

ЭВОЛЮЦИЯ ПРИРОДНЫХ СИСТЕМ

УДК 551.89(571.63)

РАЗВИТИЕ ЛАНДШАФТОВ ШКОТОВСКОГО ПЛАТО СИХОТЭ-АЛИНЯ В ПОЗДНЕМ ГОЛОЦЕНЕ

© 2016 г. Н.Г. Разжигаева¹, Л.А. Ганзей¹, Л.М. Мохова¹, Т.Р. Макарова¹,
А.М. Паничев¹, Е.П. Кудрявцева¹, Х.А. Арсланов², Ф.Е. Максимов²,
А.А. Старикова²

¹Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, Россия

²Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

e-mail: nadyar@tig.dvo.ru, arslanovkh@mail.ru

Поступила в редакцию 27.03.2015 г.

Представлены новые данные по развитию ландшафтов базальтового плато при разнонаправленных изменениях климата в позднем голоцене. Объектами для палеоландшафтных реконструкций являлись озерно-болотные отложения Ларченкова болота. Болото возникло на месте палеозера, которое прошло несколько стадий развития. Наибольшую глубину и площадь озеро имело около 3220–4000 ¹⁴С л.н. в условиях потепления и увеличения увлажнения. На заключительном этапе его существования были периоды обводнения и обмеления с общей тенденцией к активному заболачиванию. В верхней части разрезов торфяников обнаружен вулканический пепел В-Тм влк. Байтоушань (извержение 969 г. н.э.). Выделены этапы развития ландшафтов и определены рубежи их перестроек, проанализированы природные ландшафтообразующие факторы с анализом скоростей изменения биотических компонентов, сделаны выводы об устойчивости геосистем, оценен вклад глобальных и региональных палеоклиматических событий. В периоды потепления в лесной растительности плато увеличивалась доля широколиственных пород, в похолодания – кедра корейского и темнохвойных пород, в первую очередь ели. Экспансия темнохвойных лесов произошла в климатических условиях, близких к современным – около 2550 ¹⁴С л.н.; хвойно-широколиственные леса отступили в краевые части плато. Лиственничник (*Larix komarovii*) существовал по обрамлению палеозера на протяжении всего рассматриваемого периода и является реликтом последней ледниковой эпохи. Проанализировано становление современных ландшафтов с определением возраста ландшафтов.

Ключевые слова: ландшафты, плато, Сихотэ-Алинь, голоцен, климатические изменения, радиоуглеродное датирование.

Введение. Динамика современных геосистем во многом определяется ходом их развития и становления в голоцене, когда фактором первого порядка, определяющим изменения природных компонентов, были разнонаправленные климатические изменения. На юге Дальнего Востока одним из районов, который характеризуется сложным устройством геосистем разного ранга, является Сихотэ-Алинь [6]. Эта территория отличается большой изменчивостью отдельных компонентов ландшафтов в прошлом, что нашло отражение в их современном облике [14]. В пределах этой горной страны встречаются плато, образование которых связано с площадным излиянием базальтов в кайнозой [19]. В среднегорных и низкогорных высотных поясах выделяется особый

род ландшафтов – платобазальтовый, в пределах горно-темнохвойного (2597.1 км²) и горно-лесного смешанно-широколиственного (9657.9 км²) подклассов, составляющих 1.6 и 5.9%, соответственно, среди ландшафтов Приморского края [26]. Для плато характерны беспорядочно разбросанные округлые или овально-вытянутые, часто бессточные впадины [4]. В понижениях и бессточных впадинах развиты болота, которые являются информативными объектами для палеоландшафтных реконструкций. Часто к таким участкам приурочены лиственничники.

Цель работы – восстановление последовательности ландшафтных смен на Шкотовском плато во время короткопериодических, разнонаправленных

флуктуаций климата позднего голоцена с оценкой скоростей изменения природных компонентов.

Район исследований. Шкотовское плато расположено в южной части Сихотэ-Алиня, имеет общий слабый уклон к югу; служит водоразделом рек бассейна Уссури, Артемовка и более мелких водотоков, впадающих в залив Петра Великого. С востока и юго-востока окаймляется горами Пржевальского. Площадь плато – 1500 км², высоты – 600–800 м. На плоской поверхности встречаются куполовидные возвышенности, наивысшая точка – г. Обрубленная (902 м). Формирование базальтового плато началось 14–13 млн л.н., массовое излияние базальтов закончилось около 7–8 млн л.н., вулканизм завершился излиянием щелочных базальтов в локальных вулканических центрах 3.3 млн л.н. [20, 22]. Плато рассечено долинами рек, имеющими каньонообразный характер, с крутыми, часто вертикальными бортами. Климат муссонный с чертами континентальности, зима более суровая, чем на побережье, снежный покров – 60 см и более. Весна холодная, затяжная, снежный покров сходит в начале апреля, до конца мая возможны заморозки. Лето жаркое, влажное. Средняя температура июля – +21 °С [25]. Сезонная мерзлота на заболоченных участках держится до июля [23].

Юго-западная, северная и северо-восточная краевые части плато покрыты кедрово-еловыми лесами с участием ели аянской, пихты белокорой, кедровой сосны корейской. На южных склонах плато развиты чернопихтово-широколиственные леса. Центральная часть занята темнохвойными пихтово-еловыми лесами с участием берез [1, 11]. На близлежащих горных хребтах пояс темнохвойных лесов расположен выше – нижняя граница на Ливадийском хребте на высоте 800–900 м [16].

На Шкотовском плато, в 7–8 км от южной бровки, в нижней части бессточной ложбины к югу от г. Медная (808 м) расположено Ларченково (Ларкино) болото (730–745 м над у. м.). Оно вытянуто с северо-запада на юго-восток на 2.5 км при ширине до 250 м, в центральной части есть расширение 820×400 м. Здесь представлены разные типы болот – от низинных до верховых [23]. К болоту примыкает массив лиственничников, граничащих с мшисто-папоротниковыми и травяно-осоковыми пихтово-еловыми лесами. На окраине болота протекает ручей Дальний (бассейн р. Арсеньевки), вдоль его русла расположены низинное (шириной до 30 м), переходное, занимающее большую часть массива, верховое сфагновое болото, занимающее центральную часть [21] и покрытое низкосомкнутым лесом из лиственницы Комарова (*Larix komarovii*). Здесь же расположен участок,

поросший тростником (*Phragmites australis*), возникший предположительно на месте палеоозера [23]. В нижнем ярусе доминирует пушица, на буграх пучения – кустарники, травянистые растения, лишайники и сфагновые мхи, много мелких угнетенных лиственниц, не выше высоты кустарничков. Из кустарничков доминируют багульник узколистный (*Ledum decumbens*) и клюква (*Oxycoccus palustris*); реже встречается хамедафне (*Chamaedaphne calyculata*), голубика (*Vaccinium uliginosum*), редко – андромеда (*Andromeda polifolia*). Из лишайников встречаются *Cladonia cenotea* f. *exaetata*, *C. rangiferina*, редко – *Cetraria laevigata*. В напочвенном покрове обычны типичные для переходных и верховых олиготрофных болот: *Sphagnum fuscum*, *S. majus*, *S. riparium*, *S. magellanicum*.

Лиственница Комарова – горно-океанический эндемичный для Сихотэ-Алиня вид, который встречается в зоне муссонно-континентального климата [11]. Ее экологический оптимум: сумма активных температур (≥ 10 °С) 1400–2100 °С, осадков 500–700 мм [27]. Среднегодовая температура в пределах южной части ареала +3.1 °С [7]. Лиственничник Ларченкова болота расположен на южной границе ареала этой породы и рассматривается как реликтовый [7, 11, 23]. Ближайшее островное местонахождение лиственницы Комарова находится в 60 км к востоку на Сергеевском плато. В подлеске распространены березка овальнолистная (*Betula ovalifolia*), жимолость съедобная, ольха волосистая, багульники подбелый, болотный и широколистный, ближе к центральной части болота – клюква болотная и мелкоплодная, вереск болотный. Рефугиумы играют важную роль в изменениях границ растительных зон и ландшафтов в разные периоды климатических флуктуаций плейстоцена и голоцена, поэтому данное болото было выбрано в качестве модельного участка для палеоландшафтных реконструкций.

Материалы и методы. Бурение скважин проведено на двух участках Ларченкова болота, отвечающих разным типам растительности – в центральной части болота, где располагалось палеоозеро (разрез 12113, мощность отложений – 2.85 м, 43°46.453' с.ш., 132°80.936' в.д.) и в краевой части (разрезы 613, 713, мощность отложений – 1.25 м, 43°27.361' с.ш., 132°49.379' в.д.) (рис. 1). Проведен отбор проб на биостратиграфические анализы (диатомовый и спорово-пыльцевой) с шагом 5 см. Радиоуглеродное датирование торфа и древесины выполнено в геохронологической лаборатории СПбГУ по общей горячей щелочной вытяжке гуминовых кислот (таблица). Образцы торфа предваритель-

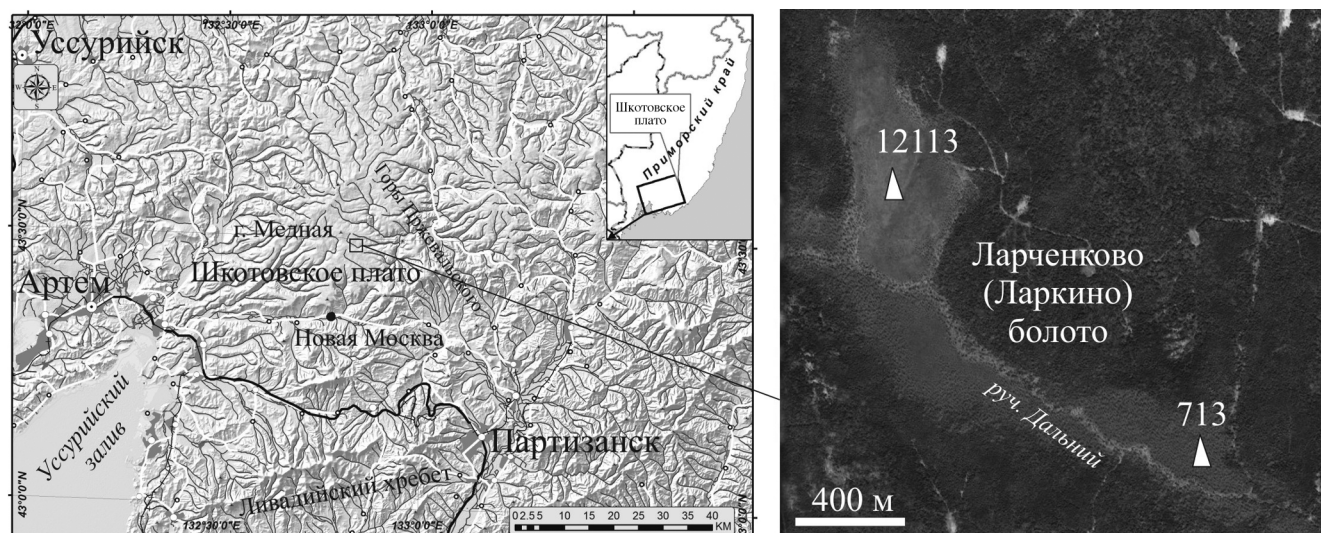


Рис. 1. Схема района работ и положение изученных разрезов.

но были очищены от карбонатов и посторонних гуминовых кислот путем обработки 2%-ным раствором HCl и NaOH. Датирование образцов торфа выполнено по вытяжке гуминовых кислот горячим 2%-ным раствором NaOH. Калибровка радиоуглеродных дат в календарные проведена с помощью программы “CalPal”. Для определения вулканического источника проведен микрозондовый анализ вулканического стекла в ДВГИ ДВО РАН. Гранулометрический состав вулканического пепла определялся лазерно-дифракционным методом на приборе “Analysette-22 MicroTec plus”. Для выявления соответствия спорово-пыльцевых спектров современной растительности проведен отбор почвы под разными типами леса. Выделение возрастных границ проведено согласно стратиграфической схеме голоценовых отложений Приморья [12, 30].

Результаты. Скважина, пробуренная в центральной части болота, вскрыла плохо разложившийся сфагново-травяной торф (0–0.15 м), степень разложения которого увеличивается с глубиной. В нижней части выходит гиттия черного цвета (2.15–2.85 м). В торфе встречены фрагменты древесины лиственницы, отдельные прослой включают остатки кустарничков. Верхняя часть разреза торфяника в краевой части болота сложена плохо разложившимся торфом с обилием древесных остатков (0.20–0.25 м), ниже выходит плотный, хорошо разложившийся торф, в интервале 0.45–0.50 м встречены остатки древесины. В основании разреза выходят более темный торф (0.75–1.00 м) и более светлый, хорошо разложившийся минерализованный торф (1.00–1.25 м). В разрезе торфяника 713 обнаружен прослой вулканического пепла В-Тм, представленный светло-серым с зеленоватым оттенком алевритом.

Таблица. Список радиоуглеродных дат из разрезов озерно-болотных отложений Ларченкова болота, Шкотовское плато

Номер образца	Интервал, м	Материал для датирования	^{14}C -возраст, лет	Калиброванный возраст, кал. лет	Лабораторный индекс
1/613	0.20–0.25	торф	230±90	240±160	ЛУ-7351
3/613	0.45–0.50		1510±80	1420±80	ЛУ-7352
4/613	0.75–0.80		2220±90	2220±100	ЛУ-7353
5/613	0.85–0.95		3540±110	3840±140	ЛУ-7354
6/613	1.00–1.10		3770±140	4160±200	ЛУ-7355
1/12113	0.45–0.50		1160±50	1080±70	ЛУ-7344
3/12113	0.95–1.00		2250±80	2250±90	ЛУ-7345
5/12113	1.45–1.50		2670±90	2790±90	ЛУ-7346

Примечание: значения календарного возраста приведены на основании программы “CalPal” Кёльнского университета 2006 г., авторы – В. Weninger, О. Joris, У. Danzeglocke (сайт www.calpal.de).

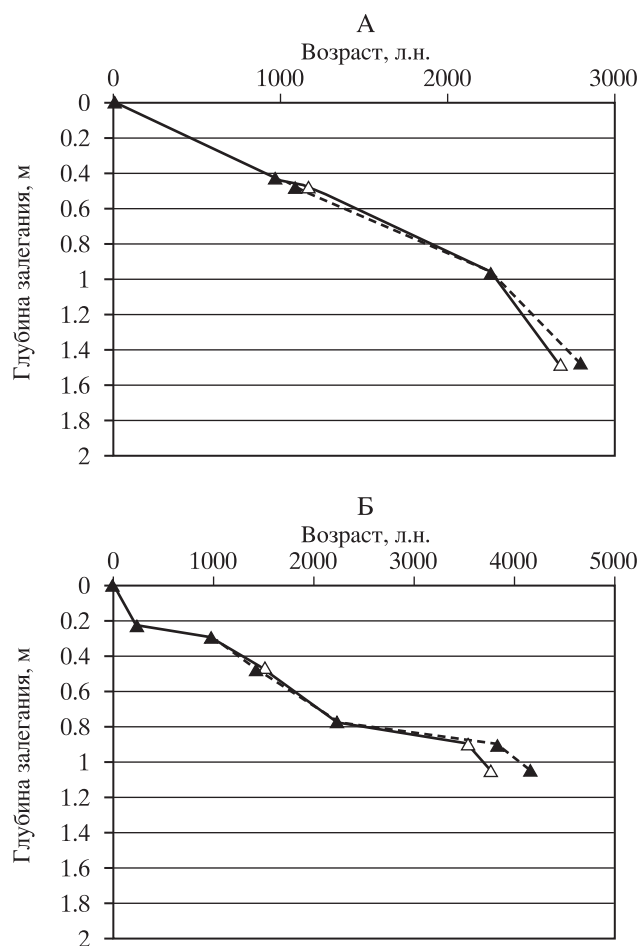


Рис. 2. Распределение радиоуглеродных дат по разрезам озерно-болотных отложений, Ларченково болото, Шкотовское плато.

Сплошная линия – ¹⁴C-даты; пунктирная – калиброванные ¹⁴C-даты. А – центральная часть болота (разрез 12113), Б – краевая часть болота (разрез 713).

В его составе преобладают частицы алевритовой размерности (средний размер зерен 77 мкм), примесь пелита (<10 мкм) составляет до 20.7%. Гранулометрическая кривая распределения – одномодальная (мода 80–90 мкм), практически симметрична, с небольшим “хвостом” тонких фракций. Вулканическое стекло имеет рагульчатую форму и характеризуется высоким содержанием K_2O (4.23–4.44%), что характерно для тефры влк. Байтоушань, катастрофическое извержение которого произошло в 969 г. н.э. [33]. В разрезе 12113 вулканическое стекло встречено в интервале 0.40–0.45 м. Возрастную привязку вулканического пепла подтверждает ¹⁴C-дата 1160 ± 50 л.н., 1080 ± 70 кал. л.н., ЛУ-7344, полученная для нижележащего торфа.

Распределение радиоуглеродных дат по разрезу и положение прослоя вулканического пепла (рис. 2) показывают, что в центральной части

болота отложения нижней части разреза 12113 накапливались с более высокими скоростями (до 0.93 мм/год), а верхняя и средняя части торфяника – равномерно (0.46–0.43 мм/год). Экстраполируя скорость осадконакопления 0.93 мм/год на нижнюю часть разреза (1.5–2.85 м), можно предположить, что возраст отложений, вскрытых скважиной, составляет около 4250 кал. лет (3800 ¹⁴C лет). Торф на окраине болотного массива накапливался неравномерно. Высокие скорости были в начале суббореала (0.47 мм/год) и в последние 200 лет (1.04 мм/год). Наиболее низкие скорости были в суббореале 0.09 мм/год, в первой половине субатлантика они повысились до 0.38 мм/год, затем снизились до 0.21 мм/год.

Диатомовый анализ. В центральной части болота в разрезе 12113 обнаружено 105 видов и разновидностей пресноводных диатомовых водорослей: донные виды – 56, виды обрастания – 43, планктонные – 7. Преобладают космополиты – 51 вид, бореальных видов встречено 29, арктических – 16. Выделено шесть комплексов диатомей (рис. 3).

В комплексе 1 (инт. 2.15–2.85) преобладают планктонные виды (до 88%): *Aulacoseira granulata*, *A. distans*, *Tabellaria flocculosa*, встречается и бентосный вид *Fragilariforma constricta*. Найдены характерные для болотных обстановок *Eunotia praeurupta*, *E. septentrionalis*, *E. incisa*, *E. serra*, *Neidium bisulcatum*, *Pinnularia microstauron* и др. Особенно много таких видов встречено в инт. 2.35–2.40 м, что наряду со снижением содержания планктонных видов говорит о кратковременном обмелении озера. Наряду с этим отмечено повышенное содержание арктических видов (15.9%). В комплексе преобладают космополиты и бореальные виды. По отношению к солености преобладают индифференты и галофобы, а по отношению к pH – циркумнейтральные и ацидофилы. Комплекс диатомей свидетельствует о существовании мелководного озерного водоема с заболоченными берегами.

Комплекс 2 (инт. 2.05–2.15 м) отличается резким сокращением доли планктонного вида *Aulacoseira granulata* и увеличением содержания бентосных *Pinnularia cardinaliculus*, *P. viridis*, *Neidium bisulcatum*, *Stauroneis phoenisenteron*, что свидетельствует о снижении глубины озера. В структуре комплекса по отношению к pH воды преобладают ацидофильные виды (до 71.6%), по отношению к минерализации – галофобные (51.7%).

В комплексе 3 (инт. 1.70–2.05 м) увеличивается содержание планктонных видов *Aulacoseira distans* (до 83.3%) и *A. granulata*, что может сви-

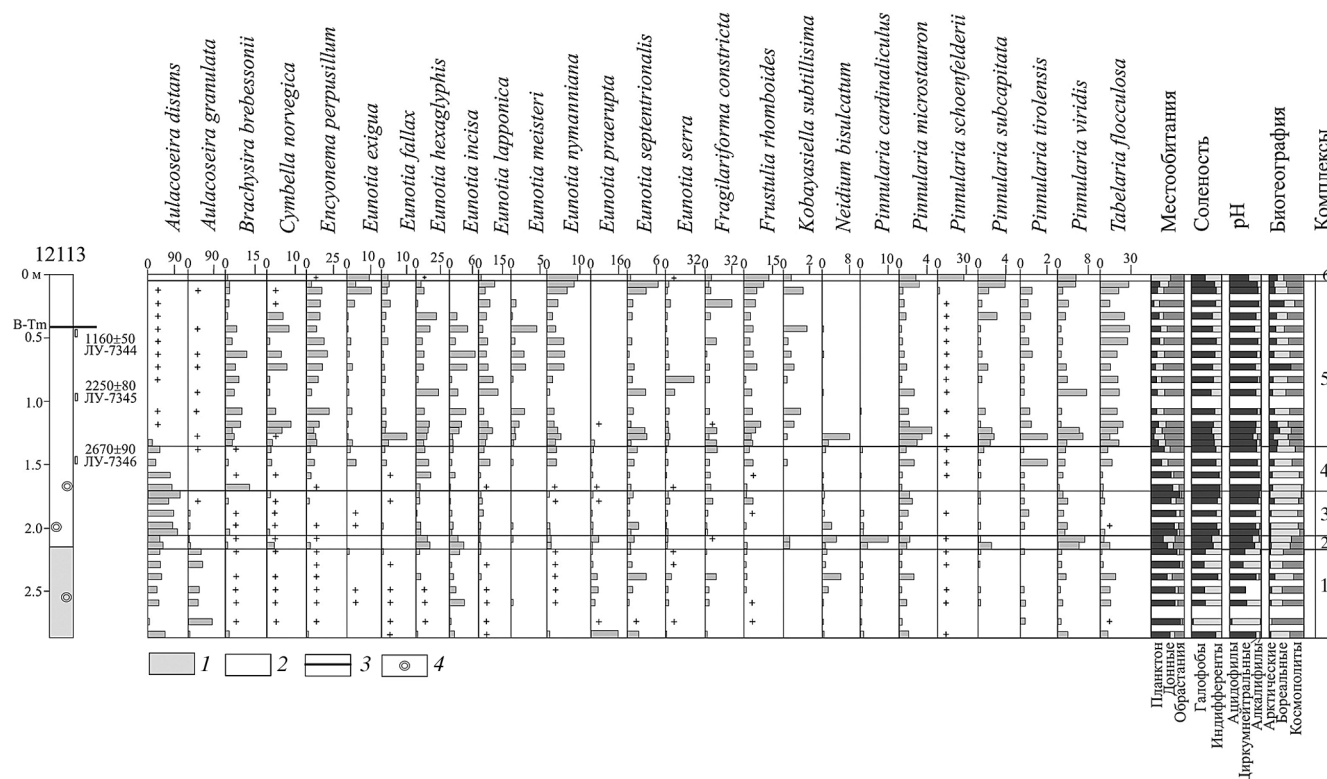


Рис. 3. Распределение диатомей в отложениях разреза 12113 в центре Ларченкова болота, Шкотовское плато. 1 – гиттия, 2 – торф, 3 – вулканический пепел, 4 – остатки древесины.

детельствовать об увеличении глубины озера. Содержание галофобов становится больше (до 88.6%), что может указывать на усиление атмосферного питания. Увеличилось количество бореальных видов (до 74.8%).

В комплексе 4 (инт. 1.35–1.70 м) – вверх по разрезу – увеличивается доля видов обрастания (до 49%): *Eunotia lapponica*, *E. hexaglyphis*, *Fragilariforma constricta*, *Encyonema perpusillum*, характерных для болот. Уменьшается содержание *Aulacoseira distans* и исчезает *A. granulata*. Преобладают галофобы (до 68.8%) и ацидофилы (до 92.7%). Комплекс диатомей свидетельствует о постепенном снижении глубины озера и заболачивании. Количество арктических диатомей увеличивается (до 21.1%).

В комплексе 5 (инт. 0.05–1.35 м) преобладают виды обрастания (до 68%). На фоне разнообразных видов рода *Eunotia* высока доля *Tabellaria flocculosa* и *Encyonema perpusillum*, обитающих в мелководных водоемах и болотах [8]. В инт. 0.8–0.85 м вспышку дает *Eunotia serra*, характерный для моховых болот [8, 28]. Преобладают ацидофилы и галофобные виды. Снизилось содержание бореальных видов, увеличилось – арктических (до 41.2%). Комплекс диатомей свидетельствует о практически полном зарастании озера и развитии

на его месте хорошо обводненного болота с мелководными озерами.

В комплексе 6 (инт. 0–0.05 м) преобладают бентосные виды (до 58%), видов обрастания меньше – 40%. Доминируют *Pinnularia schoenfelderii*, *P. viridis*, *P. subcapitata*, *Frustulia rhomboides*, *Eunotia exigua*, *E. nymanniana*, *E. bilunaris*. Сократилось содержание *Eunotia serra*. По отношению к pH среды уменьшается доля ацидофилов (до 59.5%), значительно увеличивается доля циркумнейтральных (до 38%), в отношении солености развиты индифференты и галофобы. Комплекс свидетельствует о снижении обводненности болота.

В краевой части болота (разрез 713) обнаружено 77 видов и разновидностей пресноводных диатомовых водорослей: виды обрастания – 36, донные – 29, планктонные – 7. Преобладают космополиты (39), меньше бореальных видов (18) и арктических (10). Выделено пять комплексов диатомей (рис. 4).

Комплекс 1 (инт. 1.05–1.25 м). Преобладают виды обрастания (до 89%): *Eunotia praerupta*, *E. parallela*, *E. nymanniana*, *E. serra*, характерные для болотных обстановок, присутствуют планктонные *Aulacoseira islandica*, *A. granulata* и временно планктонный *Tabellaria flocculosa*.

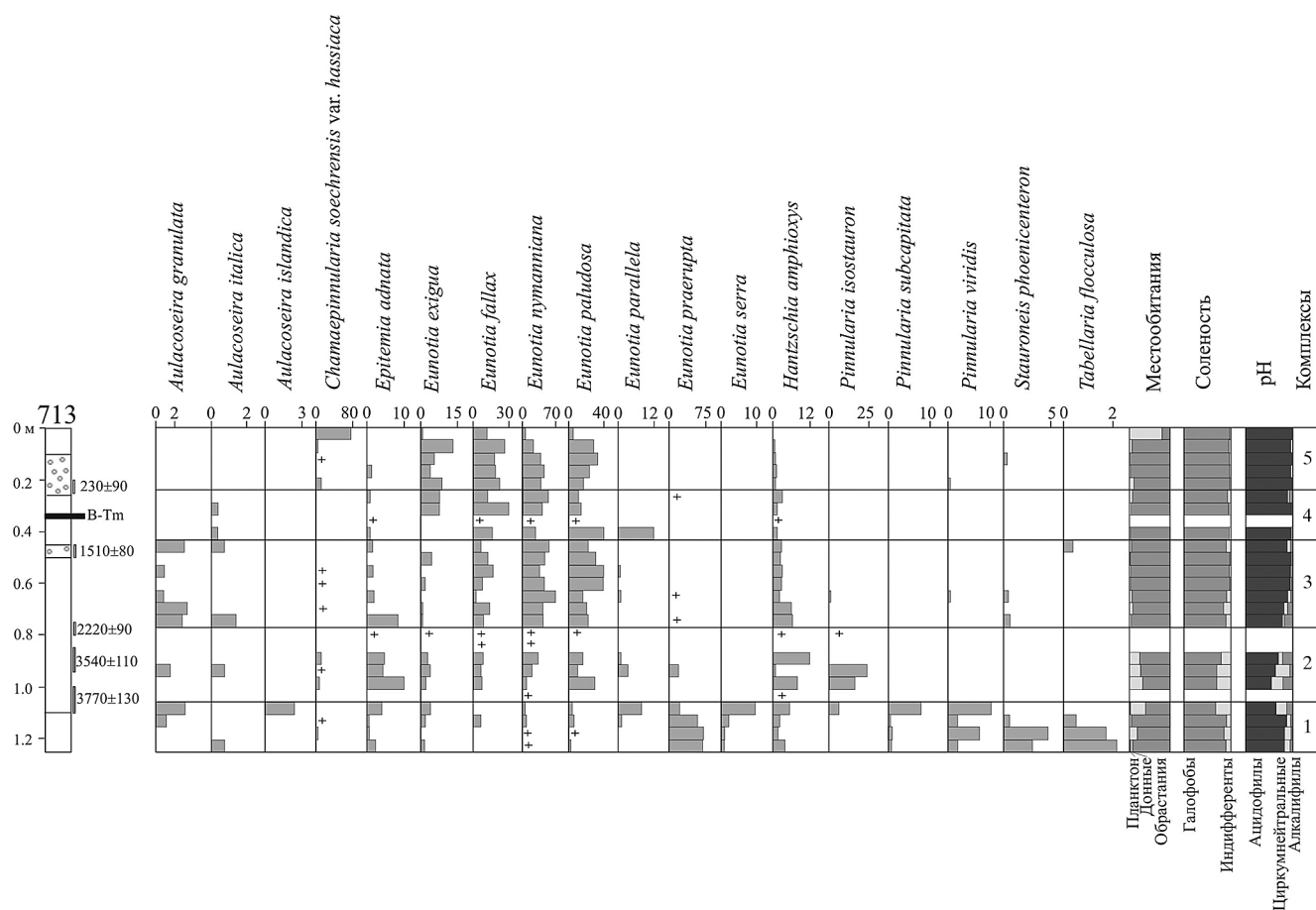


Рис. 4. Распределение диатомей в отложениях разреза 713 в краевой части Ларченкова болота, Шкотовское плато. Усл. обозначения см. рис. 3.

Отложения накапливались в краевой части озера с заболоченным берегом. Показатели pH среды кислые, содержание ацидофилов достигает 87.2%, галофобов 89.4% и арктических видов – 18.1%. В кровле этого слоя существенно повышается участие донных *Pinnularia viridis*, *P. subcapitata* (в сумме до 34%). Участие ацидофилов снижается до 63%, галофобов – до 64.6%, что указывает на снижение степени заболоченности.

Комплекс 2 (инт. 0.75–1.05 м). Преобладают виды обрастания (до 72%), среди которых доминируют *Eunotia nymanniana*, *E. paludosa*, *E. fallax*, *Epithemia adnata*. Увеличивается содержание *Pinnularia isostauron* (до 24%), вида, характерного для слабообводненных мест, а также *Hantzschia amphioxys*, *Chamaepinnularia soechrensis* var. *hassiaca*, исчезают планктонные виды. Показатели pH среды кислые, доля галофобов снижается до 64%. Содержание арктических диатомей увеличивается в инт. 0.90–1.00 м (до 27.1%). Комплекс показывает развитие умеренно обводненного болота. На кратковременное обводнение

указывает повышение содержания планктонных видов в инт. 0.90–0.95 м.

Комплекс 3 (инт. 0.40–0.75 м). Доминируют виды обрастания (до 96%), появляются планктонные *Aulacoseira granulata*, *A. italica*, *A. ambigua* (в сумме до 2.8%). Доля галофобов достигает 96%, ацидофилов – 95%. Снижается участие арктических видов. Комплекс диатомей свидетельствует об увеличении обводнения болотного массива.

Комплекс 4 (инт. 0.25–0.40 м) – планктонные виды единичны. В нижней части появляется *Eunotia parallela*, увеличивается содержание *Eunotia exigua*, *E. fallax*. Состав диатомей говорит о развитии умеренно влажных болотных условий.

Комплекс 5 (инт. 0–0.25 м) характеризуется снижением разнообразия диатомей, увеличивается содержание *E. paludosa* и снижается доля *Eunotia nymanniana*, *E. fallax*, *E. exigua*, совсем исчезает планктон. В кровле (0–0.05 м) доминирует *Chamaepinnularia soechrensis* var. *hassiaca*. Комплекс характеризует прогрессирующее снижение обводнения болота.

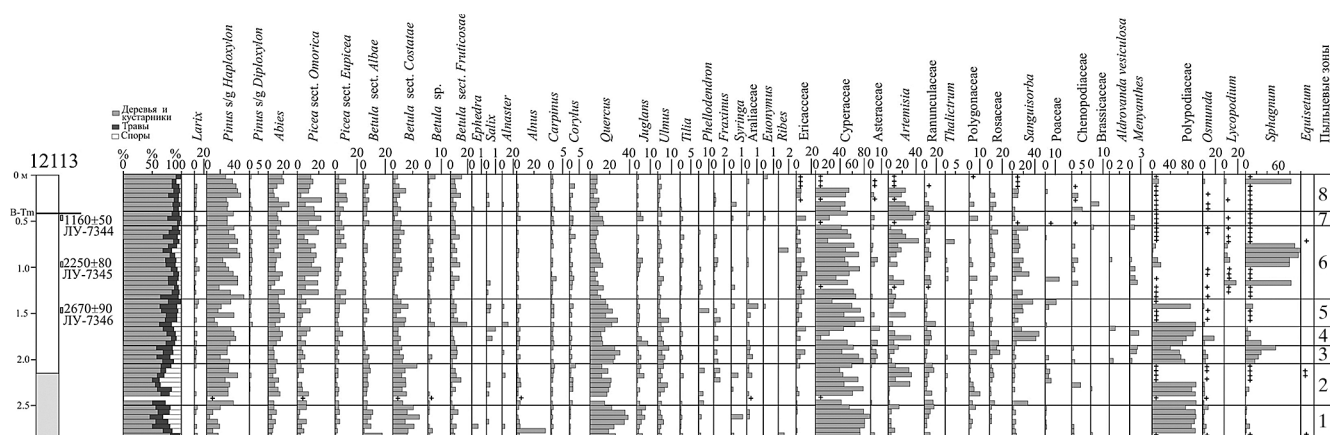


Рис. 5. Спорово-пыльцевая диаграмма отложений разреза 12113 в центре Ларченкова болота, Шкотовское плато.

Подсчет процентного содержания таксонов производился по группам: пыльца древесных пород и кустарников, пыльца трав и кустарничков, споры.

Результаты спорово-пыльцевого анализа. Субфоссиальные спектры показывают преобладание пыльцы древесных пород (65.5–97.5%), среди которых доминируют *Picea* sect. *Eupicea* (до 46.9%), *P. sect. Omorica* (до 6.1%) и *Abies* (до 16.5%), что соответствует развитию пихтово-еловых лесов на плато с участием березы (*Betula* sect. *Costatae* – до 40.8%, *B. sect. Albae* – до 20.4%, *Betula* sp. – до 7.6%). Встречено небольшое количество пыльцы широколиственных (*Quercus* – до 5.6%, *Ulmus* – до 1.5%, *Corylus* – 1%, *Juglans* – 0.7%), доля которой увеличивается к краевой части плато. В почве под пихтово-еловым лесом в центральной части плато количество пыльцы широколиственных составляет 2.2%. В палиноспектрах из поверхностного слоя торфа в центре Ларченкова болота содержания пыльцы широколиственных больше (до 10%), что отражает более осредненную картину для плато – пыльца поступает за счет ветрового разноса. Встречено много пыльцы кустарниковой березки (12.6%), которая растет в подлеске лиственничника. На окраине болота в поверхностном слое торфа содержание пыльцы широколиственных ниже (5.9%), в целом палиноспектр отвечает развитию темнохвойной тайги с большим количеством берез по обрамлению лиственничника. Пыльца *Larix* в центре болота не обнаружена, в торфянике под лиственничником встречается единично (0.5%), в почве под пихтово-еловым лесом около болотного массива ее доля достигает 1.9%. Состав трав в лесных почвах очень беден (*Artemisia*, *Cyperaceae* и *Ericaceae*), среди спор преобладают споры папоротников (*Polypodiaceae*, *Osmunda*), единично – *Lycopodium*, *Sphagnum*, что соответствует напочвенному покрову темнохвойных лесов, в торфе – споры *Sphagnum*, редко – *Polypodiaceae*. В поверхностном слое торфяника пыльцы трав очень мало,

присутствует пыльца растений, типичных для болота данного типа.

Для отложений центральной части болота выделено восемь палинозон (рис. 5).

Палинозона 1 (инт. 2.50–2.85 м) характеризуется высоким содержанием пыльцы трав (до 30.4%) и спор (до 31.1%). Среди древесной пыльцы преобладает пыльца широколиственных пород (*Quercus*, *Juglans*, *Ulmus*, *Tilia*, *Corylus*, *Carpinus*, *Phellodendron*, *Syringa* – в сумме до 51.5%) и древовидной березы (в сумме до 34.1%). Содержание пыльцы кедр корейского (*Pinus* s/g *Haploxylon*) достигает 19%. Примерно в равном соотношении присутствуют *Abies* и *Picea* (в сумме до 22%). Встречена пыльца кустарниковой березки (до 7.5%) и единично *Larix*. Интересна находка пыльцы *Ephedra*. В группе трав и кустарничков преобладает *Cyperaceae*, среди спор – *Polypodiaceae*. Палиноспектры отражают развитие полидоминантных широколиственных лесов с участием кедр корейского, березы, аралии, с папоротниковым покровом. Ограниченные участки занимали пихтово-еловые леса. По берегу озера на болоте существовал лиственничник с кустарниковой березкой с преобладанием осок в травяном покрове.

Палинозона 2 (инт. 2.05–2.50 м) – сокращается содержание пыльцы широколиственных пород (20.9–29.2%) и возрастает доля *Pinus* s/g *Haploxylon* (до 44.8%) и кустарниковой березки (до 11.7%). Отмечена редкая пыльца *Fraxinus* и *Sambucus*. В верхней части интервала возрастает содержание *Artemisia* (до 33%), *Poaceae*, единично встречен *Potamogeton*. Палиноспектры отражают развитие широколиственно-кедровых лесов с папоротниковым покровом, участие березы сокращается.

Палинозона 3 (инт. 1.85–2.05 м) – увеличивается содержание пыльцы древесных пород, среди

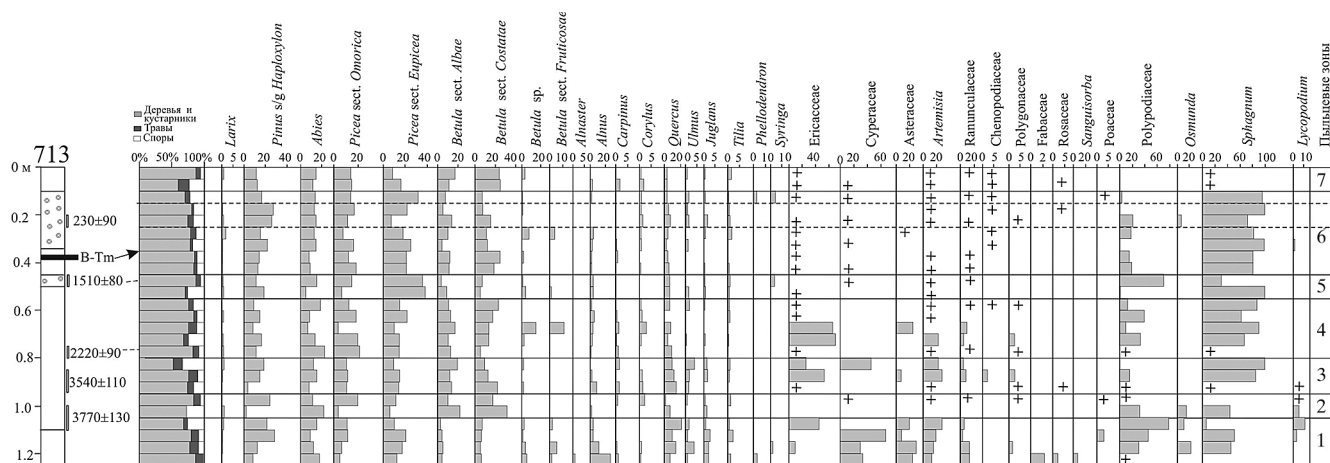


Рис. 6. Спорово-пыльцевая диаграмма отложений разреза 713 в краевой части Ларченкова болота, Шкотовское плато.

Подсчет процентного содержания таксонов производился по группам: пыльца древесных пород и кустарников, пыльца трав и кустарничков, споры.

которых растет доля пыльцы широколиственных (до 34.1%), снижается содержание *Pinus s/g Haploxydon*, древесных берез (<14.9%) и темнохвойных. Встречены устьица ели, что указывает на ее присутствие в растительности по берегу озера. Важно отметить находку пыльцы водного растения *Aldrovanda*. Увеличивается доля пыльцы *Ericaceae*, *Asteraceae*, *Rosaceae*, появляется *Menyanthes*, характерный для заболоченных берегов и мелководных озер. Среди спор резко возрастает содержание *Sphagnum*, исчезает *Equisetum*. Палиноспектры отражают развитие кедрово-широколиственных лесов, озеро было окружено кустарничково-травяно-сфагновым болотом с лиственничником.

Палинозона 4 (инт. 1.65–1.85 м) – увеличивается доля пыльцы древесных пород (до 82.9%), содержание пыльцы *Pinus s/g Haploxydon* – (до 49.9%), темнохвойных – до 34.2%, снижается участие широколиственных (15.8–27.2%) и древесных берез (<9.2%). Встречена пыльца *Euonymus* и *Sambucus*, последний характерен для освещенных нарушенных местообитаний. Снижается количество пыльцы *Cyperaceae*, встречено много *Sanguisorba*, единично *Aldrovanda vesiculosa*. Среди спор повышается доля *Polypodiaceae*, в том числе *Osmunda*. Палиноспектры отражают развитие широколиственно-кедровых лесов и расширение площадей, занятых пихтово-еловыми лесами.

Палинозона 5 (инт. 1.35–1.65 м) выделяется по увеличению содержания широколиственных (до 39.5%), снижается доля пыльцы *Pinus s/g Haploxydon* (<39.5%), среди темнохвойных преобладает *Abies* (до 22%). Высоко содержание пыльцы кустарниковой березки (до 18.3%) и *Cyperaceae*. Палиноспектры отвечают развитию

кедрово-широколиственных и елово-пихтовых лесов. На болоте была обычна кустарниковая березка. Отложения накапливались в конце суббореала (^{14}C -дата 2670 ± 90 л.н., 2790 ± 90 кал. л.н., ЛУ-7346).

Палинозона 6 (инт. 0.55–1.35 м) – снижается содержание пыльцы широколиственных (8.6–14.8%, в инт. 0.90–1.00 м – до 21.5%). Возрастает доля пыльцы *Pinus s/g Haploxydon* (до 48.8%), за исключением интервалов с повышенным содержанием пыльцы широколиственных, где его доля составляет 17.9–27.8%. Увеличилось содержание пыльцы темнохвойных (до 50.4%), среди которых преобладает *Picea* (до 28.9%). Состав пыльцы трав и кустарничков становится более разнообразным и сочетает таксоны, характеризующие местообитания с разным увлажнением: в нижней части доминирует пыльца растений-гидрофилов, встречается *Aldrovanda*, в верхней части увеличивается содержание *Artemisia*, появляется *Ribes*, снижается доля *Ericaceae*. Среди спор доминирует *Sphagnum*, появляется *Lycopodium*. Палиноспектры отражают развитие пихтово-еловых лесов и сокращение площади широколиственно-кедровых лесов. Расширялась площадь осоково-сфагнового болота. Отложения накапливались на рубеже суббореала-субатлантика – в первой половине субатлантика (^{14}C -дата 2250 ± 80 л.н., 2250 ± 90 кал. л.н., ЛУ-7345).

Палинозона 7 (инт. 0.40–0.55 м) выделяется по увеличению содержания пыльцы широколиственных (до 21.1%). Незначительно снижается содержание пыльцы *Pinus s/g Haploxydon*, темнохвойных пород и кустарниковых берез. В составе трав меньше *Cyperaceae*, много *Artemisia*. Более широкое развитие получают кедрово-широколиственные леса. Отложения накапливались в

малый оптимум голоцена (^{14}C -дата 1160 ± 50 л.н., 1080 ± 70 кал. л.н., ЛУ-7344), в этом же интервале обнаружен вулканический пепел В-Тм.

Палинозона 8 (инт. 0–0.40 м) характеризуется снижением количества широколиственных пород (9.2–11.6%) и увеличением пыльцы темнохвойных (до 46.9%), древовидных (до 18.3%) и кустарниковых берез (до 11.7%). В инт. 0.10–0.25 м отмечены пик содержания пыльцы *Pinus s/g Haploxyton* (до 49.4%) и уменьшение доли *Abies*. В центральной части плато расширялась площадь темнохвойных лесов, возможно, существовали кедрово-еловые леса и кедровники, на болоте возрастала роль кустарниковой березки.

В разрезе торфяника в краевой части болота выделено семь палинозон (рис. 6).

Палинозона 1 (инт. 1.05–1.25 м) характеризуется высоким содержанием пыльцы широколиственных (до 25%), количество пыльцы *Pinus s/g Haploxyton* увеличивается вверх по разрезу. Доля темнохвойных пород высокая (до 40.5%), сумма пыльцы древовидных берез достигает 15.1%, кустарниковой березки – 5.5%. Единично встречается пыльца лиственницы. Среди трав преобладают таксоны, характерные для болот, в верхней части растет содержание *Ericaceae*. Исчезновение пыльцы *Surfegaceae* наряду с ростом пыльцы разнотравья, в том числе *Artemisia*, возможно, свидетельствует об уменьшении увлажнения. Среди спор много *Sphagnum*, содержание *Polypodiaceae* и *Lycopodium* растет вверх по разрезу. Палиноспектры отвечают развитию заболоченного лиственничника с кустарниковой березкой, контактирующего с темнохвойным лесом с участием берез, на плато были широко распространены кедрово-широколиственные леса. Отложения накапливались в первой половине суббореала (^{14}C -дата 3770 ± 140 л.н., 4160 ± 200 кал. л.н., ЛУ-7355).

Палинозона 2 (инт. 0.95–1.05 м) отличается сокращением содержания пыльцы широколиственных (<8.2%) и увеличением древовидных берез (до 53.8%). Пыльцы трав и спор очень мало. На плато были развиты темнохвойные и широколиственно-кедровые леса.

Палинозона 3 (инт. 0.80–0.95 м), увеличивается доля пыльцы широколиственных (до 19.2%), много пыльцы *Surfegaceae*, *Ericaceae* и спор *Sphagnum*, что отвечает развитию сфагново-осоковых лиственничников с вересковыми кустарничками. На плато наряду с темнохвойными распространены кедрово-широколиственные леса. Отложения накапливались в середине суббореала (^{14}C -дата 3540 ± 100 л.н., 3840 ± 140 кал. л.н., ЛУ-7354).

Палинозона 4 (инт. 0.55–0.80 м). Увеличивается содержание пыльцы темнохвойных (до 59.3%),

среди которых преобладает *Picea*, снижается содержание широколиственных (2.2–11.3%), в инт. 0.65–0.70 м встречено много пыльцы кустарниковой березки. Среди трав и кустарничков доминирует *Ericaceae*. В центральной части плато расширялись площади пихтово-еловых лесов, по обрамлению распространены широколиственно-кедровые леса. В нижней части интервала получена ^{14}C -дата 2220 ± 90 л.н., 2220 ± 100 кал. л.н., ЛУ-7353.

Палинозона 5 (инт. 0.45–0.55 м) отличается увеличением содержания пыльцы темнохвойных (до 65.1%), снижается доля древесных берез (<18.2%). По-видимому, еще более выросли площади пихтово-еловых лесов с папоротниками в субатлантике (^{14}C -дата 1510 ± 80 л.н., 1420 ± 80 кал. л.н., ЛУ-7352). Были также кедрово-еловые леса.

Палинозона 6 (инт. 0.10–0.45 м) – увеличивается доля пыльцы *Pinus s/g Haploxyton* (до 27.3%) и древовидных берез (до 37.6%), что отражает увеличение их роли в лесах во второй половине субатлантики: в нижней части интервала обнаружен прослой вулканического пепла В-Тм, в верхней – получена ^{14}C -дата 230 ± 90 л.н., 240 ± 160 кал. л.н., ЛУ-7351.

Палинозона 7 (инт. 0–0.10 м). Сокращается содержание пыльцы *Pinus s/g Haploxyton*, темнохвойных и увеличением доли пыльцы древесных берез (до 43.6%).

Обсуждение результатов. Мощность органических отложений, вскрытых ручным бурением в центральной части болота не превышала 2.85 м, в краевой части мощность торфяника – 1.25 м. По данным других авторов, мощность торфа и озерных отложений в центральной части Ларченкова болота – более 6 м [4], мощность торфяника оценивается от 2.5 до 3.4 м [21, 23]. По данным А.М. Короткого и Л.А. Лобановой [13], накопление торфа началось в пребореале, как и на других базальтовых плато в пределах Сихотэ-Алиня. Мощности торфяника и органических озерных отложений сильно варьируют в разных частях болотного массива в зависимости от скоростей торфонакопления, которые контролировались в первую очередь особенностями подстилающего микрорельефа и, соответственно, изменениями локальных гидрологических условий. Комплексное изучение разрезов озерно-болотных отложений Ларченкова болота, приведенных в данной работе, позволяет провести реконструкцию изменений обстановки осадконакопления и ландшафтов Шкотовского плато, вызванных климатическими флуктуациями в позднем голоцене.

Палеоландшафтная информация из разрезов, вскрывших практически одновозрастные органи-

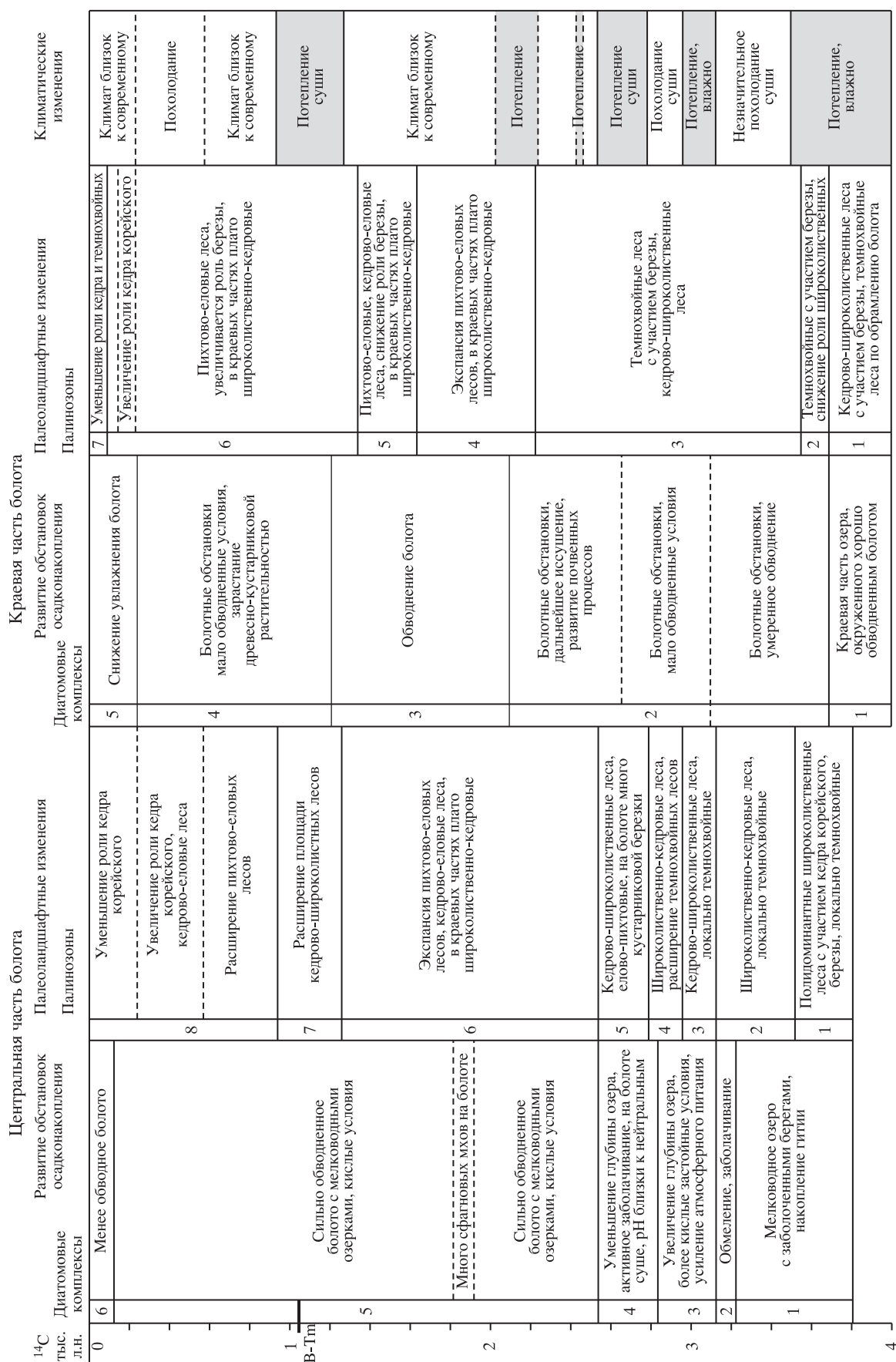


Рис. 7. Развитие обстановок осадконакопления Ларченкова болота и природной среды Шкотовского плато в позднем голоцене.

генные отложения, несколько отличается. Разрез, который был заложен на окраине болота, характеризует, развитие локальных ландшафтов – болота и лесных массивов, расположенных по его обрамлению за последние 4000 ^{14}C лет. Скорости торфонакопления здесь были низкие и неравномерные, временное разрешение реконструкций почти для всего рассматриваемого периода составляет 410–440 ^{14}C лет, за которые накапливался слой торфа мощностью 5 см, более высокоразрешающие построения получены для начала суббореала – 76 ^{14}C лет, первой половины субатлантика – 118 ^{14}C лет, и для последних 230 ^{14}C лет временное разрешение – 46 ^{14}C лет. Отложения, вскрытые в центральной части болота, накапливались более равномерно – временное разрешение палеоландшафтных реконструкций для суббореала составляет 42 ^{14}C года, субатлантика – 109–117 ^{14}C лет.

По сравнению с разрезом торфяника на окраине болота в палиноспектрах из органогенных отложений центра болота, накопление которых шло последние 3800 ^{14}C лет, присутствует больше пыльцы широколиственных и кедра корейского и меньше темнохвойных, т.е. этот разрез дает возможность восстановить развитие ландшафтов плато в целом и получить более подробную палеоландшафтную запись для суббореала. Палиноспектры из верхней части торфяников, отобранных на окраине и в центре болота, также отражают в первом случае растительность самого болота и темнохвойного леса, расположенного по его обрамлению, и во втором – более осредненную картину для плато. Следует отметить, что присутствие пыльцы лиственницы в поверхностном слое торфа крайне незначительное, что связано со спецификой разноса и плохой сохранностью пыльцы [24]. Реконструкция развития обстановок осадконакопления и ландшафтов сделаны на основе изучения двух разрезов, а палеоклиматические построения – в первую очередь по разрезу отложений центральной части болота (рис. 7).

Ларченково болото, как отмечено выше, возникло во впадине, где в суббореале существовало мелководное озеро с заболоченными берегами, в которое не было терригенного сноса. Озеро прошло несколько стадий развития, на заключительном этапе были периоды обводнения и обмеления с общей тенденцией к заболачиванию. Наибольшую глубину и площадь озеро имело около 3220–4000 ^{14}C л.н. в период потепления и увеличения увлажнения, зафиксированных и в других районах Приморья [14]. Кратковременный период заболачивания выделяется около 3200–3130 ^{14}C л.н. в конце небольшого похолодания.

С уменьшением глубины палеоозера 3130–2840 ^{14}C л.н. увеличилась роль атмосферного питания – в диатомовых комплексах возросла роль галофобов. О бедном минеральном питании свидетельствует и появление пыльцы альдрованды пузырчатой, характерной для мелководных озер со стоячей водой и илами, низкой минерализацией и pH воды [29].

Прогрессирующее уменьшение глубины палеоозера происходило в период 2840–2550 ^{14}C л.н., оно началось при похолодании и продолжалось при незначительном потеплении в условиях снижения увлажнения, что хорошо сопоставляется с палеоклиматическими построениями для юга Дальнего Востока [14]. Площадь озера существенно уменьшилась, и далее на его месте существовало травяно-кустарничково-сфагновое болото с мелководными зарастающими озерками, на наличие которых указывает присутствие пыльцы водных растений. Подобная обстановка в центральной части болота без значительных изменений существовала длительный период – около 2300 ^{14}C лет; реакции на малоамплитудные климатические изменения в развитии болота не зафиксировано, по-видимому, геосистема была достаточно устойчивая. Озерки могли существовать до последних 230 ^{14}C лет, когда обводнение болота снизилось. В диатомовых комплексах исчезли планктонные виды. На месте наиболее длительно существующей части палеоозера в настоящее время выделяется ландшафтная фация тростниково-сфагнового болота с отдельно стоящими низкоствольными лиственницами. Существование палеоозера на месте заросли тростника (площадь около 0.25 га) в центре Ларченкова болота предполагал В.А. Розенберг [23].

На окраине болота условия были менее стабильными. Торфонакопление началось в краевой части озера около 4000 ^{14}C л.н., болотные обстановки существовали с 3700 ^{14}C л.н. Болото прошло несколько стадий обводнения и иссушения. Умеренно обводненное болото перешло в стадию малообводненного вплоть до развития почвенных процессов в период 2660–2100 ^{14}C л.н. Выделяется фаза незначительного обводнения около 2100–1200 ^{14}C л.н., что совпадает с периодом увеличения увлажнения на палеоклиматической кривой, построенной для региона [14]. Далее краевая часть болота стала малообводненной и активно зарастала кустарниками и лиственницей. Начало этой фазы связано с потеплением малого оптимума голоцена. Последние 230 ^{14}C лет в краевой части фиксируется снижение увлажнения, в центральной части эти изменения зафиксированы последние 120 лет.

Развитие ландшафтов Шкотовского плато шло по пути изменения биотических компонентов, что в первую очередь контролировалось разнонаправленными короткопериодичными климатическими флуктуациями в позднем голоцене. Выделяются две стадии, связанные с перестройкой ландшафтов около 2500 ^{14}C л.н. Первая характеризуется более широким, чем в настоящее время, развитием хвойно-широколиственных лесов и подчиненной ролью темнохвойных лесов, которые были локализованы в центральной части плато. Вторая – быстрым расширением площади, занятой темнохвойными лесами, и увеличением в них роли ели. В раннесубатлантическое время, 2500–2200 ^{14}C л.н., произошло одно из глобальных похолоданий [3], которое ярко проявилось и в нашем регионе [14].

В суббореале динамика ландшафтов выражалась в изменениях роли доминант и субдоминант, которые в хвойно-широколиственной формации представлены кедром корейским и разнообразными широколиственными, а в темнохвойных – пихтой и елью. В периоды потеплений увеличивалась доля широколиственных, в похолодания – кедр корейского и темнохвойных, в первую очередь ели. Выделяется несколько фаз, связанных с потеплениями: 3800–3500 ^{14}C л.н. – на плато, по-видимому, сохранялись полидоминантные широколиственные леса, оставшиеся с оптимума голоцена, который в Приморье проявился около 6000 ^{14}C л.н., когда полидоминантные леса поднимались по склонам гор до высоты 800–850 м [14]; в центре плато в составе хвойно-широколиственных лесов увеличивалась роль кедр, ограниченные участки занимали темнохвойные леса, в составе которых ель и пихта присутствовали в близких пропорциях с участием березы; вокруг палеоозера росла лиственница; 3130–3000 ^{14}C л.н. – на плато распространение получили кедрово-широколиственные леса; 2800–2550 ^{14}C л.н. – широкое развитие кедрово-широколиственных лесов, в составе темнохвойных лесов увеличилась роль пихты, болото активно зарастало кустарниковой березкой.

В периоды похолоданий отмечались следующие изменения в ландшафтах: 3500–3130 ^{14}C л.н. при незначительном похолодании распространялись широколиственно-кедровые леса, локально – темнохвойные; 3000–2800 ^{14}C л.н. – широколиственно-кедровые леса и расширение площади, занятой пихтово-еловыми лесами, осветленные нарушенные местообитания могли образовываться в лесной растительности в результате ветровалов.

В субатлантике шло становление современных ландшафтов плато. Выделяются следующие фазы

развития ландшафтов: 2550–1270 ^{14}C л.н. – экспансия темнохвойных лесов в климатических условиях, близких к современным, широколиственно-кедровые леса отступили в краевые части плато, на отдельных участках развиты кедрово-еловые леса с участием широколиственных, увеличение их роли в лесном покрове связано с кратковременными потеплениями около 2460–2420 ^{14}C л.н., 2250–2030 ^{14}C л.н., вторая половина этого периода была суше, болото активно зарастало кустарниковой березкой и вересковыми кустарничками; 1270–935 ^{14}C л.н. – расширение площади кедрово-широколиственных лесов в малый оптимум голоцена, климат был теплее и суше, в темнохвойных лесах по обрамлению болота увеличивалась роль березы; 935–230 ^{14}C л.н. – расширение площади пихтово-еловых лесов на плато; в период 585–230 ^{14}C л.н. резко увеличилась роль кедр корейского и ели, возможно, в малый ледниковый период на плато могли существовать кедрово-еловые леса и кедровники; в последние 230 ^{14}C лет снизилась роль кедр корейского и темнохвойных, в лесной растительности увеличилось участие березы. Увеличение доли пыльцы березы может быть объяснено естественным распадом леса, например, в результате ветровалов, которые приводят к появлению окон в древостое и поселению на освободившихся местах светолюбивых берез. В XX в. нарушение лесной растительности связано также с вырубками по обрамлению Ларченкова болота в предвоенные и военные годы.

Лиственничник по обрамлению палеоозера существовал на протяжении всего рассматриваемого периода, по-видимому, он является реликтом лесов последней ледниковой эпохи, которые на территории Приморья занимали большие площади и сохранялись в начале голоцена (до 9700–9300 ^{14}C л.н.) [14]. Сохранению рефугиума, оставшегося на плато от холодных эпох, способствовали особые экологические условия по обрамлению впадины, занятой палеоозером и болотом (длительное сохранение сезонной мерзлоты, микроклиматические особенности, избыточное увлажнение).

Палеоклиматические события, выделенные на основании изучения озерно-болотных отложений Шкотовского плато, в целом хорошо коррелируются с данными по другим районам Приморья [14], в том числе с высокоразрешающими записями, полученными для побережья Южного Приморья [17]. В суббореале на Шкотовском плато хорошо проявились три потепления (3800–3500, 3130–3000, 2800–2550 ^{14}C л.н.), первое из которых было наиболее интенсивным, количество осадков превышало современный уровень. Это же потепление ярко проявилось на материковом и

островном побережьях Приморья, оно датируется около 3700 ^{14}C л.н. (оз. Латвия, бухта Мелководная) [15] и около 3600–3700 ^{14}C л.н. (о-в Русский) [17]. Потепление имело глобальный характер и зафиксировано во многих регионах мира [3, 9, 32, 34]. Близкие временные рубежи для второго потепления около 3000 ^{14}C л.н. установлены для побережья Приморья [15, 17]. Незначительное потепление, зафиксированное на Шкотовском плато в конце суббореала, на побережье не проявилось. Эти три потепления хорошо выделяются на палеоклиматической кривой, построенной на основе изучения осадков озер северо-запада России [32].

Похолодание со снижением увлажнения, проявившееся на Шкотовском плато около 3500–3130 ^{14}C л.н., отмечено и на о-ве Русский около 3600 ^{14}C л.н. [17]. В это время в палеоозере увеличивалось содержание арктических видов диатомей. Похолодание, выделенное около 3000–2800 ^{14}C л.н., хорошо сопоставляется с данным по побережью Приморья (3200–2800 ^{14}C л.н.) [15, 18].

На рубеже суббореала-субатлантика и в начале субатлантика (2550–1270 ^{14}C л.н.) климатические условия на Шкотовском плато стали близки к современным, во второй половине выделенного интервала они стали суше. Похолодание ранне-субатлантического времени имело глобальный характер, что подтверждено палеогеографическими данными [3, 32, 34–36]. На территории Приморья это привело к существенным ландшафтным изменениям, в первую очередь – к усилению роли темнохвойных в составе лесной растительности [14, 15]. Кратковременные потепления зафиксированы в разрезах торфяников Шкотовского плато около 2460–2420 ^{14}C л.н., 2250–2030 ^{14}C л.н. В отложениях палеоозера отмечено снижение содержания арктических диатомей. Раннесубатлантическое потепление выделяется на побережье Юго-Западного Приморья [18]. Реакция растительности на второе потепление хорошо проявилась на северо-западе России [31, 32]. На Шкотовском плато более ярко было выражено потепление, сопоставляемое с малым оптимумом голоцена, временные рамки которого определены около 1290–935 ^{14}C л.н. Это палеоклиматическое событие хорошо проявилось на побережье Приморья [14, 15, 17]. В разрезе морской террасы “Шкотово-Г” на побережье Уссурийского залива потепление зафиксировано около 1037 ^{14}C л.н. [5], в болотных отложениях 4-метровой террасы р. Рязановки – около 1245 ^{14}C л.н. [12]. Это потепление имело глобальный характер около 900–1240 гг. н. э. [3, 9, 32].

Более холодные условия на Шкотовском плато были в XV–XVIII вв., охватывающих почти весь

малый ледниковый период. В отложениях Ларченкова болота отмечен максимум содержания арктических диатомей около 585–470 ^{14}C л.н., что совпало с ярко выраженным температурным минимумом [2, 10, 36]. Этап резкого климатического похолодания выделяется для северного полушария в интервале 600–150 л.н. [3].

Полученные данные позволяют оценить скорости изменений биоты Шкотовского плато, вызванных разнонаправленными короткопериодическими климатическими флуктуациями в позднем голоцене. В суббореале смена доминант и субдоминант в хвойно-широколиственных лесах при климатических изменениях проходила быстрее при переходе от более прохладных условий к более теплым (около 50 лет) и более длительно (80–100 лет) при переходе от более теплых условий к прохладным. Экспансия темнохвойных лесов, расширивших присутствие в центре плато при похолодании на рубеже суббореала-субатлантика, была быстрой и оценивается в 45–55 лет. Реакция лесной растительности на потепление малого оптимума голоцена также была быстрой, а переход к малому ледниковому периоду – более постепенный. Становление ландшафтов во время перехода от малого ледникового периода к современным условиям заняло около 230 лет.

Выводы. Основным фактором, определяющим развитие и становление ландшафтов Шкотовского плато в позднем голоцене, были разнонаправленные короткопериодические климатические флуктуации, контролируемые изменения в развитии биотических компонентов – в том числе площадей, занятых темнохвойными и хвойно-широколиственными лесными формациями, в динамике локальных болотных геокомплексов. Природным архивом палеоландшафтных данных является Ларченково болото, возникшее во впадине в центральной части плато, где в суббореале существовало мелководное озеро с заболоченными берегами. Озеро прошло несколько стадий развития, наибольшую глубину и площадь имело около 3220–4000 ^{14}C л.н. в более теплых и влажных условиях, чем современные. Кратковременный период заболачивания выделяется около 3200–3130 ^{14}C л.н. На заключительном этапе существования озера были периоды обводнения и обмеления с общей тенденцией к активному заболачиванию. Усиливается роль атмосферного питания. В период 2840–2550 ^{14}C л.н. площадь озера существенно уменьшилась и на его месте образовалось травяно-кустарничково-сфагновое болото с зарастающими озерками, которые могли существовать до последних 230 ^{14}C лет, когда обводнение болота существенно снизилось. В на-

стоящее время на месте палеоозера выделяется фация тростниково-сфагнового болота с отдельными низкоствольными лиственницами. В краевой части озера торфонакопление началось около 4000 ^{14}C л.н., болото прошло несколько стадий обводнения и иссушения.

Установлены две стадии развития ландшафтов Шкотовского плато за последние 4000 ^{14}C л.н.: первая характеризуется более широким, чем в настоящее время, развитием хвойно-широколиственных лесов и подчиненной ролью темнохвойных лесов, которые были локализованы в центральной части плато; вторая – быстрым расширением площади, занятой темнохвойными лесами. Перестройка ландшафтов произошла около 2500 ^{14}C л.н. и связана с одним из наиболее значительных похолоданий в северном полушарии. В суббореале выделяются три фазы развития ландшафтов, связанных с потеплениями (3800–3500; 3130–3000; 2800–2550 ^{14}C л.н.), когда увеличивалась роль широколиственных в хвойно-широколиственных лесах; в похолодания (3500–3130, 3000–2800 ^{14}C л.н.) возросло значение кедр корейского и темнохвойных, в первую очередь ели. В субатлантике шло становление современных ландшафтов плато. При похолодании на рубеже суббореала-субатлантика быстро расширились площади, занятые пихтово-еловыми лесами. Увеличение роли широколиственных пород в лесной растительности связано с кратковременными потеплениями около 2460–2420 ^{14}C л.н., 2250–2030 ^{14}C л.н. Болото зарастало кустарниковой березкой и вересковыми кустарничками. Роль кедрово-широколиственных лесов возросла в малый оптимум голоцена. В малый ледниковый период увеличилась роль кедр корейского и ели. Изменения в последние 230 ^{14}C лет могли быть связаны как с естественным распадом леса, например, в результате ветровалов, так и с вырубками, которые велись по обрамлению Ларченкова болота в предвоенные и военные годы.

Лиственничник Ларченкова болота рассматривается как реликт лесной растительности, существовавшей на территории Приморья в последнюю ледниковую эпоху. Сохранению рефугиума в голоцене способствовали особые экологические условия по обрамлению впадины, занятой палеозером с заболоченными берегами.

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 15-05-00171). Авторы благодарны А.А. Карабцову (ДВГИ ДВО РАН) за анализ химического состава вулканического стекла, И.Ф. Скириной (ТИГ ДВО РАН) за определение лишайников и Н.П. Домре (БПИ

ДВО РАН) за подготовку проб для спорово-пыльцевого анализа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас лесов Приморского края. Владивосток: ДВО РАН, 2005. 76 с.
2. Базарова В.Б., Гребенникова Т.А., Орлова Л.А. Динамика природной среды бассейна Амура в малый ледниковый период // География и природные ресурсы. 2014. № 3. С. 126–134.
3. Борисова О.К. Ландшафтно-климатические изменения в голоцене // Изв. РАН. Сер. геогр. 2014. № 2. С. 5–20.
4. Ганешин Г.С. Геоморфология Приморья. М.: Госгеолтехиздат, 1957. 133 с.
5. Гвоздева И.Г., Горбаренко С.А., Раков В.А., Лутаенко К.А., Шорников Е.И., Мишкин Ю.А. Палеосреда Приморья в среднем и позднем голоцене по комплексным данным разреза Шкотово. Владивосток: ДВО РАН, 1997. 32 с.
6. Геосистемы Дальнего Востока России на рубеже XX–XXI веков. Т. 1. Владивосток: Дальнаука, 2008. 428 с.
7. Гуков Г.В. Лиственницы и лиственничные леса Российского Дальнего Востока. Владивосток: ГТС ДВО РАН, 2009. 350 с.
8. Диатомовый анализ. Кн. 3. Л.: Госгеолиздат, 1950. 398 с.
9. Климаты и ландшафты Северной Евразии в условиях глобального потепления. Ретроспективный анализ и сценарии. М.: ГЕОС, 2010. 220 с.
10. Клименко В.В., Климанов В.А., Сирин А.А., Слепцов А.М. Изменение климата на западе Европейской части России в позднем голоцене // ДАН. 2001. Т. 376. № 5. С. 679–683.
11. Колесников Б.П. Растительность // Южная часть Дальнего Востока. М.: Наука, 1969. С. 206–250.
12. Короткий А.М., Караулова Л.П., Троицкая Т.С. Четвертичные отложения Приморья: Стратиграфия и палеогеография. Новосибирск: Наука. Сиб. отд., 1980. 234 с.
13. Короткий А.М., Лобанова Л.А. О скорости и условиях голоценового торфонакопления на Дальнем Востоке // Палеогеографический анализ и стратиграфия антропогена Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1983. С. 109–119.
14. Короткий А.М., Гребенникова Т.А., Пушкарь В.С., Разжигаетова Н.Г., Волков В.Г., Ганзей Л.А., Мохова Л.М., Базарова В.Б., Макарова Т.Р. Климатические смены на территории юга Дальнего Востока в позднем плейстоцене–голоцене // Вестн. ДВО РАН. 1997. № 3. С. 121–143.

15. Короткий А.М., Андерсон П.М., Ложкин А.В., Матросова Т.В., Соломаткина Т.Б., Браун Т.А., Брубейкер Л.Б., Гребенникова Т.А., Мохова Л.М., Ху Ф.С. О развитии ландшафтов Юго-Восточного Приморья в среднем–позднем голоцене // Пространственно-временная изменчивость природной среды Северо-Восточной Азии в четвертичный период. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2004. С. 12–50.
16. Крестов П.В. Растительность хребта Ливадийский // Ландшафтно-растительная поясность Ливадийского хребта (Южное Приморье). Владивосток: Дальнаука, 2001. С. 7–28.
17. Микишин Ю.А., Гвоздева И.Г. Палеосреда острова Русский (Южное Приморье) в среднем–позднем голоцене // Фундаментальные исследования. 2014. № 3. С. 516–522.
18. Микишин Ю.А., Петренко Т.И., Гвоздева И.Г., Попов А.Н., Кузьмин Я.В., Горбаренко С.А., Раков В.А. Голоцен побережья Юго-Западного Приморья // Научное обозрение. 2008. № 1. С. 8–27.
19. Олейников А.В., Олейников Н.А. Геология кайнозоя Среднего Сихотэ-Алиня. Владивосток: Дальнаука, 2005. 261 с.
20. Попов В.К., Ключев Н.А., Слепцов И.Ю., Доelman Т., Торренс Р., Кононенко Н.А., Вайт П. Гиалокластиты Шкотовского базальтового плато (Приморье) – важнейший источник археологического обсида на юге Дальнего Востока России // Приоткрывая завесу тысячелетий. К 80-летию Жанны Васильевны Андреевой. Владивосток: ООО “Рея”, 2010. С. 295–314.
21. Прозоров Ю.С., Попов А.А. Основные типы болот и заболоченных лесов Приморского края // Вопр. лесоводства и лесоведения. Вып. 1. Красноярск: Красноярск. кн. изд-во, 1961. С. 146–162.
22. Рассказов С.В., Саранина Е.В., Мартынов Ю.А., Чащин А.А., Максимов С.О., Брандт И.С., Брандт С.Б., Масловская М.Н., Коваленко С.В. Развитие позднекайнозойского магматизма активной континентальной окраины Южного Приморья // Тихоокеанская геология. 2003. Т. 22. № 1. С. 92–109.
23. Розенберг В.А. Лиственница Комарова (*Larix Komarovii* В. Kolesn.) в Южном Сихотэ-Алине // Комаровские чтения. 1951. Вып. 3. С. 43–65.
24. Сладков А.Н. Введение в спорово-пыльцевой анализ. М.: Наука, 1967. 270 с.
25. Справочник по климату СССР. Вып. 26. Приморский край. Л.: Гидрометеиздат, 1990. 190 с.
26. Старожилов В.Т. Ландшафтная география Приморья. Владивосток: ИД ДВФУ, 2013. 276 с.
27. Урусов В.М., Лобанова И.И., Варченко Л.И. Хвойные Российского Дальнего Востока – ценные объекты изучения, охраны, разведения и использования. Владивосток: Дальнаука, 2007. 440 с.
28. Харитонов В.Г. Конспект флоры диатомовых водорослей (Bacillariophyceae) Северного Охотоморья. Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2010. 189 с.
29. Харкевич С.С., Качура Н.Н. Редкие виды растений советского Дальнего Востока и их охрана. М.: Наука, 1981. 234 с.
30. Хершберг Л.Б., Михайлик Е.В., Пушкар В.С., Ваचाев Б.И. Строение, вещественный состав илистой толщи шельфа юга Приморья и перспективы ее освоения // Тихоокеанская геология. 2013. Т. 32. № 2. С. 90–99.
31. Arslanov Kh.A., Saveljeva L.A., Gey N.A., Klimanov V.A., Chernov S.B., Chernova G.M., Kuzmin G.F., Tertychnaya T.V., Subetto D.A., and Denisenkov V.P. Chronology of vegetation and paleoclimatic stages of Northwestern Russia during the Late Glacial and Holocene // Radiocarbon. 1999. Vol. 41. No 1. P. 25–45.
32. Arslanov Kh.A., Savelieva L.A., Klimanov V.A., Chernov S.B., Maksimov F.E., Tertychnaya T.V., and Subetto D.A. New data on chronology of landscape-paleoclimatic stages in Northwestern Russia during the Late Glacial and Holocene // Radiocarbon. 2001. Vol. 43. No. 2B. P. 581–594.
33. Horn S. and Schmincke H.-U. Volatile emission during the eruption of Baitoushan Volcano (China/North Korea) ca. 969 AD // Bul. Volcanol. 2000. Vol. 61. P. 537–555.
34. Velichko A.A., Andreev A.A., and Klimanov V.A. Climate and vegetation dynamics in the tundra and forest zone during the Late Glacial and Holocene // Quat. Int. 1997. Vol. 41/42. P. 71–96.
35. Wanner H., Beer J., Bütikofer J., Crowley T.J., Cubasch U., Flückiger J., Goosse H., Grosjean M., Joos F., Kaplan J.O., Küttel M., Müller S.A., Prentice I.C., Solomina O., Stocker T.F., Tarasov P., Wagner M., and Widmann M. Mid- to Late Holocene climate change: an overview // Quat. Sci. Rev. 2008. Vol. 27. P. 1791–1828.
36. Wanner H., Solomina O., Grosjean M., Ritz S.P., and Jetel M. Structure and origin of Holocene cold events // Quat. Sci. Rev. 2011. Vol. 30. P. 3109–3123.

The Development of Landscapes of the Shkotovo Plateau of Sikhote-Alin in the Late Holocene

N.G. Razzhigaeva¹, L.A. Ganzey¹, L.M. Mokhova¹, T.R. Makarova¹, A.M. Panichev¹,
E.P. Kudryavtseva¹, Kh.A. Arslanov², F.E. Maksimov², A.A. Starikoiva²

¹*Pacific Geographical Institute, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia*

²*Saint Petersburg State University, St. Petersburg, Russia*

e-mail: nadyar@tig.dvo.ru, arslanovkh@mail.ru

New data in the development of the basalt plateau landscapes under multidirectional changes of climate in the late Holocene is presented. Objects for paleolandscape reconstructions were lacustrine-marsh deposits of the Larchenkov marsh. The marsh arose on the site of a paleolake that has passed several stages of development. The greatest depth and area of the lake had about 3220–4000¹⁴C years BP in the conditions of warming and increasing moisture. At the final stage of its existence, there have been periods of flooding and the shallowing with general tendency to active bogging. At the top of the sections of peat bogs, the volcanic ash B-Tm of Baitoushan volcano (the eruption 969 AD) was found. Stages in the development of landscapes were highlighted and the borders of their reconstructions were defined. Natural landscape-forming factors with the analysis of change rates of the biotic components were analyzed. Conclusions on stability of geosystems are made, and the contribution of global and regional paleoclimatic events is estimated. In forest vegetation of the plateau, the share of broadleaf species has increased during warming periods, the share of the Korean pine and dark coniferous, primarily spruce, has increased in the cold periods. In forest vegetation of the plateau, the share of broadleaf species has been increasing during warming periods, the share of the Korean pine and dark coniferous, primarily spruce, has been increasing in the cold periods. The expansion of dark coniferous forests had occurred in climatic conditions similar to modern – about 2550¹⁴C years BP; coniferous-deciduous forests had retreated to the edge of the plateau. The larch (*Larix komarovii*) had existed framing the paleolake during the all studied period and is a relic of the Last Glacial Maximum. The formation of modern landscapes with identifying their ages was analyzed.

Keywords: landscapes, plateau, Sikhote-Alin, the Holocene, climatic changes, radiocarbon dating.

doi:10.15356/0373-2444-2016-3-65-80