

УДК 561.26:551.8 (571.645)

Т. Р. МАКАРОВА, Т. А. ГРЕБЕННИКОВА

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток

РЕКОНСТРУКЦИЯ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ ОСТРОВОВ МАЛОЙ КУРИЛЬСКОЙ ГРЯДЫ НА ОСНОВЕ СОСТАВА ДИАТОМОВОЙ ФЛОРЫ ПОЗДНЕПЛЕЙСТОЦЕН-ГОЛОЦЕНОВЫХ ТОРФЯНИКОВ

На основе изучения диатомовой флоры с применением методов радиоуглеродного датирования, тephростратиграфии и других имеющихся биостратиграфических данных реконструированы обстановки развития торфяников на островах Танфильева и Полонского (Малая Курильская гряда) в конце позднего плейстоцена–голоцене в зависимости от климатических изменений, проявлений цунами и влияния вулканических пеплопадов. Установлено, что основной фактор, определяющий ход развития торфяных болот, — это гидроклиматические изменения в голоцене. Выделено несколько хорошо сопоставимых на обоих островах стадий обводнения и иссушения торфяников и определены скорости торфонакопления в разные периоды голоцена. Наиболее сильное увлажнение торфяники испытывали в раннем голоцене. В среднем голоцене (7240–3660 л. н.) формирование торфяников происходило в условиях незначительного увлажнения, существенно снижалась скорость торфонакопления. Повышение увлажнения началось около 3660 л. н. Обводненность торфяников значительно повышалась после выпадения вулканических пеплов Та-с и Ма-б. Засушливые условия, обусловленные кратковременными похолоданиями, существовали около 12, 7 и 1,5 тыс. л. н. В заключительную стадию позднего голоцена торфяники развивались в маловлаженных сильноокислых условиях. В них обнаружены морские виды диатомей. В раннем голоцене морские диатомеи поступали в торфяники в результате размыва выходов морских плейстоценовых отложений, существовавших в пределах сухопутного моста. В среднем–позднем голоцене присутствие морских диатомей в торфяниках связано с проявлениями цунами.

Ключевые слова: торфяники, диатомовые водоросли, плейстоцен, голоцен, гидроклиматические изменения.

Based on studying the diatom flora by use of the radiocarbon dating methods, tephrostratigraph and other available biostratigraphic data, we reconstructed the settings of development of peat deposits in Tanfiliev and Polonskii Islands (Lesser Kuril Ridge) for the end of the Late Pleistocene–Holocene according to climatic changes, tsunami events and the influence of volcanic ash falls. It is found that the main factor determining the time history of peat bogs is represented by hydroclimatic changes during the Holocene. We identified several (quite well comparable for the two islands) waterlogging and drying stages of peat deposits, and determined the peat accumulation rates for different periods in the Holocene. In the Mid-Holocene (7240–3660 years ago), the formation of peat deposits was proceeding in conditions of insignificant waterlogging, and the peat accumulation rate was decreasing substantially. An increase in waterlogging started about 3660 years ago. Waterlogging of the peat deposits increased considerably after the fall of volcanic Ta-c and Ma-b ashes. The dry conditions, caused by short-lasting cooling periods, existed about 12, 7 and 1.5 ka. During the final stage of the Late Holocene, peat deposits were developing in water-deficient, strongly acidic conditions. They exhibited the presence of marine kinds of diatoms. In the Early Holocene, diatoms were supplied to the peat bogs as a result of the scour of marine Pleistocene deposits which existed within a land bridge. In the Mid- and Late Holocene, the presence of marine diatoms in peat deposits is associated with tsunami events.

Keywords: peat deposits, diatom algae, Pleistocene, Holocene, hydroclimatic changes.

ВВЕДЕНИЕ

Образование большинства торфяных болот на островах Южных Курил, как и на материковой части юга Дальнего Востока, началось в среднем–позднем голоцене [1, 2]. Болота, формирование и развитие которых началось в конце позднего плейстоцена–раннем голоцене, имеют ограниченное распространение. Они обнаружены на островах Малой Курильской гряды, Сахалине и в Нижнем Приамурье [3–9]. Поэтому изучение длительно существующих болот, с точки зрения выяснения условий их зарождения и развития, представляет большой интерес. Одним из приоритетных методов при восстановлении ландшафтной обстановки образования и развития торфяников является диатомовый анализ.

Цель данной работы — проследить ход изменений комплексов диатомей в торфяниках островов Полонского и Танфильева в конце позднего плейстоцена и голоцене, а также выявить изменения в развитии ландшафтов в зависимости от климатических флуктуаций, проявлений цунами и влияния вулканических пеплопадов.

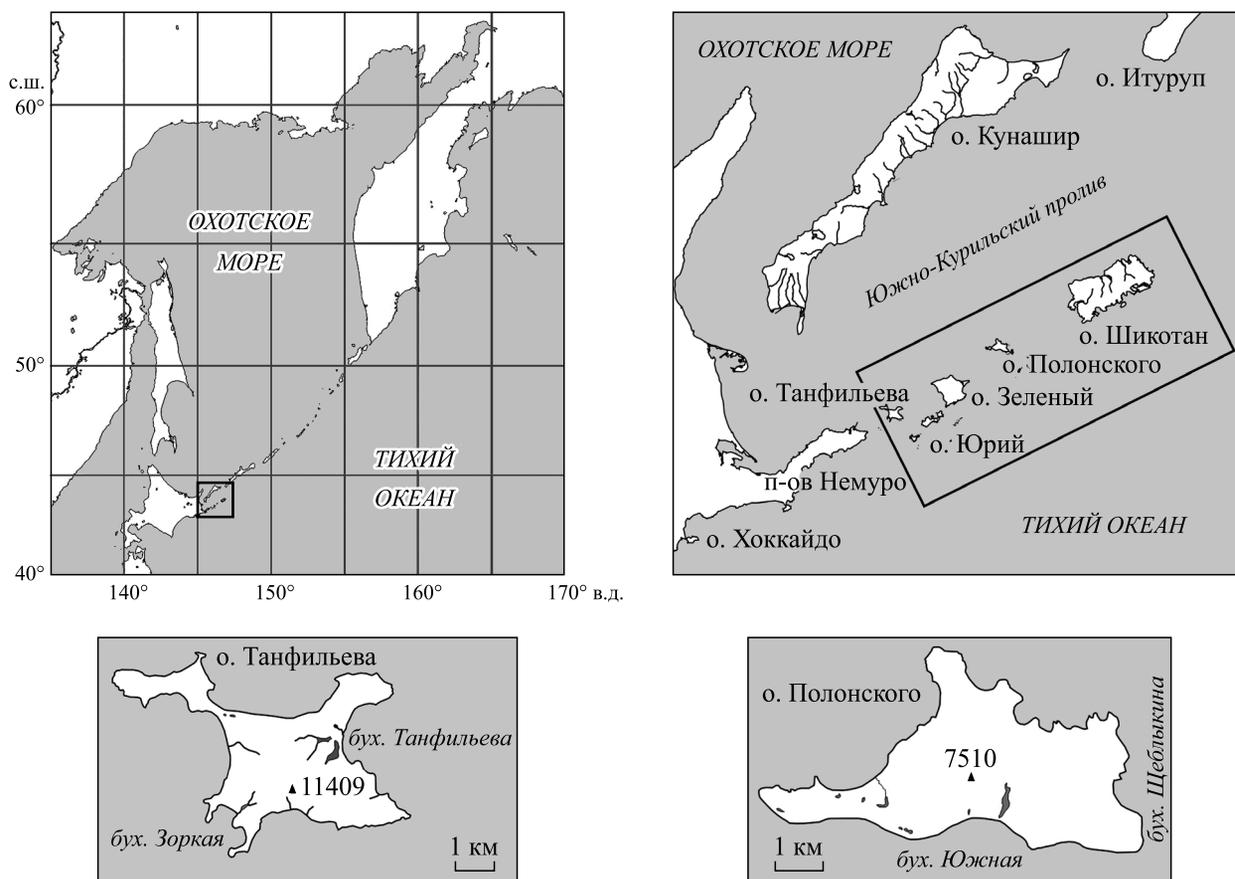


Рис. 1. Схема расположения изученных разрезов на островах Танфильева и Полонского.

Острова Танфильева и Полонского расположены на юге Малой Курильской гряды (рис. 1) и являются остатками обширного сухопутного моста, объединявшего их в последнюю ледниковую эпоху с островами Кунашир и Хоккайдо [10]. Острова имеют выровненный рельеф высотой до 10–15 м, большую часть их территории занимают верховые болота. Степень увлажнения болот контролировалась количеством атмосферных осадков и температурным режимом. Непрерывное накопление торфа и устойчивость торфяников к размывам позволяют выделить последовательный ряд экологически показательных ассоциаций диатомей в зависимости от степени увлажненности болот, солености и рН среды.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На о. Танфильева в пределах центрального болотного массива на высоте около 15 м, в 500 м от берега моря (43°25,693' с. ш., 145°54,698' в. д.) изучен разрез торфяника мощностью до 2,2 м. Исследованы содержащиеся в нем спорово-пыльцевые спектры и получена серия ^{14}C дат [11]. На о. Полонского рассмотрен разрез торфяника мощностью до 3 м в центральной части острова (43°38,236' с. ш., 145°19,438' в. д.) на высоте около 10 м. Разрезами вскрыт хорошо разложившийся торф от темно-коричневого до черного цвета, залегающий на глинистом мелкозернистом песке и глине. Отбор проб производился непрерывно с шагом 5 см. Биостратиграфическое изучение торфяников выполнялось методом диатомового анализа. Техническая обработка проб и приготовление постоянных препаратов выполнены по общепринятой методике [12]. Видовое определение и подсчет створок (до 200–250) проводился в световом микроскопе Axioskop-Karl-Zeiss с увеличением до 1200 раз. При интерпретации данных диатомового анализа использованы результаты радиоуглеродного датирования (Геологический институт РАН, г. Москва), тефростратиграфии и изучения спорово-пыльцевых спектров в торфянике на о. Танфильева [11].

Торфяники включают несколько прослоев датированных вулканических пеплов мощностью до 17 см [12], которые были сопоставлены с маркирующими пеплами вулканов о. Хоккайдо [13]. Пепловые прослои хорошо прослеживаются в пределах обоих разрезов торфяников, их корреляция позволяет производить сопоставление одновозрастных слоев торфа. В торфяных отложениях выделены слои, где в составе пресноводной флоры обнаружены морские диатомовые водоросли.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В разрезе торфяника на о. Танфильева выделены семь комплексов диатомей (рис. 2).

Комплекс 1 (2,05–2,2 м) характеризуется обилием (до 46 %) в подошве слоя планктонных *Aulacoseira alpigena*, *A. distans* и бентосного *Tetracyclus glans*. В кровле преобладают виды обрастаний (до 81 %), доминируют *Eunotia diodon*, *E. incisa*, *E. praerupta*. Комплекс диатомей свидетельствует об интенсивном обводнении и заболачивании. Показатели pH среды меняются от нейтральных до кислых, к кровле слоя возрастает доля галофобов.

Комплекс 2 (1,9–2,05 м) богат бентосными видами (до 87 %). Снижается содержание видов рода *Eunotia*, исчезают виды, характерные для проточных вод, доминируют *Pinnularia borealis*, появляются *Luticola mutica*, *Hantzschia amphioxys*, показывающие осушение. По отношению к pH среды и минерализации преобладают циркумнейтральные, индифферентные виды. Для этого слоя торфяника получена ¹⁴C дата 12 200 ± 150 л. н. (ГИН-13457).

Комплекс 3 (1,5–1,9 м) отражает незначительное обводнение и развитие болотных обстановок. Доминирует *Pinnularia divergentissima*, в подошве слоя высокой концентрации достигают также *Pinnularia rupestris*, *Eunotia glacialis*, *E. nymanniana*, в некоторых слоях осадков встречаются виды родов *Aulacoseira*, *Diploneis*, *Cymbella*, *Epithemia*, свидетельствующие о незначительном влиянии проточных вод. В средней части слоя доминируют *Chamaepinnularia soehrensii* var. *hassiacae*, *Pinnularia viridis*, *P. brebissonii*, *Eunotia exigua*, *E. paludosa*. Для торфа на глубине 1,8 м получена ¹⁴C дата 11 400 ± 100 л. н. (ГИН-13456). На глубине 1,5 м обнаружен прослой вулканического пепла, сопоставимый с пеплом Ма-1 вулкана Масю (около 10 тыс. л. н.), из подстилающего торфа (1,55 м) получена ¹⁴C дата 10 360 ± 60 л. н. (ГИН-13455).

Комплекс 4 (0,8–1,5 м) отражает снижение увлажненности, что выразилось в сокращении видового и количественного богатства диатомей и заметном участии *Diadsmis contenta*, *Pinnularia borealis*, *P. isostauron*. На глубине 1,3–1,35 м залегает прослой вулканических пеплов Ма-f-j (6,5–7 тыс. л. н.), из подстилающего торфа получена ¹⁴C дата 7270 ± 50 л. н. (ГИН-13454).

Комплекс 5 (0,25–0,8 м). Преобладают виды обрастаний (до 63 %). Нижняя часть слоя характеризуется высоким содержанием ацидофилов (до 69 %) и ацидобионтов (до 14,7 %), а по отношению к солености — галофобов (до 70 %). Доминируют *Eunotia nymanniana*, *E. fallax*, *E. paludosa*, *E. glacialis*, а также ацидобионты *Navicula festiva*, *Frustulia saxonica*, *Kobayasiella subtilissima*. В верхней части слоя увеличивается содержание гидрофильных видов *Brachysira brebissonii*, *Eunotia faba*, *Tabellaria flocculosa*, *Tetracyclus glans*, *Encyonema perpussilum*, указывающих на увеличение степени увлажненности торфяника. На глубине 0,7–0,72 м обнаружен прослой пепла, сопоставимый с пеплом Ма-d вулкана Масю, из подстилающего торфа получена ¹⁴C дата 3660 ± 60 л. н. (ГИН-13453). Интервал 0,39–0,42 м характеризуется прослоем, сопоставимым с пеплом Та-с, который образован около 2,3–2,4 тыс. л. н. при извержении вулкана Тарумаи.

Комплекс 6 (0,15–0,25 м) отличается высоким содержанием *Diadsmis contenta*, *Pinnularia isostauron*, что может свидетельствовать о снижении степени обводненности торфяника.

Комплекс 7 (0–0,15 м) отражает развитие болотных обстановок. Доминируют виды рода *Eunotia*, повышается содержание ацидобионта *Navicula festiva*. В основании слоя выделяется прослой вулканических пеплов, сопоставимых с пеплами Ко-с2 (1694 г.) вулкана Комагатаке и Ма-а (1739 г.) вулкана Тарумаи.

На глубине 1,45–2,15 м встречено 22 вида морских диатомей, преобладают океанические и не-ритические *Thalassiosira eccentrica*, *T. gravida*, *Coscinodiscus marginatus* и др., а также вымершие в плиоцене–плейстоцене *Pyxidicula zabelinae*, *Thalassiosira nidulus*, *Coscinodiscus marginatus* var. *fossilis* и др. В слое 0,6–1,15 м найдены только сублиторальные *Cocconeis scutellum* и *C. costata*.

В разрезе торфяника на о. Полонского выделены девять комплексов диатомей (рис. 3).

Комплекс 1 (2,9–3 м) характеризуется обилием створок видов обрастаний (до 74 %). В подошве слоя заметного участия достигают *Stauroforma exiguiiformis*, *Encyonema silesiacum*, *Achnantheidium affine*, *Caloneis silicula*. Выше доминируют *Eunotia incisa*, *E. faba*, *E. intermedia*, бентосный *Brachysira brebissonii*

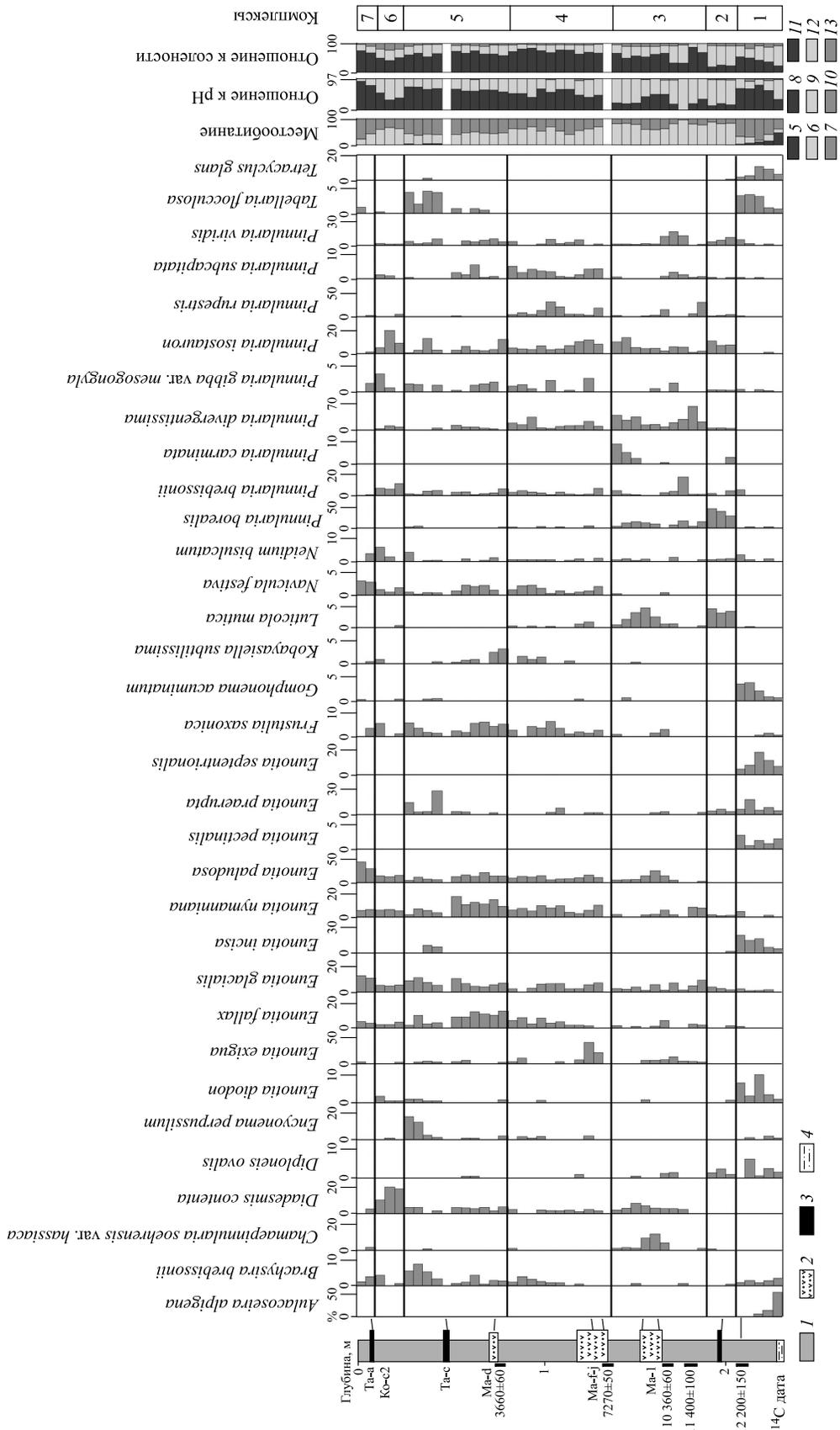


Рис. 2. Диатомовая диаграмма торфяника о. Танфильева.

1 — торф; 2 — вулканический пепел (песок); 3 — вулканический пепел (алеврит); 4 — глина. Экологическая структура диатомовых комплексов: 5 — планктон, 6 — бентос, 7 — обрастания, 8 — ацидофилы и ацидобионты, 9 — циркумнейтральные, 10 — алкалофилы, 11 — галофобы, 12 — индифференты, 13 — галофилы.

и временно планктонный *Tabellaria flocculosa*. В структуре комплекса в подошве слоя по отношению к рН воды и минерализации преобладают циркумнейтральные (до 48 %) и индифферентные (45 %) виды, в верхней — ацидофилы (до 72,6 %) и галофобы (69,2 %). Комплекс диатомей свидетельствует об интенсивном обводнении и развитии болотных обстановок.

Комплекс 2 (2,2–2,9 м). В составе диатомей преобладают бентосные виды (до 73 %). В нижней части слоя доминируют *Pinnularia viridis*, *P. stomatophora*, *P. brevicostata*, из обрастаний присутствуют *Rhopalodia gibberula* и *Cymbella aspera*. В верхней части слоя возрастает роль бентосных *Diploneis ovalis*, *D. elliptica*, *D. oblongella*, появляются планктонные *Aulacoseira granulata*, *A. italica*, *A. crenulata* (до 18 % в сумме). По отношению к солености преобладают индифферентные виды (64 %), а по отношению к рН возрастает доля алкалифилов (до 43 %). Комплекс отражает постепенное увеличение увлажненности торфяника. На глубине 2,65–2,7 и 2,85 м обнаружены створки морских и солоноватоводных видов: океанический *Rhizosolenia hebetata*, фрагменты *Coscinodiscus* sp., *Thalassiosira* sp., неритический *Actinocyclus ingens*, сублиторальный *Actinocyclus octonarius* и солоноватоводный *Nitzschia sigma*.

Комплекс 3 (2,1–2,2 м). В составе диатомей преобладают бентосные виды (78 %), планктонные практически исчезают. На фоне разнообразных видов родов *Eunotia* и *Pinnularia* высокой концентрации достигают *Diadismis contenta*, *Pinnularia borealis*, появляется *Luticola mutica*, свидетельствующие о низкой степени увлажнения в период накопления этого слоя осадков.

Комплекс 4 (1,85–2,1 м). Доминируют *Diploneis elliptica*, *D. ovalis*, *Eunotia praerupta* и наблюдается увеличение содержания *Navicula natchikae*, *Pinnularia stomatophora*, *P. acrosphaeriae*, характерных для озерно-болотных обстановок. Появляются планктонные *Aulacoseira crenulata*, *A. granulata*, *A. italica*, наиболее высокое их содержание (до 17 % в сумме) отмечено выше прослоя вулканического пепла Ма-1 (около 10 тыс. л. н.), залегающего на глубине 1,9 м. По отношению к рН среды значительно повышается доля алкалифилов, по отношению к солености ведущими остаются индифференты. Комплекс свидетельствует об обводнении торфяника и заболачивании. На глубине 2 м обнаружены фрагменты морских видов родов *Thalassiosira*, *Coscinodiscus* и солоноватоводного *Campylodiscus echeneis*.

Комплекс 5 (1,6–1,85 м). Доминируют *Diadismis contenta*, *Pinnularia borealis*, *Hantzschia amphioxys*, присутствуют *Luticola mutica* (виды, способные обитать при незначительном увлажнении), а также *Pinnularia viridis*, *Eunotia tenella*. В интервале 1,71–1,75 м залегают прослой вулканических пеплов Ма-f-j, образованный вулканом Масю 6,5–7 тыс. л. н. На глубине 1,65 м обнаружены солоноватоводно-морские сублиторальные *Thalassiosira bramaputrae* и *Navicula jarrensis*.

Комплекс 6 (0,7–1,6 м). Особенность комплекса заключается в частых сменах ассоциаций диатомей, характерных для засушливых условий, ассоциациями видов, указывающих на обводнение и заболачивание, что свидетельствует о нестабильности гидрологических условий. В этом слое осадков вскрываются два прослоя вулканического пепла. Нижний (Ма-d) образован около 3,2–3,4 тыс. л. н., залегают на глубине 1,15 м, верхний — с высоким содержанием К₂О — образован около 2 тыс. л. н., находится на глубине 0,9 м. В подошве слоя доминируют *Diploneis elliptica*, *D. ovalis*, оптимально развивающиеся при показателях рН, близких к нейтральным. Выше преобладают характерные для болотных ассоциаций *Eunotia exigua*, *E. minor*, *E. tenella*, *Pinnularia lagerstedtii*, *P. viridis*. В торфе, залегающем над пепловым прослоем Ма-d, возрастает содержание хорошо переносящих временное осушение *Diadismis contenta*, ближе к кровле слоя преобладают озерно-болотные *Diploneis elliptica*, *D. ovalis*, *Pinnularia divergentissima*, появляются *Navicula natchikae*, *N. festiva*. По отношению к рН среды в подошве слоя превалируют алкалифилы (52 %), выше — существенно увеличивается (до 53 %) доля ацидофилов. По отношению к солености возрастает доля галофобов. В интервале 1,4–1,45 м отмечено очень низкое содержание диатомей. Их малая численность зафиксирована и в прослое минерализованного торфа, возможно, с включением вулканического пепла, вскрытого на глубине 0,75 м. На глубине 1,25–1,3 м обнаружены сублиторальные морские и солоноватоводные *Actinocyclus octonarius*, *Thalassiosira bramaputrae*, *Navicula jarrensis*, *Nitzschia sigma*. Здесь же отмечено снижение участия ацидофильных видов и появляются характерные для озер планктонные *Cyclostephanos dubius*, *Aulacoseira granulata* и эпифиты *Staurosira venter*, *Staurosirella pinnata* и др.

Комплекс 7 (0,45–0,7 м). В подошве слоя залегают вулканический пепел, образованный при извержении вулкана Тятя около 1,5 тыс. л. н. Состав диатомей в этих осадках имеет много общего с шестым комплексом. Преобладают виды родов *Eunotia* и *Pinnularia*. Отличительная черта — высокое содержание *Diadismis contenta* (до 20 %), что, скорее всего, связано с уменьшением увлажненности торфяника. В кровле слоя диатомей единичны. В интервале 0,55–0,6 м встречены сублиторальные морские и солоноватоводные виды (до девяти форм) и фрагменты океанического *Coscinodiscus* sp. Здесь же отмечено появление планктонных *Cyclostephanos dubius* (до 3 %), *Aulacoseira granulata* (до 2 %), *A. italica*, из обрастаний — *Martyana martyi* (до 6 %).

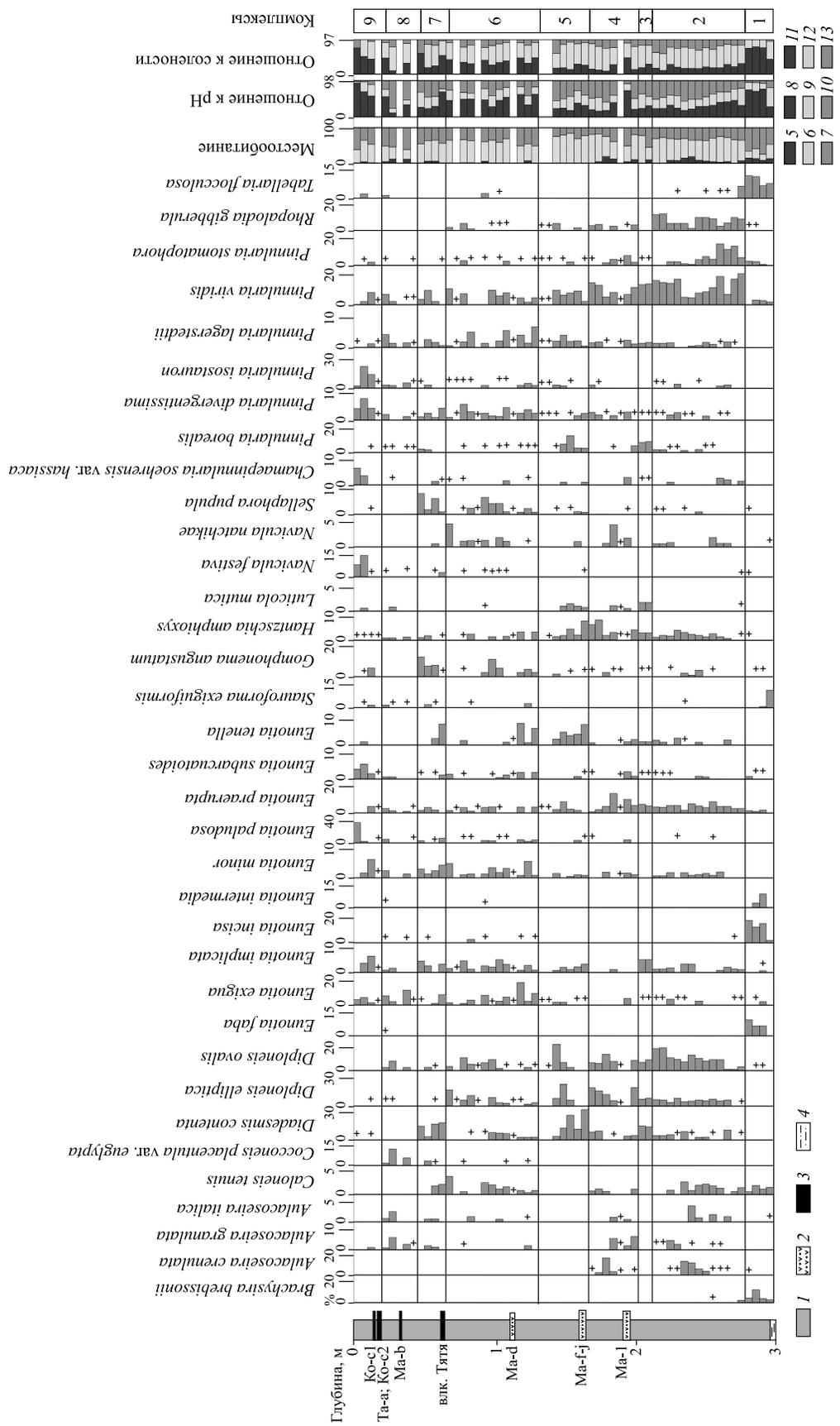


Рис. 3. Диатомовая диаграмма торфяника о. Полонского.
Усл. обозн. см. на рис. 2.

Комплекс 8 (0,25–0,45 м) отражает стадию незначительного обводнения и заболачивания. Преобладают виды обрастаний (до 50–60 %), доминируют характерные для болотных обстановок *Eunotia exigua*, *E. glacialis*, *Pinnularia isostauron*, *P. lagerstedtii*, *P. viridis*. Заметного участия достигают планктонные виды рода *Aulacoseira* (до 10 % в сумме), а также виды обрастаний и бентосные *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, *Staurosira venter*, *S. subsalina*, *Synedra ulna*, *Martyana martyi*, *Navicula peregrina* и др., характерные для водоемов с нейтральной или слегка щелочной рН воды. Не исключено, что обилие этих видов в большей мере связано с прохождением цунами. В данном интервале в каждой пробе торфа встречены морские и солоноватоводные сублиторальные виды (*Actinocyclus octonarius*, *Cocconeis scutellum*, *Diploneis smithii*, *Navicula jarrensis* и др.), а также фрагменты океанических и неритических видов родов *Thalassiosira* и *Coscinodiscus*. Их наиболее высокая численность отмечена на глубинах 0,4 м (6 видов) и в интервале 0,25–0,3 м (до 12 видов). По-видимому, в нижележащие слои торфа некоторые морские виды могли поступать в результате фильтрации вод. На глубине 0,35 м вскрыт вулканический пепел Ма-б, образованный около 1 тыс. л. н.

Комплекс 9 (0–0,25 м) отражает стадию заболачивания. Доминируют виды рода *Eunotia*, а также *Navicula festiva*, *Chamaepinnularia soehrensii* var. *hassiacae*, *Pinnularia divergentissima* и др. Здесь встречены линзы пеплов исторических извержений вулканов Комагатаке (Ко-с2, 1694 г., глубина 0,2 м) и Тарумаи (Та-а, 1739 г., глубина 0,15 м). На отметках 0,05 и 0,15 м встречены морские сублиторальный *Cocconeis scutellum*, неритический *Thalassionema nitzschioides*, океанический *Thalassiosira eccentrica* и фрагменты видов рода *Coscinodiscus*.

Изучение диатомовых водорослей в разрезах торфяников с детальным радиоуглеродным датированием и наличием вулканических пепловых прослоев показало, что болотные системы на островах Танфильева и Полонского прошли сложный путь развития. Основной фактор, определяющий ход развития торфяных болот, — это гидроклиматические изменения в конце позднего плейстоцена и голоцене. Выделяются несколько хорошо сопоставимых на обоих островах фаз, отвечающих периодам обводнения и уменьшения увлажнения (рис. 4).

Прогрессирующее потепление климата в конце позднего плейстоцена, сопровождавшееся увеличением количества атмосферных осадков, привело к значительному обводнению с последующим интенсивным заболачиванием уплощенных поверхностей и началу торфонакопления в районе сухопутного моста [5, 10, 12]. В этот период комплексы диатомей с участием *Aulacoseira alpigena*, *A. italica*, *Stauroforma exiguiformis*, *Tetracyclus glans*, предпочитающих нейтральную или слегка щелочную рН среды, сменяются ассоциациями видов, характерных для кислых болотных обстановок. В ландшафтах островов существовали редкостойные лиственничники, а на возвышенных участках — разреженные березовые леса [5, 12].

Иссушение болот фиксируется около 12 000 л. н., по-видимому, оно обусловлено кратковременным резким похолоданием климата, сопоставимым со средним дриасом [14, 15]. В диатомовых комплексах преобладали виды, хорошо переносящие временное осушение: *Diademsis contenta*, *Luticola mutica*, *Pinnularia borealis*, *P. isostauron*. В растительном покрове похолодание выразилось в распространении кустарниковых берез (*Betula exilis*, *B. sect. Nanae*) [12], встречающихся в настоящее время только на Северных Курилах [16]. Повторное, но менее значительное по сравнению с предыдущим обводнение и заболачивание территории связаны с потеплением, произошедшим около 11 400 л. н., сопоставимым с аллердом [3, 15]. В торфянике о. Полонского преобладали диатомеи, характерные для озерно-болотных обстановок: *Diploneis elliptica*, *D. ovalis*, *Eunotia praerupta*, *Navicula natchikae*, *Pinnularia stomatophora*, *P. acrosphaeriae* с участием планктонных видов рода *Aulacoseira*. На о. Танфильева заболачивание поверхности было выражено более сильно, в составе диатомей здесь доминировали виды, типичные для болотных условий: *Eunotia paludosa*, *Chamaepinnularia soehrensii* var. *hassiacae*, *Pinnularia divergentissima*, *P. brebissonii*, *P. viridis*. Скорости торфонакопления в этот период составляли на о. Полонского примерно 0,33 мм/год и на о. Танфильева — примерно 0,29 мм/год. В ландшафтах островов на хорошо дренированных участках появились темнохвойные леса с папоротниковым покровом [12]. Описываемое потепление проявилось практически на всех островах Южных Курил [5]. Подобная ритмика смен комплексов диатомей в конце плейстоцена–раннем голоцене отмечена на о. Шикотан в долине р. Горобец, но там изменения были менее контрастными [2].

В среднем голоцене (7240–3660 л. н.) формирование торфяников в целом происходило при умеренном увлажнении. Из состава диатомей в торфянике на о. Полонского практически полностью исчезли виды, характерные для проточных вод, широкое развитие получили обитатели слабообводненных слабоминерализованных болот, представленные в основном видами родов *Eunotia* и *Pinnularia*. На о. Танфильева усилилось закисление болота, в составе диатомей значительную роль играли

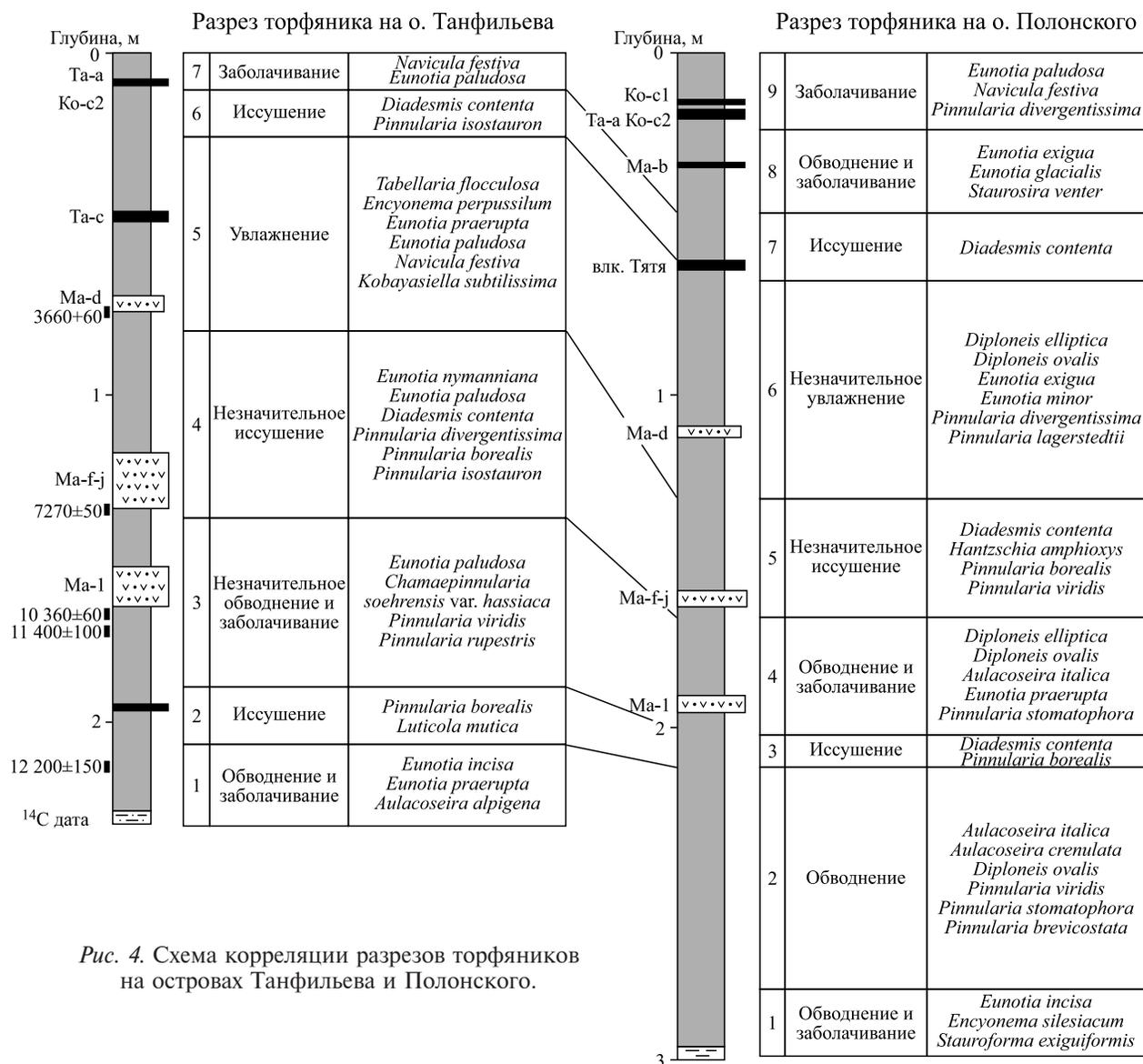


Рис. 4. Схема корреляции разрезов торфяников на островах Танфильева и Полонского.

ацидобионты (до 15 %). Существенно снизилась скорость торфонакопления, которая составляла на о. Полонского приблизительно 0,15 мм/год, а на о. Танфильева — 0,13 мм/год. Снижение скорости торфонакопления в этот период могло происходить как за счет повышения испарения с поверхности торфяников при росте температур, так и за счет возможного снижения среднегодового количества атмосферных осадков [2, 12, 17]. О существовании довольно теплых условий на островах Южных Курил в этот период свидетельствует широкое распространение неморальных полидоминантных и смешанных хвойно-широколиственных лесов [5, 18].

Наиболее ошутимое иссушение торфяников с обилием в комплексах *Diadесmis contenta*, *Luticola mutica*, *Pinnularia borealis* наблюдалась около 7200 л. н., что, скорее всего, связано с кратковременным похолоданием. По-видимому, иссушение торфяников еще больше усиливалось за счет выпадения мощного прослоя грубой тефры Ma-f-j в результате нескольких извержений вулкана Масю, который создавал хорошие дренажные условия. Похолодание около 8040–7480 л. н. фиксируется при изучении осадков о. Шикотан [4]. На Сахалине это похолодание отмечено около 8300–7900 л. н. [6], а в бассейне Амура — 8200–8000 л. н. [6–9].

Повышение увлажнения началось 3660 л. н. В диатомовых комплексах на о. Полонского наблюдается частая смена ассоциаций диатомей, характерных для относительно засушливых условий, ассоциациями, характерными для озерных обстановок; присутствуют планктонные *Aulacoseira italica*,

A. granulata. На о. Танфильева рост увлажнения фиксируется по появлению в диатомовых комплексах озерно-болотных *Tabellaria flocculosa*, *Kobayasiella subtilissima*, *Brachysira brebissonii*, в отдельных слоях отмечены характерные для проточных вод *Meridion circulare*, *Fragilaria vaucheriae*, *Rhopalodia gibba* и др. Наиболее сильное обводнение торфяники испытывали после выпадения вулканических пеплов алевритовой размерности Та-с (около 2,3–2,4 тыс. л. н.) и Ма-б (около 1 тыс. л. н.). Скорость торфонакопления постепенно увеличивалась, к концу голоцена она составляла на о. Полонского около 0,47 мм/год, а на о. Танфильева — около 0,21 мм/год. Подобная направленность в изменениях скоростей торфонакопления в позднем голоцене характерна и для о. Шикотан [2].

В этот период наиболее засушливые условия на болотах существовали около 1500 л. н. В комплексах диатомей наряду с обилием озерно-болотных видов существенно возросло участие видов, указывающих на снижение увлажненности, но сильного иссушения торфяники не испытывали. Изменения в составе диатомей, по-видимому, вызваны кратковременным похолоданием около 1700–1300 л. н., которое хорошо прослеживается на островах Кунашир и Итуруп [5]. На Шикотане это похолодание проявилось менее четко и фиксируется по появлению пыльцы кустарниковых березок, отсутствующей в среднеголоценовых палиноспектрах [2].

В заключительную стадию позднего голоцена торфяники развивались в малоувлажненных сильноокислых условиях. В диатомовых комплексах распространение получили ацидобионты: *Navicula festiva*, *Chamaepinnularia soehrensii* var. *hassiacae*, *Pinnularia divergentissima*.

Источники поступления морских и солоноватоводных диатомей в толщи торфа, накопившиеся в конце плейстоцена–раннем голоцене и в среднем–позднем голоцене, разные. В слоях торфа, сформировавшихся в конце плейстоцена–раннем голоцене, когда уровень моря находился на абсолютных отметках –30÷–20 м и существовал обширный сухопутный мост [10, 19], морские диатомеи, вероятно, переотлагались в результате размыва выходов морских плейстоценовых отложений [20] в условиях высокой увлажненности при небольшой мощности торфа. Присутствие в составе морских диатомей зонального вида *Thalassiosira nidulus* свидетельствует о формировании этих отложений во время трансгрессий среднего плейстоцена [21].

Быстрый подъем уровня моря в начале среднего голоцена до современных отметок и даже выше привел к распаду сухопутного моста на юге Курил [10, 19]. Поступление морских диатомей в торфяники в этот период связано с многочисленными цунами. К настоящему времени получены достаточно убедительные данные по прохождению цунами на островах Малой Курильской гряды в среднем–позднем голоцене. Наиболее сильные из них могли проникать в глубь суши на 500–700 м [22]. Отмечено, что в составе болотной пресноводной флоры после прохождения некоторых цунами часто возрастает содержание диатомей, характерных для нейтральных и слабощелочных обстановок.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Органогенное накопление на островах Танфильева и Полонского началось в конце позднего плейстоцена и связано с прогрессирующим потеплением и увеличением количества атмосферных осадков. Это привело к значительному обводнению уплощенных поверхностей с их последующим интенсивным заболачиванием.

Анализ диатомовой флоры позволил выделить следующие стадии развития покровных торфяников в пределах уплощенных островов на юге Малой Курильской гряды: интенсивное обводнение и заболачивание (около 12 тыс. л. н.), кратковременное иссушение (около 11 тыс. л. н.), обводнение и заболачивание (10–7 тыс. л. н.), кратковременное иссушение (около 7 тыс. л. н.), незначительное увлажнение и заболачивание (7–3,6 тыс. л. н.), незначительное иссушение (2–1,5 тыс. л. н.), обводнение и заболачивание (около 1 тыс. л. н.). Изменение степени увлажненности болотных массивов существенно влияло на скорость торфонакопления. Максимальные скорости торфонакопления зафиксированы в раннем и позднем голоцене, в среднем голоцене они существенно снижались за счет уменьшения увлажнения, которое могло быть вызвано как повышением испаряемости при росте температур, так и возможным уменьшением среднегодового количества атмосферных осадков. Большое влияние на обводненность болот могли оказывать пеплопады, которые в зависимости от мощности и состава пеплов по-разному воздействовали на развитие ландшафтов, способствуя как заболачиванию, так и улучшению дренажа.

В торфяниках обнаружены слои торфа, вмещающие морские виды диатомей. В раннем голоцене морские диатомеи поступали в торфяники в результате размыва выходов морских плейстоценовых отложений, существовавших в пределах сухопутного моста. В среднем–позднем голоцене присутствие морских диатомей в торфяниках связано с проявлениями цунами.

Полученные данные позволят оценить тенденции развития болотных ландшафтов, широко распространенных на океанических островах юга Дальнего Востока, при разнонаправленных климатических изменениях и дать прогноз их развития при разных сочетаниях гидротермических условий в будущем.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (11–05–00497, 12–05–00017).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Короткий А. М., Гребенникова Т. А., Пушкарь В. С. и др. Климатические смены на территории юга Дальнего Востока в позднем плейстоцене–голоцене // Вестн. ДВО РАН. — 1997. — № 3. — С. 121–143.
2. Разжигаева Н. Г., Ганзей Л. А., Белянина Н. И. и др. Стратиграфия торфяника долины р. Горобец и развитие природной среды о. Шикотан (Малая Курильская гряда) в голоцене // Тихоокеан. геология. — 2008. — Т. 27, № 4. — С. 82–98.
3. Хотинский Н. А. Голоцен Северной Евразии. — М.: Наука, 1977. — 200 с.
4. Razjigaeva N. G., Ganzey L. A., Belyanina N. I. et al. Paleo-environments and Landscape History of Minor Kuril Islands since Late Glacial // Quaternary International. — 2008. — Vol. 179. — P. 83–89.
5. Razjigaeva N. G., Ganzey L. A., Grebennikova T. A. et al. Holocene climatic changes and vegetation development in the Kuril Islands // Quaternary International. — 2013. — Vol. 290–291. — P. 126–138.
6. Bazarova V. B., Klimin M. A., Mokhova L. M., Orlova L. A. New pollen records of Late Pleistocene and Holocene changes of environment and climate in the Lower Amur River basin, NE Eurasia // Quaternary International. — 2008. — Vol. 179. — P. 9–19.
7. Bazarova V. B., Mokhova L. M., Klimin M. A., Kopoteva T. A. Vegetation development and correlation of Holocene events in the Amur River basin, NE Eurasia // Quaternary International. — 2011. — Vol. 237. — P. 83–92.
8. Bazarova V. B., Klimin M. A., Kopoteva T. A. Bog systems in the Lower Amur River basin, Russian Far East // International Wetlands: Ecology, Conservation, and Restoration. — New York: Nova Science Publisher, 2009. — P. 233–256.
9. Mokhova L. M., Tarasov P. E., Bazarova V. B., Klimin M. A. Quantitative biome reconstruction using modern and Quaternary pollen data from southern part of the Russian Far East // Quatern. Sci. Rev. — 2009. — Vol. 28. — P. 2913–2926.
10. Атлас Курильских островов / Гл. ред. Н. Н. Кометчиков. — М.; Владивосток: Изд-во «Дизайн, Информация, Картография», 2009. — 516 с.
11. Разжигаева Н. Г., Ганзей Л. А., Белянина Н. И. Первые данные о развитии ландшафтов на юге Курильских островов на рубеже плейстоцена–голоцена // Докл. РАН. — 2010. — Т. 430, № 1. — С. 108–113.
12. Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные) / Гл. ред. А. И. Прошкина-Лавренко. — Л.: Наука, 1974. — 403 с.
13. Yoshimoto M., Hasegawa T., Kishimoto H., Nakagawa M. Hokkaido University Volcanology Field course in Hokkaido. — Sapporo: Hokkaido University, 2006. — 70 p.
14. Зубаков В. А. Глобальные климатические события плейстоцена. — Л.: Гидрометеоздат, 1986. — 288 с.
15. Борзенкова И. И. Изменение климата в кайнозое. — СПб.: Гидрометеоздат, 1992. — 247 с.
16. Баркалов В. Ю. Флора Курильских островов. — Владивосток: Дальнаука, 2009. — 468 с.
17. Sakaguchi Y. Characteristics of Ozeoghaea deposits and climate changes since Lateglacial in Central Japan // Bull. Dept. Geog. Univ. Tokyo. — 1976. — Vol. 2. — P. 1–27.
18. Ляшевская М. С., Ганзей К. С. Развитие природной среды центральной части острова Итуруп в среднем–позднем голоцене (Курильские острова) // Вестн. Камчат. регион. ассоциации «Учебно-научный центр». Науки о Земле. — 2011. — Вып. 17, № 1. — С. 35–45.
19. Каплин П. А., Селиванов А. О. Изменение уровня морей России и развитие берегов: прошлое, настоящее, будущее. — М.: ГЕОС, 1999. — 298 с.
20. Пушкарь В. С., Разжигаева Н. Г. Головинская свита плиоцен-плейстоцена о. Кунашир (Курилы): стратиграфия и условия формирования // Стратиграфия. Геол. корреляция. — 2003. — Т. 11, № 5. — С. 82–94.
21. Пушкарь В. С., Черепанова М. В. Диатомеи плиоцена и антропогена Северной Пацифики (стратиграфия и палеоэкология). — Владивосток: Дальнаука, 2001. — 217 с.
22. Разжигаева Н. Г., Ганзей Л. А., Гребенникова Т. А. и др. Проявление палеоцунами на Малой Курильской гряде в голоцене // Тихоокеан. геология. — 2012. — Т. 31, № 6. — С. 48–57.

Поступила в редакцию 10 февраля 2014 г.