petersburg, Russia). The attention is focused on the interstadial carpological assemblage. Descriptions of some newly determined plant remains are given.

Palynological characteristics of Holocene sediments of the Tuzla Bar of Taman peninsula

M. D. Kaitamba

Abkhaz State University, Suhum, Abkhazia;
lanadk@yandex.ru

The palynological reconstruction of heteroaged Holocene sediments of the Tuzla Bar of Taman peninsula was made. The dynamics of vegetation for the last 4000 years, expressed in alternation of forest-steppe and steppe paleo-phytocenosis, was determined.

Temporal phytoclimatic peculiarity of the Pleistocene warm epoch in Russian Far East (palynological data)

I. A. Karevskaya

Moscow State University, Moscow;
Karevskaya@mtu-net.ru

Stratigraphical and palaeogeographical correlations for the Russian Far East territory (from Indigiro-Kolymsko middle mountains to the left bank of the Amur river in its bottom) are given. Temporal peculiarity of the palaeo-vegetations, Palaeoflora and palaeoklimate of the Neopleistocene warm epoch are reconstructed. Regularity of its alteration is established.

Mikulian deposits in the middle part of Protva river basin (palynological data)

I. A. Karevskaja, E. A. Eremenko

Moscow State University, Moscow;
Karevskaya@mtu-net.ru

The results of the layered spore-and-pollen analysis of the sediments filled the gullies and balkas in the Protva river basin (Kaluzskaya oblast) are discussed. It was discovered that in Moscow glaciations marginal zone mikulian deposits of the ancient buried palaeochannels are preserved in the bottom of small erosion forms.

Landscape and climatic reconstruction of the Sea of Azov region in the Late Holocene on the basis of pollen data of sediments of the Sea of Azov

K. V. Krasnorutskaya¹, E. Yu. Novenko²

¹Institute of Arid Zones, Southern Scientific Center of RAS, Rostov-on-Don; *kristi_kras007@mail.ru*

²Institute of Geography RAS, Moscow; *lenanov@mail.ru*

The paper presents new pollen data of the Late Holocene marine sediments from the Sea of Azov. The reconstruc-

tions of vegetation and climate in the Sea of Azov region during the last 3000 years have been carried out. The mean January, July and annual temperatures for the different time-slices are simulated using Klimanov's information-statistical method. The obtained results show that vegetation dynamics during the considered period included four relatively hot and dry phases and three phases with more humid conditions those characterized by expansion of woodlands in the Sea of Azov region. The coldest phases occurred at the Late Subboreal and during the Little Ice Age. A range of summer, winter and annual temperatures between colder and warmer periods achieved 2—4°C.

Holocene vegetation history of the Bale Mountains (Ethiopia) revealed by palynological analysis of zoogenic deposits

E. A. Kuzmicheva^{1,2}, E. E. Severova¹,
B. F. Khasanov²

¹Moscow State University, Moscow;
first-red-sunset@yandex.ru

²A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS,
Moscow

Palynological analysis of zoogenic deposit was undertaken for the reconstruction of Afroalpine vegetation history of the Bale Mountains, Ethiopia. The rocky niche Konteh is located at 4100 m a.s.l. Its sedimentation began about 7000 years ago. The spectrum is monodominant — Asteraceae pollen forms 43.7 — 63.2% of total pollen count. The formation of zone II begun at the I-st millennium BC (2500—3000 years ago). The increasing of anemophilous trees pollen concentration in zone II may indicate the beginning of human activity in the lower mountain belts. Comparison between spectra of moss cushions and surface sample of the zoogenic deposit has revealed that zoogenic deposits reliably reflect the vegetation and can be used for reconstruction of plant communities in the Holocene.

The subrecent palynological spectra of the Priolkhone (Western coast of Baikal)

N.V. Kulagina

Institute of the Earth Crust, Siberian Branch of RAS,
Irkutsk; *kulagina@crust.irk.ru*

The extent of reflecting of modern vegetation in subrecent palynological spectra is a criterion for reconstruction of fossil spectra from bottom deposits of the Priolkhone lakes. The trend has been found in variability of components of subrecent spectra throughout the Tazheran steppes.

Characteristics of spore-pollen complexes in the different lithological facies of lake bottom sediments on the White Sea coast

N. B. Lavrova¹, V. V. Kol'ka², O. P. Korsakova²

¹Institute of Geology, Karelian Research Centre of RAS, Petrozavodsk; *lavrova@krc.karelia.ru*

²Geological Institute, Kola Science Center of RAS, Apatity; *kolka@geoksc.apatity.ru, korsak@geoksc.apatity.ru*

Bottom sediments from minor lakes, located in the northern Pribelomorian Depression at different hypsometric levels, were analysed to assess the relative displacement of the White Sea level in Late Glacial and Holocene time. Palynological analysis of periglacial lake-facies sediments (I), sediments formed in the zone of transition from freshwater to marine sedimentation conditions (II), sediments formed in an environment with marine conditions (III), sediments that originated in a zone of transition from marine to lake deposition (IV) and freshwater lake-facies sediments (V) was performed. The characteristics of spore-pollen complexes in different-facies sediments were assessed.

Implication of fossil flora for reconstruction of vegetation at the final stage of Upper Valdai glaciation in Karelia

N. B. Lavrova

Institute of Geology, Karelian Research Centre of RAS, Petrozavodsk; *lavrova@krc.karelia.ru*

The results of the palynological study of Late Glacial deposits in Karelia are reported. Bottom sediments from the lakes, located in moraine distribution areas formed at different glaciation stages from the Vepsuvian-Krestets stage in southeastern Karelia to the Salpausselkä stages in northwestern Karelia, were analysed. The persistence of dead ice massifs is shown to have considerably retarded the evolution of vegetation in large territories. The distribution of plant species in geographic flora elements, environmental restriction and the cenotic relations of the species identified from pollen and macrofossils in Late Glacial deposits was analysed and relevant results are reported. The need for analysis of fossil flora for the reconstruction of vegetation is stressed.

Paleoclimatic changes of Late Pleistocene Kazantsevsky Interglacial of West and Middle Siberia Boreal zone (on palynological data and ²³⁰Th/U-dating)

S. A. Laukhin

Russian State University of Geological Prospecting, Moscow; *valvolgina@mail.ru*

The revised study of stratotypes and key sections of the Karginsky regiostage in the West Siberian Plain with the use of conjugate ²³⁰Th/U dating determinations and ad-

vanced ¹⁴C dating indicated that many ¹⁴C ages obtained in the 1960-1970s were incorrect and revealed the pre-Karginsky age of the Karginsky regional substage stratotypes adopted in the modern Pleistocene stratigraphic schemes of West Siberia. The available ²³⁰Th/U and ¹⁴C date along with the new paleobotanical record provided substantial refinement of the Late Pleistocene succession of the paleoclimatic events in the West Siberian Plain. The 5e5 and 5e1 optima corresponding to climate events of Greenland ice cover and 5e2 and 5e4 pessima are revealed in boreal West Siberia. The obtained ²³⁰Th/U dating determinations, even with their wide tolerance interval, make it possible to recognize not only the major but certain minor climatic events within the Kazantsevsky interglacial in boreal West Siberia. Beds corresponding to MIS-5c are recorded in the middle reaches of the Ob River. The preceding cooling was comparable with that of the later stages of the Zyryansky glaciation and correlated with MIS-5d, which suggests the beginning of the Zyryansky glaciation occurred in the second half of MIS-5. The obtained records do not require elimination or reducing of the range of the Karginsky regiostage. However, the stratotypes of its regional substage, chosen mainly in the 1960-1970s, appear to be invalid.

Paleoclimatic Records of El'gygytgyn Lake, NE Russia

A. V. Lozhkin¹, P. M. Anderson², P. S. Minyuk¹

¹Northeast Interdisciplinary Scientific Research Institute, Far East Branch of RAS, Magadan; *lozhkin@neisri.ru, minyuk@neisri.ru*

²Earth and Space Sciences and Quaternary Research Center, University of Washington, Seattle, USA; *pata@u.washington.edu*

El'gygytgyn Lake was formed in a meteorite-impact crater in northern Chukotka (67° 30' N, 172° 05' E). Pilot investigations resulted in the recovery of the uppermost layers of sediment within the lake with 1283 cm recovered in core PG-1351 and 1670 cm in core LZ-1024. Palynological analysis of sediments has revealed continuous records of climate and vegetation changes in northeastern Asia from the Middle Pleistocene to the present. Pollen zonation in the cores indicates three alternating types of vegetation: 1) shrub-dominated tundra; 2) herb dominated tundra; and 3) a mix of shrub and herb communities. The record from core PG-1351 corresponds to oxygen-isotope stages 1-8, whereas core LZ-1024 is equivalent to isotope stages 1-10. The replication of zones in both cores shows the reliability of the palynological data and that they can be used dependably in paleoclimatic reconstructions.

Influence of natural catastrophic events on formation of spore-pollen spectra

M. S. Lyashchevskaya

Pacific Institute of Geography, Far East Branch of RAS, Vladivostok; *lyshevskay@mail.ru*

The influence of natural catastrophic events (tsunami, eruptions of volcanoes, fires) on formation of spore-pollen spectra of Holocene peat, which located on Shikotan and Kunashir Islands and south-east coast of Kamchatka Peninsula, and on formation of polygenesis burozems of Muraveva-Amurskogo Peninsula was studied.

Palynological characteristics of Upper Pleistocene deposits in Komi Republic

T. I. Marchenko-Vagapova

Institute of Geology, Komi Science Center, Ural Branch of RAS, Syktyvkar; *timarchenko@mail.ru*

Middle valday sediments are widespread in region, they are well studied. Interstaged valday complexes specify that the climate was the coldest in comparison with other interglacial periods. At this time there was a change of vegetation from tundra and forest-tundra communities to woods of taiga type with bradleaved woods. The absence of climatic optimum and presence of three periods of warming were determined.

New data about dinoflagellates and pollen assemblages of Eocene deposits of the Tigilsky area of the Western Kamchatka

E. Yu. Meshcheryakova, O. V. Kochybay,
O. F. Dzyuba

All-Russia Petroleum Research Exploration Institute, Saint-Petersburg; *kotyia101@mail.ru*

New results of research of microphytofossils from Eocene deposits, stripped with a new borehole, drilled in the Tigilsky area of the Western Kamchatka, are presented. Assemblages of dinoflagellates and pollen from deposits of this borehole were compared with assemblages of Tochilinsky key section and other sections of territory of research.

Vegetation history as inferred from palynological investigations of the El'gygytyn Lake crater permafrost deposits

E. A. Morozova¹, A. A. Andreev²,
G. B. Fedorov¹, G. Schwamborn³,
L. Schirrmeister³, N. B. Ostanin⁴

¹Arctic and Antarctic Research Institute, Saint-Petersburg; *Elena-geomorf@yandex.ru*

²Institute of Geology and Mineralogy, University of Cologne, Cologne, Germany

³Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, Potsdam, Germany

⁴Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg

Results of the three permafrost cores investigations from 3.6 Myr old Lake El'gygytyn impact crater are presented. Paleobotanical reconstructions based on palynological studies and involve mostly late glacial time and Holocene. Our results are more detail in comparison to the data based on lake sediments studies because of very low sedimentation rate in Lake El'gygytyn. Age models rely on radiocarbon dates and also on correlations our results with previously published data.

Lateglacial environmental changes of Northern Yakutiya according to palynological study of the Laptev Sea sediments

O. D. Naidina

Geological Institute RAS, Moscow; *naidina@ilran.ru*

Data on the interaction of the land-sea system have been obtained based on complex palynological analysis (pollen and spores of terrestrial plants and cysts of dinoflagellates and green algae) and the SEM analysis of sediments from boreholes drilled on the Laptev Sea's eastern shelf and dated by the radiocarbon method. The spore and pollen ensemble revealed for the first time in lateglacial sediments of the boreholes indicates that warming which started within the time interval 15.6—10.7 ka ago was accompanied by short-term cooling events. The part of this research was supported by the Otto Schmidt Laboratory for Polar and Marine Sciences.

Vegetation and climate dynamics of the Upper Don River basin in the Holocene

E. Yu. Novenko¹, E. M. Volkova²,
I. S. Zugarova¹

¹Institute of Geography RAS, Moscow; *lenanov@mail.ru*

²Tula State Pedagogical University, Tula;
convallaria@mail.ru

The paper presents the new plant macrofossil, pollen and radiocarbon data of Bolsheberesovskoye mire (forest-steppe region in the Upper Don River basin; the Kulikovo Battle-field area). According to obtained results the studied area were covered by steppe and forest-steppe vegetation. Climatic reconstructions have shown that landscape dynamics on the region in the second half of the Holocene were determined by changes in effective moisture (an excess of precipitation over evaporation). Even small reductions in annual precipitation, accompanied by the rise of summer temperature by 1—3 °C comparing to their present values were sufficient to cause a shift from the forest-steppe to typical steppe communities and, probably, higher frequencies of fires.

Palynological characteristics on the stratotype section of Mginsk marine deposits of Mikulinskii interglacial

E. S. Pleshivtseva

FSUE Saint-Petersburg Complex Geological Expedition,
Saint-Petersburg; *pkge@pkge.spb.ru*

The new palynological data on the stratotype section of Mginsk marine deposits, predominant in northwestern Leningrad region, are discussed. The palynozone M₁—M₈, which is typical for Mikulinskii interglacial period, and regional peculiarities of flora and vegetation are determined.

Development of relict larch forests of Shikotan Island (Lesser Kuril Arc) by pollen data

N. G. Razzhigaeva¹, N. I. Belyanina¹,
L. A. Ganzei¹, Kh. A. Arslanov²

¹Pacific Institute of Geography, Far East Branch of RAS,
Vladivostok; *nadyar@tig.dvo.ru*

²Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg;
arslanovkh@mail.ru

Relict larch forest development, which have remained in the southeast of Shikotan since Late Pleistocene, is established by pollen data. Stages of vegetation development are revealed and the factors promoting refugia preservation are discussed.

The 8.2 ka event in palynological records: an experience of critical analysis

D. A. Ruban

Southern Federal University, Rostov-na-Donu;
ruban-d@mail.ru

The analysis of results from several case palynological investigations, which were not focused at the 8.2 ka global climatic cooling, implies that they may facilitate sometimes a regional tracing of this event. Most often, however, such “non-special” palynological data do not permit to judge about possible influences of this cooling on vegetation.

Environment of Teletskoe Lake region (Russian Altai) in the Late Holocene

N. Rudaya¹, A. Andreev², I. Kalugin³

¹Institute of Archaeology and Ethnography, Siberian Branch of RAS, Novosibirsk; *nrudaya@yandex.ru*

²Institute of Geology and Mineralogy, University of Cologne, Cologne, Germany; *Andrei.Andreev@awi.de*

³United Institute of Geology, Geophysics and Mineralogy, Siberian Branch of RAS, Novosibirsk;
ikalugin@igm.nsc.ru

Reconstruction of environmental changes of Teletskoe Lake region (Russian Altai) during the Late Holocene based on the pollen data has been done. Humid conditions, good for dark-coniferous and hemiboreal (chern‘) forests development, are reconstructed from 150—170 BC until 1200—1400 AD. In the end of Subboreal and onset of Subatlantic periods, more arid climate is recorded. LIA is reconstructed here ca. 1600—1850 AD.

Spore-pollen assemblages of bottom sediments of the Southern Kanin Shoal, Barents Sea (Late Pleistocene/Holocene boundary)

O. V. Rudenko

Orel State University, Orel; *olrudenko@orl.ru*

Palynologic investigation of bottom sediments of the South Kanin Shoal demonstrates the distinct matching of fossil pollen spectra subject to genetic type of the accommodating sediment. Pollen spectra from glaciomarine clays reflect severe climatic conditions of Late Glacial and give evidence of xerophytic periglacial arctic tundra-like landscapes total prevalence all over the adjacent coastal areas. Slight climate amelioration during Allerød caused the heyday for pine and birch light-forest-tundra expansion. Holocene boundary and transition to normal marine sedimentation is marked by distinct changes in sediment lithology and pollen spectra taxonomic composition. The main trend of plant cover transformation recorded by microfossils is gradual supplanting of arctic-type periglacial treeless vegetation by birch and light-coniferous open woodlands during Early Holocene.

Results of research deep sediments of the Japan Sea

Yu. V. Ryb'yakova

Pacific Oceanological Institute, Far East Branch of RAS,
Vladivostok; *pacific@vlad.ru*

For this purpose to obtain long numbers of climatic data the data were used, which had been "written down" in sediments of various genesis, including sea. Researches of pollen of sea deep-water sediments began since the second half of last century. Complex researches are most informative for interpretation. It allows reconstructing changes in vegetation structure on adjoining land in time more authentically.

Age and palaeogeographical conditions of formation of deposits with the fauna of big mammals found the Uruchie location, Minsk city

T. B. Rylova¹, I. Ye. Savchenko¹,
S. V. Demidova², G. K. Khursevich³

¹Institute for Nature Management, National Academy
of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus;
rylova@nature.basnet.by

²Belorussian Research Geological Exploration Institute,
Minsk, Belarus; *sdem@igig.org.by*

³Belaoussian State Pedagogical University, Minsk, Belarus;
galinakhurs.41@mail.ru

The results of palynological and diatom research of Quaternary deposits exposed within the Uruchie location in the city of Minsk, where remains of big mammal skeletons were discovered suggest that these had been formed during the Late Pleistocene, the Muravian (Mikhulian) Interglacial and Poozerian (Valdaian) Glacial included. The nature of vegetation associations and climatic conditions of the period, when ancient animals existed, were reconstructed. Palaeoecological conditions of sediment accumulation in a palaeolake in the territory of Minsk during Muravian and Poozerian time were described.

Palynological characteristics of bottom sediments of the lake tundra, forest tundra and northern taiga (northern Yakutia)

L. A. Savelieva¹, D. Yu. Bolshiyarov^{1,2},
U. Herzschuh³, P. S. Vakhrameeva^{1,2},
B. Biskaborn³, D. V. Titova¹

¹Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg;
savelieval@mail.ru

²Arctic and Antarctic Research Institute, Saint-Petersburg;
bolshiyarov@aari.nw.ru

³Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research,
Potsdam, Germany; *Ulrike.Herzschuh@awi.de*

The results of palynological studies of bottom sediments of lakes located along the meridional profile from tundra to northern taiga within the Lena river delta region are presented. The features of the spore-pollen spectra of the lake sediments from different vegetation zones were determined. It was established that the spore-pollen spectra of surface sediment samples adequately reflect the modern vegetation at the zonal level. The most distinct fluctuations in the composition of the spore-pollen spectra were revealed in the sediments of lakes from the northern taiga zone, where 6 pollen zones and the Pleistocene/Holocene boundary were recognized.

Palynological reconstructions of large and small lakes during Late Pleistocene-Holocene

T. V. Sapelko

Institute of Limnology RAS, Saint-Petersburg;
tsapelko@mail.ru

According to palynological data of researching of small lakes of Karelian Isthmus, researching of large ancient lakes (Baltic Ice Lake and Ancylus Lake) and researching of modern large lakes (Ladoga Lake, Peipsi Lake), we researched their properties of palynological reconstructions at the border of Late Pleistocene and Holocene. We decided that we need information about step of evolution of each lake in palynological reconstructions in involved period.

Interpretation of palynological data from Pliocene-Eopleistocene deposits of Taman Peninsula

A. Simakova

Geological Institute RAS, Moscow; *simak2001@mail.ru*

The new palynological characteristics were received from the archeological excavations Bogatyry/ Sinyaya Balka, and the outcrop Tisdar located in the south of the Azov Sea region, at the northern coast of the Taman Peninsula. The Upper Pliocene and Quaternary deposits occur in dislocated position, that the studied area locates in the active tectonic zone with mud volcanism wide spreading, that must be considered in the pollen spectra interpretation.

The Holocene changes in vegetation over the Kuril Islands, according to lake bottoms pollen records

T. V. Solomatkina¹, A. V. Lozhkin¹,
P. M. Anderson²

¹Northeast Interdisciplinary Scientific Research Institute
FEB RAS, Magadan; *palynolog@neisri.ru*

²Earth and Space Sciences and Quaternary Research
Center, University of Washington, Seattle, USA;
pata@u.washington.edu

The northern and southern Kuril Islands are for the first time studied under the Kuril Biocomplex Project. The peculiar characters of lake sedimentation are established for the coastal plains of Paramushir Island (the northern Kuril Islands). Pollen records are obtained and the age of lake sediments is established for Kunashir and Iturup islands (the southern Kuril Islands).

Palynological characteristic of Holocene deposits of Mugan plain of Azerbaijan

E. N. Taghieva

Institute of Geography named after acad. H. Aliyev,
Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku,
Azerbaijan; *tagelena@rambler.ru*

Pollen and spores spectra of Mugan plain testify to alternation of wood and non-wood periods and change of low wide-leaves woods by dry light woods. On the general background of natural arid in a current Novokaspian time, the dampest conditions were observed in the second half of Atlantic period. In the same time the plain was populated. Cutting down of woods under crops of the grain strengthened arid process.

Vegetation and peat increment dynamics on Sestoretzkaya Lowland in Holocene

L. V. Filimonova

Institute of Biology, Karelian Research Centre of RAS,
Petrozavodsk; *filimonovaluda@mail.ru*

Detailed reconstructions of the vegetation dynamics from Boreal time to the present on Sestoretzkaya Lowland against climatic fluctuations and hydrological changes together with geomorphology of the area and human impacts were made. They are based on pollen, macrofossil remains and radiocarbon data. To characterize the history of Sestoretzkoe Mire evidences of the lake-mire sediments chronostratigraphy, the identification of *Pediasstrum* algae and pollen of wetland plants, the botanical composition of peat, overgrowing and paludification intensity, successions of mire paleocommunities and variations in their humidity index were used.

The pollen of «indeterminate angiosperm» plant in the Tertiary deposits of Georgia

I. Shatilova, N. Mchedlishvili

Georgian National Museum, Institute of Paleobiology,
Tbilisi, Georgia; *mayakipiani@yahoo.com*

The article deals with the systematically “indeterminate angiosperm” plant, which fossil remains are represented only by pollen grains. From the different layers of the Paleogene and Neogene deposits of Eurasia this pollen was described by many researchers, whose presumptions on its systematical position were somehow distinct. In 1980 the most forms known in European literature under different names were united under one taxon – *Tricolporopollenites wackersdorfensis* Thiele-Pfeiffer. In 1985 from the Tertiary deposits of China a new genus *Fupingopollenites* Liu Geng-wu was described, in which composition 4 species were distinguished. One of them was considered as the synonym of *T. wackersdorfensis*. Later the pollen of *Alangium sibiricum* Lub. from Paleogene deposits of Western Siberia to the “indeterminate angiosperm” was referred and a new species *T. sibiricum* (Lub.) Nagy was established. Now in lists of fossil plants from Tertiary deposits of Europe the “indeterminate angiosperm” under this specific name is cited.

The earliest occurrences of *Fupingopollenites* in Georgia by the Eocene were dated. The time of its flourishing was the Sarmatian, when the genus possessed the greatest area and was represented by two species: *Fupingopollenites wackersdorfensis* (Thiele-Pfeiffer) Liu Geng-wu and *F. minutus* Liu Geng-wu. In Eastern Georgia *Fupingopollenites* disappeared after the Sarmatian. Probably it was connected with xerophytisation of climate, reduction of forests and with wide distribution of woodless areas. In the western part of country, which after Sarmatian transformed into isolated region with warm and humid climate, *Fupingopollenites* preserved longer and disappeared on the boundary of Meotian and Pontian, when change of climate connected with the decrease of humidity took place.

Paleoclimatic changes of Productive Series (the Lower Pliocene) during the century on Absheron Peninsula (Azerbaijan) according to the data of palynological analysis

V. G. Shakhbazova

Geology Institute, Azerbaijan National Academy
of Sciences, Baku, Azerbaijan; *valida-shahbazova@mail.ru*

The results of palynological study on Productive Series deposits of Absheron Peninsula were given. The analysis of vegetation evolution and its nature changes was conducted due to climatic conditions during period of Productive Series.

Tambovskaya suite (Middle Miocene)
of Oka-Don plain and its biostratigraphy

V. G. Shpul

Voronezh State University, Voronezh; *kig207@geol.vsu.ru*

The article touches upon the subject of identification of stratigraphic units of Oka-Don plain in the Miocene. Detailed palynological characteristic of the local stratigraphic unit "Tambovskaya Suite" and here with description is given (with description of the complexes). The results of palynological data are necessary for the formation of local and regional stratigraphy scale of the Paleo-Don basin in the Miocene and for solving different problems of practical stratigraphy.

Diatom and spore-pollen assemblages
from the Cenozoic deposits of the middle
Okhotsk Sea (Kashevarov Trough)

I. B. Tsoy, N. K. Vagina

Pacific Oceanological Institute, Far East Branch of RAS,
Vladivostok; *tsoy@poi.dvo.ru*

The diatom assemblages of the Late Oligocene—Early Miocene and the Latest Pliocene—Early Pleistocene and the Late Oligocene spore-pollen assemblage first registered in the middle part of the Okhotsk Sea sediments are presented. It is suggested that relatively shallow off-shore conditions were present in this region in the Late Oligocene—Early Miocene, while in the Latest Pliocene—Early Pleistocene sediments were accumulated on the slope of submarine rise.

Holocene climate and vegetation changes
in the south taiga forest in Yenisei Siberia

G. Y. Yamskikh

Siberian Federal University, Krasnoyarsk;
Yamskikh@mail.ru

Local trends of climate and vegetation changes were reflected on the basis of changing composition of forest component during nine thousand years.

Areal dynamics of *Artemisia* in Western
Siberia in Holocene according to pollen
analysis as the reflection of climate
changes

T. A. Blyakharchuk

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological
Systems, Siberian Branch of RAS, Tomsk;
tarun5@rambler.ru

According to data of 97 spore-pollen diagrams from Western Siberian plains and Altay-Sayany Mountaneous region and with the help of palinoareological method the reconstruction of areal dynamics of *Artemisia* was made from late glacial time to the present. It was determined that artemisia-steppe communities, possibly cryoarid, were present 13-10 Ka. After 9 Ka the total rebuilding of Western Siberian landscapes took place and resulted in decomposition of *Artemisia*-steppe cover into separate blocks. Since 8 Ka the modern artemisia-steppe communities developed in the zone of modern prairies and forest-steppes of Western Siberia and Northern Kazakhstan, in the same time in taiga zone the artemisian communities developed occasionally in extrazonal conditions and as pioneer plant groups on disturbed soils. Since 4 Ka to the present the pulsing shift of northern boundary of steppe zone northward and backward and also expansion contraction of isolated island steppes occurred. Today the role of *Artemisia* increases in tundra zone of Western Siberia and upper lands of Altay.

Applied palynology**Influence of volcanic factors
on the polymorphism
of pollen *Pinus pumula* (Kuril Islands)**

N. I. Belyanina

Pacific Institute of Geography, Far East Branch of RAS,
Vladivostok; *nibelyanina@yandex.ru*

The polymorphism of pollen *Pinus pumula* of Kurile Island is considered. The influence of volcanic tephra on the polymorphism of pollen grains of *P. pumula* is studied. The basic attributes of their polymorphism are detected.

**Agglomerates in anemophilic plants pollen
which enters the atmosphere**

V. V. Golovko

Institute of Chemical Kinetics and Combustion, Siberian
Branch of RAS, Novosibirsk; *golovko@ns.kinetics.nsc.ru*

The aggregate composition of anemophilic plants pollen, sprayed artificially and entered the atmosphere after pollination, was studied. All experiments on the pollen of all the species studied revealed a substantial number of agglomerates consisting of two or more pollen grains. In some cases these agglomerates contain more than 50 % of the total number of the captured pollen grains.

**Determination of the masses
of pollen grain of anemophilous plants**V. V. Golovko¹, V. L. Istomin²,
K. P. Koutzenogii¹¹Institute of Chemical Kinetics and Combustion, Siberian
Branch of RAS, Novosibirsk; *golovko@ns.kinetics.nsc.ru*²Lavrentyev Institute of Hydrodynamics, Siberian Branch
of RAS, Novosibirsk; *impuls@hydro.nsc.ru*

Experimental setup and method for determination of the masses of individual pollen grains are described. The masses of the individual pollen grains for forty eight species of anemophilous plants. The diameters of mass equivalent particles were calculated.

**Agricultural area of the Kukarki village
in the 13—15th centuries: methods
of conjoined archeological, soil-science
and palynological study of Mesherskaya
lowland landscapes**A. Aleksandrovskiy¹, S. Chernov², E. Ershova³¹Institute of Geography RAS, Moscow²Institute of Archaeology RAS, Moscow;
*chernovs@sumail.ru*³Heritage Institute, Moscow; *ershova@rambler.ru*

This work is part of the project dedicated to the study of interior colonization of Moscow Russia in the 13—14th centuries, using archeological, soil-science and botanical methods. As a result of integrated study, data on the agricultural activity of two medieval settlements, which are located in the northwest part of Mesherskaya lowland, and on the changes of the environment due to that activity have been found.

**Geochemistry and stratigraphy
of the coal-bearing sediments
of the upper Amur Region**

T. V. Kezina

Amur State University, Blagoveshchensk; *tkezina@mail.ru*

The stratum-by-stratum palynologic and geochemical studies of the brown coals at the coal fields of the Zeya-Bureya sedimentary basin of the Amur Region have been carried out. They allowed establishing a certain relationship between the chemical composition of the sediments, the age of their formation and the coal plants composition. The chemical composition differentiation is expressed through clay minerals weathering index (Al_2O_3/Na_2O) and reduction-oxidation ratio (Fe_2O_3/FeO). It has been found that during various periods of the Late Maastrichtian and Cenozoic the change in species composition of coal plants took place due to extinction of the Cretaceous relics, ancient gymnosperms and ferns as well as warm-requiring angiosperms. The vegetation matter alongside with geological factors influenced the physico-chemical and technological characteristics of the forming brown coals.

From the history of palynological laboratory of FETGM (Khabarovsk)

T. V. Kezina¹, N. D. Litvinenko²

¹Amur State University, Blagoveschensk; *tkezina@mail.ru*

²Dalgeologia, Khabarovsk; *tnvoronina@mail.ru*

The publication represents brief information from history of palynological laboratory of Far East Territorial Geological Management (FETGM) Khabarovsk. Till the end of the eightieth years it was one of the best palynological laboratories of the Far East. As well as in any collective, its special value was represented by people whom it would be desirable to remember during the 13th Russia palynological conference and to tell about them on pages of the thematic collection.

The morphological features of *Chenopodium album* L. pollen grains and the environmental quality estimation

O. F. Dzyuba¹, O. V. Kochubey¹,
V. M. Leunova², M. A. Meshcheryakov²

¹All-Russia Petroleum Research Exploration Institute, Saint-Petersburg; *dof.palynolog@mail.ru*

²Moscow State University, Moscow; *miclema@yandex.ru*

Palynologists, ecologists and criminalists have increasing interest for the pollen of plants, the most widespread and capable to live in the most different conditions. Pollen of such plants can be used for palynoindication of the environmental quality. *Chenopodium album* L. belongs to their number. Pollen grains of *Ch. album* produced in rather non-polluting conditions of Petrograd province/the Leningrad area of the end 19th—beginning of 20th centuries have been studied. Level of its natural polymorphism is revealed. Pollen of the same taxa, produced in the conditions of modern St.-Petersburg has also been investigated. It has appeared that despite high level of natural polymorphism of pollen grains, *Ch. album* L. is possible to use as a plant-palynoindicator of the environmental quality.

The quality of the Saint-Petersburg's aeropalynological spectrum during the *Pinus sylvestris* L. pollination in the area of Sosnoviy Bor – town-satellite of Leningrad Nuclear power station (LNPS)

O. F. Dzyuba, S. V. Podoynitsyna

All-Russia Petroleum Research Exploration Institute, Saint-Petersburg; *dof.palynolog@mail.ru*

New original results for St.-Petersburg air spectrum research in 2006—2009 during massive *Pinus sylvestris* L. pollination are presented. Special attention is given to the quality (morphological features) of *P. sylvestris* pollen grains from aeropalynological spectrum during periods of south and south-west wind domination in St.-Petersburg (blowing from Sosnoviy Bor — town-satellite of Leningrad nuclear power station).

Botanical origin of wild honey from the Tracts Bala-Tukay, Preserve Shulgan-Tash

R. G. Kurmanov

Institute of Geology, Ufimian Scientific Centre of RAS, Ufa; *ravil_kurmanov@mail.ru*

The object of the mellissopalynological study were 9 samples of the wild honey selected from the Tracts Bala-Tukay. In the present work features of their pollen spectrum are presented.

Study of ramanas rose pollen as an indicator of heavy metal environmental pollution (examples from Petrozavodsk)

O. V. Lazareva, N. V. Krutskikh

Institute of Geology, Karelian Research Centre of RAS, Petrozavodsk; *ox-laz@yandex.ru, natkrut@gmail.com*

The results of the palynological study of ramanas rose (*Rosa rugosa*) samples are reported. Analysis is based on estimation of the percentages of the sterility and teratism (ugliness) of pollen grains. Some samples showed significant changes in pollen grains and other samples were used as control. The heavy metal content of the top soil horizon in Petrozavodsk was estimated. The sterility and teratism of ramanas rose pollen were found to correlate with heavy metal concentrations in the soils.

Quantitative relationships between
subfossil pollen spectra and modern tundra
vegetation of the Polar Urals

E. G. Lapteva¹, V. Jankovská², N. K. Panova³

¹Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch
of RAS, Yekaterinburg; *lapteva@ipae.uran.ru*

²Institute of Botany Academy of Sciences of the Czech
Republic, Brno, Czech Republic;
Vlasta.Jankovska@ibot.cas.cz

³Botanic Garden, Ural Branch of RAS, Ekaterinburg;
natapanova@mail.ru

This work is devoted to the study of subfossil pollen spectra of various plant communities in the tundra zone of the Polar Urals. According to the results of cluster analysis, tundra pollen spectra of tundra vegetation of eastern slope are different from pollen spectra of tundra communities of the western slope. Differences of subfossil pollen spectra of various tundra communities of the western slope are not apparent. Among the subfossil tundra pollen spectra of the eastern slope differentiated pollen spectra of larch woodland with shrub layer of *Dusshetia fruticosa*. Pollen spectra of herbaceous and shrub tundra and pollen spectra of larch woodland with a shrub layer of *Betula nana* have similar characteristics.

Anthropogenic influence on vegetation
of the forest-steppe Southern Trans-Urals
during the Holocene based on palaeo-
botanical data from the Sukharysh cave

E. G. Lapteva, O. M. Korona

Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch
of RAS, Yekaterinburg; *lapteva@ipae.uran.ru*,
korona@ipae.uran.ru

This paper presents the results of studying of pollen and plant macrofossils from sediments of the Sukharysh cave, which is located in the forest-steppe zone of the Southern Trans-Urals foothills. These palaeobotanical results have showed that anthropogenic influence of the Mesolithic and Neolithic population on vegetation was negligible. In the Subatlantic the human activities significantly changed plant communities of the Southern Trans-Urals. Stock-raising economy of the Iron Age population led to expansion of pasture and ruderal places near settlement. In the Late Subatlantic land cultivation in the forest-steppe landscapes of the Southern Trans-Urals developed essentially after appearance of Russian people.

The features of pollen grains
and palynocomplexes of subfossil soil
sediments from the Chernobyl Area
(data on samples with a high level
of radioactive contamination)

G. M. Levkovskaya¹, V. P. Mazko², I. I. Skvernjuk²,
M. G. Orekhova², L. A. Kartzeva³

¹Institute for the Material Culture History, RAS,
Saint-Petersburg; *ggstepanova@yandex.ru*

²Institute of Radiobiology, National Academy of Sciences
of Belarus, Gomel

³Komarov Botanical Institute, RAS, Saint-Petersburg

The article represents results of palynological studies of surface soil sediments that were collected from locations with a high level of radioactive contamination (about 530—2200 micro-Roentgen per hour) as a consequence of the accident in Chernobyl nuclear power station. The quality of the studied pollen grains and palynoteratical complexes are described. The article contains first SEM micrographs of palynoteratical complex from the contaminated territory and the comparison of characteristics for the samples collected in locations with different level of contamination by ⁹⁰Sr, ¹³⁷Cs, ²⁴¹Am, ^{239,240}Pu. It is found that characteristics of palynoteratical complexes of the surface samples differ depending on the local conditions: the most of the identified forms were registered in a sample collected on a meadow surrounded by forest partly protecting plants from some radiation. The maximum of defective pollen and, especially mutagenic indicators, were found in the sample with the highest radioactive contamination and the highest volume of ¹³⁷Cs. The information obtained from samples collected in 30-km zone proves that the palynoteratical complex from the contaminated zone are characterized by simultaneous combination of three features of pathological changes in morphology of each pollen grain in all taxa at the same time (underdevelopment + the features of genetic pollen malformation + the features of dwarf pollen). The Chernobyl complex has higher, than in natural complexes, level of teratomorphism. Most pollen grains are unidentified, sterile, underdeveloped, and malformed and have extremely high divergences of all features of each form in many taxa as a result of mutagenesis.

Pollen quality and specificity of palynocomplexes of some natural extremes of Pleistocene compared to palynocomplexes of sediments with high radioactive contamination collected at the locations that suffered from Chernobyl technogenic catastrophe

G. M. Levkovskaya, A. N. Bogolyubova

Institute for the Material Culture History, RAS, Saint-Petersburg; *ggstepanova@yandex.ru*

The article compares palaeoecological characteristics of different types of natural palynoteral complexes — the indicators of the stress conditions of the male generative sphere of plant societies. Such complexes were registered by SEM-micrographs for the following Pleistocene glacial and stadial climatic phases: cryo-hydrophilous, climatic extreme, cryo-xerophilous. The characteristics of palynoteral complex of surface sediment samples with high radioactive contamination collected at the locations that suffered from Chernobyl catastrophe are compared to the ones of Late Pleistocene natural extreme (data on the layer with Neanderthal find from Barakayevskaya cave site in Caucasus, that was formed at the upper limit of flowering plants, on the border of alpine, sub-alpine and steppe belts). The features of both complexes are similar but not equal.

Results of daily monitoring of pollen component of bioaerosol over the city of Irkutsk

P. P. Letunova^{1,2}, E. V. Bezrukova^{1,2}

¹Institute of Archaeology and Ethnography, Siberian Branch of RAS, Novosibirsk; *letunova@igc.irk.ru*, *bezrukova@igc.irk.ru*

²Institute of Geochemistry, Siberian Branch of RAS, Irkutsk

The analysis of results of daily monitoring of pollen component of bioaerosol over the city of Irkutsk resulted in the following conclusions: phenophases of wood and shrub plants were concluded in the third decade of June. The maximal concentrations of pollen in air were caused by blooming of limited set of taxa – pine, cedar, birch, nettle and Artemisia. The largest particles of pollen aerosol (to 80—90 μ) were present in air in the end of May-beginning of June; maximum of the smallest particles (to 2.5 μ) was also determined in the end of May-beginning of June; minimal — close to zero — concentrations of pollen were caused by precipitation, high humidity of air and/or weak winds.

Morphological and functional signs of pollen of a pine in bioindication of technogenic pollution and monitoring of generative system

S. G. Makhniova, S. L. Menshchikov

Botanic Garden, Ural Branch of RAS, Ekaterinburg; *makhniovasg@mail.ru*, *msl@uran.ru*

Investigated morphological and functional signs male generative system of forest stands of a pine in connection with influence on them of technogenic pollution. For each of pine forest stands the specific complex of signs male generative systems has been revealed. It is established that in the conditions of strong level of technogenic pollution in forest stands male cones of the smaller size with smaller number microstrobiles are formed. Functional signs of pollen have appeared more dependent on level of technogenic pollution, than morphological. Trees impactive zones of SUMZ subject to strong technogenic influence, are characterized rather by higher values of studied parameters of pollen, in comparison with trees impactive zones of PKZ, where level of technogenic loading is much lower.

Subfossil spore-pollen complexes of valleys of the rivers Partizanskaya, Kievka and antropogenous influence on their formation (The southern Primorski krai)

L. M. Mokhova

Pacific Institute of Geography, Far East Branch of RAS, Vladivostok; *Ludmila-mokhova@list.ru*

The limited anthropogenous influence on the nature brings significant corrective amendments in formation of structure subfossil s.p.k. The increase of quantity of pollen grains of cultural cereals in s.p.k. 2003-2004 is connected with an insignificant increase of the areas of crop of a corn, kaoliang, etc.

Aeropalynological researches in Altai territory

G. I. Nenasheva, N. V. Repin, K. N. Repina

Altai State University, Barnaul; *ngi_geo@mail.ru*, *ni_kl@mail.ru*, *repina-kl@mail.ru*

Specificity of aeroallergenic conditions of Altai territory consists in an exclusive variety of specific structure of allergenic plants and the long period of their producing of pollen. Allergenic taxons it is possible to carry a birch, cereals and wormwood to the cores. Dates started of a producing of pollen in territory of edge concerning Barnaul can differ for 2—4 days. High allergenic danger is observed in a steppe part of edge.

Annual pollen deposition in East Siberian Arctic during 2002—2009 years (according pollen trap stations data)

E. Yu. Pavlova¹, M. V. Dorozhkina¹, V. V. Pitulko²

¹Arctic and Antarctic Research Institute, Saint-Petersburg;
pavloval@rambler.ru, dorozhkina.mary@yandex.ru

²Institute for the Material Culture History RAS,
Saint-Petersburg; *pitulkov@rambler.ru*

Observations on modern annual pollen influx have been done in three sub-zones of the tundra zone of East Siberian Arctic during 2002—2009 years. Annual pollen data (25 annual pollen diagrams) have been received from the five pollen traps. Results confirm that current spore-pollen spectra are comprised both of long-distance arboreal and shrubby pollen and of pollen and spore of the local plants. Long-distance pollen investment in the annual pollen spectra is most significant in the High Arctic. Its role becomes less significant southward. Both the herbaceous pollen and spores are local and reflect the local vegetation cover in the northern part of hypoarctic tundra sub-zone and on the boundary of south hypoarctic tundra and fore-tundra sparse forested area. Not all of growing plants do have appropriate reflection in the annual pollen spectra even on family level in the high arctic tundra sub-zone. Modern annual pollen deposition depends on local development conditions of the vegetation and on external factors such as local wind regimes, extreme spring floods, and transportation of pollen grains by living organisms.

Palynological research of archeological sites on the Middle Urals

N.K. Panova

Botanical Garden, Ural Branch of RAS, Yekaterinburg;
natapanova@mail.ru

The archeological sites situated on the banks and islands of ancient lakes (nowadays peat bogs) were studied on the eastern slope of the Middle Urals. Cultural layers of the time from Mesolithic till Early Iron were revealed in the peat and sapropel sediments adjacent to bank and isle sites and settlements of ancient people. Pollen analysis results of these sediments allowed to establish the main stages and connections of the nature environment changes and human cultures development. Paludification of water pools everywhere at the boundary of Eneolithic and Bronze Age worked to compel ancient population to migrate. Worsening of climate conditions and natural biodiversity decrease making the transition of ancient humans from appropriating to producing economy types.

Resources of pollen of the some people fitocenoses of the Ryazan' area

E. P. Pribylova

Ryazan' State University, Ryazan';
e.baranovskaya@rsu.edu.ru

Pollen efficiency of early-spring wood communities, inundated meadows from May till September with domination *Ranunculus*, *Leucanthemum vulgare* and *Galium mollugo*, *Pimpinella saxifraga*, *Leontodon autumnalis*, deposits in July, cuttings with *Chamaenerion angustifolium* in July, fitocenosa with domination *Carex* and *Comarum palustre* in July is studied.

Comparison of aeropalynological spectra of Ryazan' and Moscow

Yu. M. Posevina¹, E. E. Severova²

¹Ryazan' State University, Ryazan';
posevina_julia@mail.ru

²Moscow State University, Moscow

Inter-seasonal pollen productivity variations of main aerobiological taxa were studied based on data from Ryazan' and Moscow (2007—2010). All investigated taxa showed wide fluctuations in annual pollen production. Seasons with high and low pollen counts are not totally synchronized, but high seasons coincide more often. Due to synchronization of high years and the mostly non-overlapping flowering seasons, the time of exposure to pollen may be very long during the high years. Fluctuations of pollen production in Ryazan' and Moscow are very well synchronized. It supports the hypothesis of fundamental influence of the proximal causes to inter-annual variations of airborne pollen loads. We did not reveal any temporal shift in start of pollen season during last 4 years. Time fluctuation for each taxon is about a week and is determined by current weather. Also there is no difference in time of pollen season start between Moscow and Ryazan'.

Evolution of landscapes and material culture of Middle Don in Late Paleolithic—Bronze age

T. Ph. Tregub¹, I. V. Fedunin²

¹Voronezh State University, Voronezh;
ttregub108@yandex.ru

²Voronezh State Pedagogical University, Voronezh;
feduniniv@mail.ru

On the basis of complex researches of archaeological sites and inundated sediments in the Middle Don the evolution of Holocene landscapes is considered, and their paragenetic relation with stages of development of ancient cultures from late paleolithic till neolith and bronze age is given.

Palynological proximate analysis of dust
in premises with natural air exchange

V. L. Shalaboda, S. A. Dmitrieva

The V.F. Kuprevich Institute of Experimental Botany,
National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus;
valentinashalaboda@rambler.ru

The article presents proximate analysis of plant pollen and fungi spores in premises with natural air exchange. The ability of various materials to accumulate indoor dust and the possibility to use a sticky trap for dust fixation are estimated. The results of studying pollen preservation in closed premises indoors with natural air exchange are also presented.

Содержание

Палинология кайнозоя

Изменение растительности северного побережья озера Байкал в позднеледниковье и голоцене <i>А. А. Абзаева</i>	7
Первое палеонтологическое обоснование возраста Ерковецкого бурогоугольного месторождения <i>А. Г. Аблаев, С. А. Сафарова</i>	9
Пыльцевые летописи в осадках озер Берингии <i>П. М. Андерсон, А. В. Ложкин</i>	10
Голоценовая палинофлора северной части Подолья (Украина) <i>О. О. Андреева</i>	13
О возрасте палеогеновых отложений в лагуне Нерпалах (остров Котельный) по палинологическим данным <i>Г. Н. Александрова, А. Б. Кузьмичев</i>	18
Лесные стадии в истории болот Национального парка «Русский Север» <i>Н. Б. Афанасьева</i>	23
Палиностратиграфия голоценового торфяника первой надпойменной террасы реки Демьянка <i>А. В. Ахтерякова</i>	24
Палинологическая характеристика майкопских отложений (олигоцен—нижний миоцен) Юго-Восточного окончания Большого Кавказа <i>Ш. Ш. Байрамова</i>	27
Свидетельства нестабильности природной среды голоцена юга Восточной Сибири <i>Е. В. Безрукова, П. П. Летунова, Н. В. Кулагина</i>	30
Изменчивость растительности и климата межледниково—ледниковых периодов позднего неоплейстоцена Байкальского региона <i>Е. В. Безрукова</i>	34
Природные и антропогенные изменения растительного покрова на территории Регионального ландшафтного парка «Надсанский» в позднем голоцене (Украинские Карпаты) <i>А. Г. Безусько, Л. Г. Безусько, И. В. Ярема</i>	38
Развитие палеоландшафтов бассейна реки Бикин в условиях похолодания климата на рубеже среднего—позднего голоцена <i>П. С. Белянин</i>	41
Особенности развития растительности и климата аридных районов Европейской России в голоцене <i>Н. С. Болиховская</i>	43
Климато-хроностратиграфическая схема неоплейстоцена Северной Евразии (по результатам палинологического, ЭПР и ИК-ОСЛ анализов отложений) <i>Н. С. Болиховская, А. Н. Молодьков</i>	48
Угли Приамурья: возраст, условия формирования и растительная основа <i>Е. В. Бугдаева, В. С. Маркевич</i>	53
Палеогеография обстановок осадконакопления местонахождения мамонтовой фауны Луговское <i>Е. М. Бурканова</i>	57
Современные палиноспектры и диатомовая флора поверхностных осадков эстуария реки Амур и прилегающих акваторий <i>Н. К. Вагина, М. С. Обрезкова</i>	60
Типы флор и их значение для четвертичной стратиграфии Сибири <i>В. С. Волкова</i>	64
Палинофлора и палеомагнетизм отложений туртасского (журавского) горизонта западной Сибири <i>В. С. Волкова, З. Н. Гнибиденко</i>	66
Ландшафтно-климатические условия в бассейне Средней Вычегды в голоцене (по данным палинологических исследований болота Каля) <i>Ю. В. Голубева, Н. Е. Зарецкая</i>	68
Олигоценные спорово-пыльцевые комплексы в осадках Японского моря <i>М. Т. Горовая, Н. Г. Ващенко</i>	71
Переотложенные споры и пыльца в голоценовых осадках внешней части арктического шельфа России <i>Л. Г. Деревянко, Е. А. Гусев</i>	74

Изменение растительности северо-восточного побережья Корейского полуострова в голоцене (по палинологическим данным) <i>Т. А. Евстигнеева, Н. Н. Нарышкина</i>	77
Использование палинологических материалов в целях широкой межрегиональной корреляции отложений морского и континентального генезиса <i>Я. К. Еловичева</i>	80
Поозерское (вюрмское, вистулианское, валдайское) оледенение на территории Беларуси <i>Я. К. Еловичева, Е. Н. Дрозд</i>	82
Палинологическая характеристика голоценовых и верхнеплейстоценовых отложений пещеры Шульган-Таш <i>А. А. Еремеев, Р. Г. Курманов</i>	84
Материалы к региональной стратиграфической схеме палеогеновых и неогеновых отложений Северо-Восточной Якутии <i>Л. П. Жарикова, Т. И. Комзина, Л. И. Сметанникова</i>	87
Динамика растительного покрова и условия формирования Пищальского болота <i>И. А. Жуйкова</i>	93
Комплексы органикостенного фитопланктона, спор и пыльцы среднего и позднего эоцена Омского прогиба (Западная Сибирь) <i>Н. И. Запорожец</i>	96
Динамика природных обстановок в позднеледниковье и голоцене Беларуси по данным изучения осадков озера Сергеевского <i>В. П. Зерницкая, Н. А. Махнач</i>	100
Палиностратиграфия позднеледниковых и голоценовых отложений Беларуси <i>В. П. Зерницкая</i>	104
Новые данные о среднеплейстоценовой флоре разреза Булатово (бассейн Верхней Волги) <i>И. С. Зюганова</i>	108
Палинологическая характеристика голоценовых отложений косы Тузла Таманского полуострова <i>М. Д. Кайтамба</i>	111
Возрастные фитоклиматические особенности тёплых эпох плейстоцена на Дальнем Востоке России (по палинологическим данным) <i>И. А. Каревская</i>	113
Микулинские отложения в бассейне средней Протвы (по палинологическим данным) <i>И. А. Каревская, Е. А. Ерёмченко</i>	116
Ландшафтно-климатические реконструкции Приазовья в позднем голоцене на основе палинологических данных отложений Азовского моря <i>К. В. Красноруцкая, Е. Ю. Новенко</i>	119
Изучение истории растительности афроальпийского пояса гор Бале (Эфиопия) в голоцене на основании спорово-пыльцевого анализа зоогенных отложений <i>Е. А. Кузьмичева, Е. Э. Северова, Б. Ф. Хасанов</i>	123
Субрецентные спорово-пыльцевые спектры Приольхонья (Западное побережье Байкала) <i>Н. В. Кулагина</i>	127
Особенности спорово-пыльцевых комплексов различных литологических фаций донных осадков озера на побережье Белого моря <i>Н. Б. Лаврова, В. В. Колька, О. П. Корсакова</i>	130
Значение ископаемой флоры для реконструкции растительности заключительного этапа верхневалдайского оледенения Карелии <i>Н. Б. Лаврова</i>	134
Изменения палеоклимата позднеледникового казанцевского межледниковья бореальной зоны Западной и Средней Сибири (по данным палинологии и ²³⁰ Th/U датирования) <i>С. А. Лаухин</i>	137
Палеоклиматические летописи озера Эльгыгытгын, Северо-Восток России <i>А. В. Ложкин, П. М. Андерсон, П. С. Минюк</i>	139
Влияние катастрофических событий на формирование спорово-пыльцевых спектров <i>М. С. Лящевская</i>	142
Палинологическая характеристика отложений верхнего плейстоцена в Коми республике <i>Т. И. Марченко-Ваганова</i>	146

Новые данные о диноцистах и палинокомплексах, выделенных из эоценовых отложений Тигильского района Западной Камчатки <i>Е. Ю. Мещерякова, О. В. Кочубей, О. Ф. Дзюба</i>	149
История развития растительности в районе оз. Эльгыгытгын по результатам спорово-пыльцевого анализа кернов многолетнемерзлых пород <i>Е. А. Морозова, А. А. Андреев, Г. Б. Федоров, Г. Швамборн, Л. Ширрмайстер, Н. Б. Останин</i>	157
Природные обстановки северной Якутии в позднеледниковье по результатам палинологического изучения осадков моря Лаптевых <i>О. Д. Найдина</i>	160
Динамика растительности и климата бассейна Верхнего Дона в голоцене <i>Е. Ю. Новенко, Е. М. Волкова, И. С. Зюганова</i>	162
Палинологическая характеристика стратотипического разреза мгинских морских отложений микулинского межледниковья <i>Э. С. Плешивцева</i>	166
Развитие реликтовых листовничников о. Шикотан в голоцене (Малая Курильская гряда) по палинологическим и геохронологическим данным <i>Н. Г. Разжигаева, Н. И. Белянина, Л. А. Ганзей, Х. А. Арсланов</i>	171
Событие 8,2 ка и палинологические данные: опыт критического анализа <i>Д. А. Рубан</i>	174
Природные условия бассейна Телецкого озера (Российский Алтай) в позднем голоцене <i>Н. А. Рудая, А. А. Андреев, И. А. Калугин</i>	176
Комплексы спор и пыльцы донных осадков Южно-Канинской банки Баренцева моря (рубеж позднего неоплейстоцена и голоцена) <i>О. В. Руденко</i>	180
Результаты исследований глубоководных донных осадков Японского моря <i>Ю. В. Рыбьякова</i>	182
Возраст и палеогеографические условия формирования отложений с фауной крупных млекопитающих в местонахождении Уручье, Минск <i>Т. Б. Рылова, И. Е. Савченко, С. В. Демидова, Г. К. Хурсевич</i>	185
Палинологическая характеристика донных отложений озер тундры, лесотундры и северной тайги (Северная Якутия) <i>Л. А. Савельева, Д. Ю. Большиянов, У. Херциух, П. С. Вахрамеева, Б. Бискаборн, Д. В. Титова</i>	190
Особенности палинологических реконструкций больших и малых озер в позднем плейстоцене—голоцене <i>Т. В. Сапелко</i>	191
Проблемы интерпретации палинологических данных из плиоцен—эоплейстоценовых отложений Таманского полуострова <i>А. Н. Симакова</i>	194
Изменение растительности Курильских островов в голоцене по данным пыльцевых летописей в осадках озер <i>Т. Б. Соломаткина, А. В. Ложкин, П. М. Андерсон</i>	196
Палинологическая характеристика голоценовых отложений Муганской равнины Азербайджана <i>Е. Н. Тагиева</i>	202
Динамика растительности и торфонакопления на Сестрорецкой низине в голоцене <i>Л. В. Филимонова</i>	205
Пыльца «неопределенного покрытосеменного» растения в третичных отложениях Грузии <i>И. И. Шатилова, Н. Ш. Мchedlishvili</i>	210
Палеоклиматические изменения в течение века продуктивной серии (нижний плиоцен) на Абшеронском полуострове (Азербайджан) по данным палинологического анализа <i>В. Г. Шахбазова</i>	213
Биостратиграфия тамбовской свиты (средний миоцен) Окско—Донской равнины <i>В. Г. Шпунль</i>	215
Диатомовые и спорово—пыльцевые комплексы из кайнозойских отложений центральной части Охотского моря (трог Кашеварова) <i>И. Б. Цой, Н. К. Вагина</i>	219

Изменение климатических условий голоцена и растительности на территории подзоны южной тайги Приенисейской Сибири <i>Г. Ю. Ямских</i>	222
Динамика ареала рода полыней на территории Западной Сибири в голоцене по данным пыльцевого анализа как отражение изменений климата <i>Т. А. Бляхарчук</i>	224
Прикладная палинология	
Влияние вулканических факторов на полиморфность пыльцы <i>Pinus Pumula</i> Pall. Regel (Курильские острова) <i>Н. И. Белянина</i>	229
Наличие агломератов в пыльце анемофильных растений, поступающей в атмосферу <i>В. В. Головки</i>	230
Определение массы пыльцевых зерен анемофильных растений <i>В. В. Головки, В. Л. Истомин, К. П. Куценогий</i>	235
Хозяйственная зона деревни Кукарки в XIII—XV веках: методика сопряженного археологического, почвенного и палинологического изучения мещерских ландшафтов <i>А. Л. Александровский, С. З. Чернов, Е. Г. Ершова</i>	238
Геохимия и стратиграфия угленосных отложений Верхнего Приамурья <i>Т. В. Кезина</i>	242
Из истории палинологической лаборатории Дальневосточного территориального геологического управления (г. Хабаровск) <i>Т. В. Кезина, Н. Д. Литвиненко</i>	245
Морфологические особенности пыльцевых зерен вида <i>Chenopodium album</i> L. в связи с оценкой качества окружающей среды <i>О. Ф. Дзюба, О. В. Кочубей, В. М. Леунова, М. А. Мещеряков</i>	248
Качественный состав палинологических спектров Санкт-Петербурга во время пыления сосны обыкновенной на территории города-спутника ЛАЭС Сосновый Бор <i>О. Ф. Дзюба, С. В. Подойницына</i>	253
Ботаническое происхождение мёдов из бортей урочища Бала-Тукай заповедника «Шульган-Таш» <i>Р. Г. Курманов</i>	257
Исследования пыльцы шиповника морщинистолистного как индикатора загрязнения среды тяжелыми металлами (на примере Петрозаводска) <i>О. В. Лазарева, Н. В. Крутских</i>	260
Количественные взаимоотношения между субфоссильными палиноспектрами и современной растительностью Полярного Урала <i>Е. Г. Лаптева, В. Янковска, Н. К. Панова</i>	263
Антропогенное влияние на растительность лесостепного Южного Зауралья в голоцене по палеоботаническим данным из грота Сухарыш <i>Е. Г. Лаптева, О. М. Корона</i>	267
Качество пыльцы и особенности палинокомплексов поверхностных почвенных проб из района Чернобыля (данные по отложениям с высоким радиоактивным заражением) <i>Г. М. Левковская, В. П. Мацко, И. И. Сквернюк, М. Г. Орехова, Л. А. Карцева</i>	271
Качество пыльцы и особенности палинокомплексов некоторых природных экстремумов плейстоцена и их сравнение с палинокомплексами отложений с высоким радиоактивным заражением из района чернобыльской техногенной катастрофы <i>Г. М. Левковская, А. Н. Боголюбова</i>	278
Результаты ежесуточного мониторинга пыльцевой компоненты биоаэрозоля над Иркутском <i>П. П. Летунова, Е. В. Безрукова</i>	286
Морфологические и функциональные признаки пыльцы сосны обыкновенной в биоиндикации техногенного загрязнения и мониторинге состояния генеративной системы <i>С. Г. Махнева, С. Л. Менищиков</i>	288
Субфоссильные спорово-пыльцевые комплексы долин рек Партизанская, Киевка и антропогенное воздействие на их формирование (Южное Приморье) <i>Л. М. Мохова</i>	292

Аэропалинологические исследования в Алтайском крае <i>Г. И. Ненашева, Н. В. Репин, К. Н. Репина</i>	294
Годовое выпадение спорово-пыльцевого дождя в Восточно-Сибирской Арктике в период 2002—2009 годы (по данным спорово-пыльцевых ловушек) <i>Е. Ю. Павлова, М. В. Дорожкина, В. В. Питулько</i>	296
Палинологическое исследование археологических памятников на Среднем Урале <i>Н. К. Панова</i>	299
Ресурсы пыльцы некоторых фитоценозов Рязанской области <i>Е. П. Прибылова</i>	302
Сопоставление особенностей аэропалинологических спектров Москвы и Рязани <i>Ю. М. Посевина, Е. Э. Северова</i>	303
Эволюция ландшафтов и материальной культуры Среднего Подонья в позднем палеолите—энеолите <i>Т. Ф. Трегуб, И. В. Федюнин</i>	308
Палинологический экспресс-анализ пыли помещений с натуральным воздухообменом <i>В. Л. Шалабода, С. А. Дмитриева</i>	311

Научное издание

Проблемы современной палинологии

Материалы XIII Российской палинологической конференции
с международным участием

Том II

В подготовке материалов к печати принимали участие:

Н. В. Ильина, Т. И. Марченко-Вагапова, Г. Н. Каблис,
Л. А. Селькова, Ю. В. Голубева, Л. В. Тетерюк, Е. Е. Кулюгина

Макетирование и оформление обложки

Б. В. Мижгородский

На обложке

Пыльца одуванчика. Фото О. Дзюба

Подписано в печать 20.08.11. Печать РИЗО.

Тираж 220

Усл. печ. л. 43

Заказ 834



Отпечатано в издательско-информационном отделе
Института геологии Коми НЦ УрО РАН
167982, Сыктывкар, Первомайская, 54
E-mail: geoprint@geo.komisc.ru