

П.С. БЕЛЯНИН, Н.И. БЕЛЯНИНА

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН,
690041, Владивосток, ул. Радио, 7, Россия, pavelbels@yandex.ru, nibelyanina@yandex.ru**ЭВОЛЮЦИЯ ДОЛИННЫХ ЭКОСИСТЕМ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ р. БИКИН
В ПОЗДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ–ГОЛОЦЕНЕ**

Выполнены реконструкции изменений растительности, климата и условий седиментогенеза в долине нижнего течения р. Бикин (Северное Приморье) на протяжении последних 70 тыс. лет по результатам палинологического и диатомового анализа, радиоуглеродного датирования образцов торфа, растительного детрита и древесных остатков из аллювиальных и биогенных отложений пойменных и надпойменных террас. Получены новые свидетельства неоднократных и значительных трансформаций природной среды региона в течение нескольких климатических циклов в позднем плейстоцене и голоцене, соответствующих морским изотопным стадиям (МИС) 4–1. Установлено, что в завершающую фазу МИС 4 доминировали экосистемы марей и темнохвойной тайги, в межледниковье МИС 3 — сообщества березовых лесов с участием широколиственных растений, в ледниковую стадию МИС 2 — березовые редколесья с лиственницей и елью, а также сфагновые болота с кустарниковой березкой. В раннем голоцене произошла быстрая экспансия широколиственных растений. В оптимум голоцена, около 6,5 тыс. л. н., в экосистемах преобладали полидоминантные леса. Максимум развития дубово-широколиственных лесов регистрируется приблизительно 5 тыс. л. н. Переход от среднего голоцена к позднему (Q_{IV}^2 – Q_{IV}^3) охарактеризован сокращением доли сосново-широколиственных и развитием мелколиственных и темнохвойных растительных сообществ. Установлено, что во второй половине позднего голоцена (малый оптимум) доминирующее положение в ландшафтах заняли сосново-дубовые леса, в конце этого периода сформировался современный облик экосистем.

Ключевые слова: климатические ритмы, долинные экосистемы, биостратиграфия отложений, палеорастительность, эволюция природной среды.

P.S. BELYANIN, N.I. BELYANINA

Pacific Institute of Geography, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences,
690041, Vladivostok, ul. Radio, 7, Russia, pavelbels@yandex.ru, nibelyanina@yandex.ru**EVOLUTION OF THE VALLEY ECOSYSTEMS IN THE LOWER REACHES OF THE BIKIN RIVER
IN THE LATE PLEISTOCENE AND HOLOCENE**

Reconstructions of changes in vegetation, climate and sedimentation conditions in the valley of the lower reaches of the Bikin river lower reaches (Northern Primorye) for the last 70 thousand years were made from results of palynological and diatom analyses, radiocarbon dating of peat samples, plant detritus and wood residues contained in the alluvial and biogenic deposits of floodplain and above the floodplain terraces exposed by profiles. New evidence was obtained for multiple and significant transformations of natural environment of the region for several climatic cycles during the Late Pleistocene and Holocene corresponding to marine isotope stages MIS 4–1. It was established that the final phase of MIS 4 was dominated by ecosystems of mari and dark coniferous taiga, the interglacial stage of MIS 3 by communities of birch forests with the involvement of broad-leaved plants, and the glacial stage of MIS 2 by birch open wood with larch and spruce as well as by sphagnum bogs and dwarf birch. In the Early Holocene (Q_{IV}^1) there occurred a rapid expansion of deciduous plants. During the Holocene Optimum, about 6.5 ka, the ecosystems were dominated by polydominant forests. The maximum development of oak-deciduous forests with conifers is recorded about 5 ka. The transition from the Middle to Late Holocene (Q_{IV}^2 – Q_{IV}^3) is characterized by a reduction in the proportion of pine and broad-leaved vegetation and by the development of small-leaved and dark coniferous plant communities. It is found that in the second half of the Late Holocene (Little Climatic Optimum), pine-oak forests began to dominate the landscapes, and the end of that period developed the contemporary ecosystems.

Keywords: climatic rhythms, valley ecosystems, biostratigraphy of sediments, paleovegetation, evolution of natural environment.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Анализ развития природной среды в позднем плейстоцене и голоцене имеет важное значение для палеогеографических реконструкций. Большой научный интерес представляет определение законо-

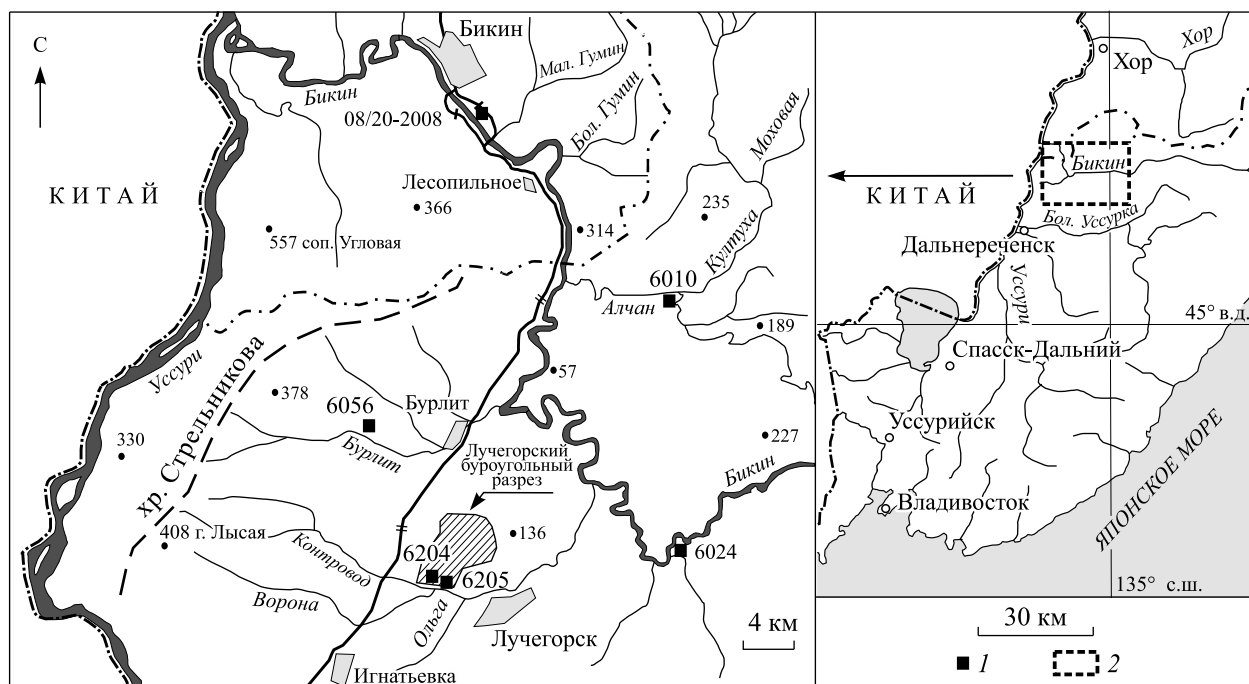


Рис. 1. Схема расположения разрезов.

1 — изученные разрезы; 2 — район работ.

мерностей эволюции природных компонентов ландшафтов, в том числе долинных экосистем, развитие которых обусловлено направленностью и периодичностью климатических колебаний в позднечетвертичное время. Именно периоды этих климатических осцилляций отличаются наиболее высокими скоростями изменений компонентов природно-территориальных комплексов.

К настоящему времени в результате изучения геологического строения четвертичных отложений Северо-Западного Приморья установлено, что пойменные и надпойменные террасы рек высоких порядков сформированы отложениями позднего плейстоцена—голоцена [1–3], однако в бассейне нижнего течения р. Бикин подобных исследований не проводилось.

Палеогеографические данные по разным областям Земли показывают, что большинство стадий эволюции позднечетвертичных природных систем характеризуются экстремальными и короткопериодными колебаниями климата. Подобные свидетельства, отраженные в литологии отложений и спорово-пыльцевых спектрах (СПС), получены нами при биостратиграфическом изучении аллювиальных и биогенных отложений высоких пойменных и надпойменных террас бассейна нижнего течения р. Бикин (рис. 1).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Река Бикин в нижнем течении и ее притоки на приустьевых участках дренируют аккумулятивно-денудационную равнину с возвышающимися останцовыми сопками, обрамляемыми поясом низкогогорного рельефа. Данная территория расположена в зоне устойчивого опускания [3], вследствие чего здесь протекают разнонаправленные природные процессы, предопределившие сложность геологического строения.

Согласно флористическому районированию Восточной Азии [4], бассейн нижнего течения р. Бикин приурочен к Маньчжурской флористической провинции. На склонах сопок обычны разреженные дубово-мелколиственные леса, а на равнинах — осоково-вейниковые луга, разделенные рёлками, поросшими редколесьями из дуба, липы, березы и осины. Отдельные участки низменных равнин, наименее затронутые антропогенным влиянием, заняты марями [5]. Естественная растительность сохранилась лишь в низкогорьях, где преобладают массивы смешанных лесов [6].

В настоящей работе впервые представлены результаты анализа эволюции долинных экосистем и климата в нижнем течении р. Бикин в позднем плейстоцене и голоцене (морские изотопные стадии

Таблица 1

Географическое и геоморфологическое положение изученных разрезов

Разрез	Геоморфологическая привязка	Абсолютная высота, м	Географические координаты
6204	Надпойменная терраса р. Контровод, левый приток р. Бикин	58	46°28' с. ш. 134°12' в. д.
6205	То же		
6024	Надпойменная терраса р. Бикин	64	46°29' с. ш. 134°29' в. д.
6010	Высокая пойменная терраса р. Алчан, правый приток р. Бикин	63	46°39' с. ш. 134°24' в. д.
6056	Высокая пойменная терраса р. Бурлитовки, левый приток р. Бикин	63	46°33' с. ш. 134°10' в. д.
08/20-2008	Высокая пойменная терраса р. Бикин	53	46°46' с. ш. 134°16' в. д.

Таблица 2

Радиоуглеродные датировки отложений надпойменной террасы рек Бикин и Контровод, высоких пойменных террас рек Бикин, Бурлитовка и Алчан

Разрез	Место отбора	Глубина отбора, м	Материал	Лабораторный номер	Абсолютный возраст	
					Радиоуглеродный, л. н.	Календарный, кал. л. н.
6204	Нижнее течение р. Контровод	12,6	Древесина	Ки-3371	54 000	—
6204	р. Контровод	10,6	»	Ки-3370	34 500 ± 250	39775 ± 787
6204	То же	9,1	»	Ки-3275	27 750 ± 150	32298 ± 273
6204	»	3,1	»	Ки-3343	11 270 ± 80	13173 ± 112
6205	»	6,9	»	Ки-3293	17 990 ± 200	21673 ± 448
6205	»	5,7	»	Ки-3294	14 800 ± 100	18138 ± 288
6205	»	3,6	»	Ки-3298	12 300 ± 100	14459 ± 361
6205	»	1,8	»	—	9270 ± 60	10440 ± 99
6205	»	0,8	Торф	Ки-3372	5120 ± 80	5859 ± 94
6024	Нижнее течение р. Бикин	2,9	Древесина	Ки-3277	29 700 ± 160	34 036 ± 240
6010	Нижнее течение р. Алчан	1,7	Растительный детрит	Ки-3269	6660 ± 70	7537 ± 52
6056	Нижнее течение р. Бурлитовки	2,9	То же	Ки-3256	6090 ± 70	6988 ± 116

Примечание. Прочерк — нет данных.

(МИС) 4–1) [7]. Нами использованы палинологические материалы, данные диатомового анализа и радиоуглеродного датирования. Периодизация климатических событий плейстоцена и голоцена выполнена по схеме, которая предложена А.Н. Молодьковым и Н.С. Болиховской для Северной Евразии [8] и хорошо коррелирует с хроностратиграфической схемой юга Дальнего Востока России [9].

В ходе полевых работ гидрогеологической экспедиции «Приморгеология» и Амурского почвенного отряда по программе ДВО РАН «Комплексные исследования природной среды бассейна р. Амур» исследованы комплексы аллювиальных и биогенных отложений пойменных и надпойменных террас в долине нижнего течения р. Бикин и его притоков (табл. 1). Получено 11 датировок¹, калиброванных с помощью программы CALPAL_A [10] (табл. 2).

Палинологическому анализу были подвергнуты 69 проб, отобранных с интервалами 8–20 см. Образцы подготовлены для анализа по стандартной методике [11] с применением тяжелой жидкости в модификации с раствором йодистого кадмия. Просмотр препаратов осуществлялся с использованием

¹ Отбор проб из разрезов 6204, 6205, 6024, 6010 и 6056 выполнен инженером ПГО «Приморгеология» А.Д. Боровским, из разреза 08/20-2008 — младшим научным сотрудником Тихоокеанского института географии ДВО РАН П.С. Беляниным. Исследование диатомовой флоры и спорово-пыльцевой анализ осуществлены инженерами ПГО «Приморгеология» Е.И. Царько и Н.И. Беляниной. Определение возраста радиоуглеродным методом проводилось в Институте геологии НАН Украины (г. Киев), ответственный исполнитель научный сотрудник Н.Н. Ковалюх.

светового микроскопа Zeiss Axio Scope.A1. Если было невозможно определить вид пыльцы растений и спор, то идентификация пыльцевых таксонов велась до рода, когда при первом упоминании в тексте добавлялась приставка «sp.», либо до семейства. Расчет индивидуальных таксонов проводился по трем группам: древесных и кустарниковых, травянистых, а также споровых растений. Статистическая обработка данных и построение спорово-пыльцевых диаграмм выполнены с помощью программ Excel и CorelDraw.

Ключевым диагностическим признаком, определяющим границы палинокомплексов (ПК), принято считать изменение таксономического состава спорово-пыльцевых спектров и процентного содержания таксонов, отличающихся от выше- и нижележащих СПС.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Наиболее полные по длительности и непрерывности осадконакопления результаты получены по разрезам 6204 и 6205 (см. таблицу; рис. 2, 3). Вскрытые аллювиальные и биогенные отложения представлены следующими пачками (снизу вверх):

Отложения	Интервал, м
Разрез 6204	
Песок серый, разнозернистый	16–15,3
Супесь серая с линзами песка	15,3–13,6
Супесь голубовато-серая, тяжелая	13,6–12,4
Переслаивание песков и супесей	12,4–10,3
Песок черный, разнозернистый	10,3–9,2
Супесь серая	9,2–7,7
Переслаивание песков гравелистых и супесей	7,7–5
Супесь голубовато-серая	5–2,5
Суглинок черный	2,5–2,3
Суглинок голубовато-серый	2,3–1,2
Торф	1,2–0
Разрез 6205	
Супесь серая, тяжелая с линзами песка	7–5,3
Песок серый, разнозернистый	5,3–4,1
Песок серый разнозернистый с линзами супесей	4,1–2,1
Суглинок голубовато-серый	2,1–1
Суглинок темно-серый	1–0,8
Торф	0,8–0

Наиболее представительным оказался разрез 6204, в котором выделено шесть палинокомплексов.

ПК 1 (15,9–13,1 м). Отличительная черта данного палинокомплекса — доминирование пыльцы мелколиственных растений. Главенствующую роль в палиноспектрах играет пыльца березы обыкновенной (*Betula* sect. *Albae*) — 15,1–80 %, желтой (*B.* sect. *Costatae*) — до 5,5, древесной (*Betula* sp.) — 7,2–53, а также кустарниковых форм: березы (*B.* sect. *Nanae*) — до 19–64 и ольхи (*Duschekia* sp.) — до 35,2%. Среди хвойных растений велико содержание пыльцы ели (*Picea* sp.) и сосны корейской (*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.) — 43 до 15,5 % соответственно. Единично отмечены пыльцевые зерна ильма (*Ulmus* sp.), дуба (*Quercus* sp.) и сирени (*Syringa* sp.). В группе трав и кустарников доминирует пыльца семейств осоковых (Cyperaceae Juss.) — до 69,8 %, лютиковых (Ranunculaceae Juss.) — до 15,4, мятликовых (Poaceae Barnhart.) — до 16,7 и маревых (Chenopodiaceae Vent.) — до 15,4 %. В количестве до 6,7 % встречаются пыльцевые зерна водных и прибрежно-водных растений — кубышки (*Nuphar* sp.) и ежеголовника (*Sparganium* sp.). Среди споровых растений доминирует семейство многоножковых (Polypodiaceae Bercht. et J. Presl.) — 12–62,5 %, а также сфагновые (*Sphagnum* sp.) — до 14–63,6 % и зеленые мхи (*Bryales* sp.) — до 9,1 %.

ПК 2 (13,1–10,5 м). Основной фон в ПК составляет пыльца мелколиственных растений — березы древесной (21,1–38,2 %), кустарниковой (14,7–34,5) и обыкновенной (до 22,6), а также кустарниковой и древесной ольхи (*Alnus* sp.) (до 14,7 и 13,8 % соответственно). Среди хвойных растений преобладает пыльца ели (до 13,5 %), присутствуют пыльцевые зерна сосны густоцветковой (*Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.) (до 3,8) и пихты (*Abies* sp.) (до 2,9 %). В группе широколиственных растений доминирует пыльца ильма (1,5–10,3 %), в небольших количествах содержатся пыльцевые зерна дуба, лещины (*Corylus* sp.) и липы (*Tilia* sp.). Отмечен представитель семейства хвойниковых — хвойник

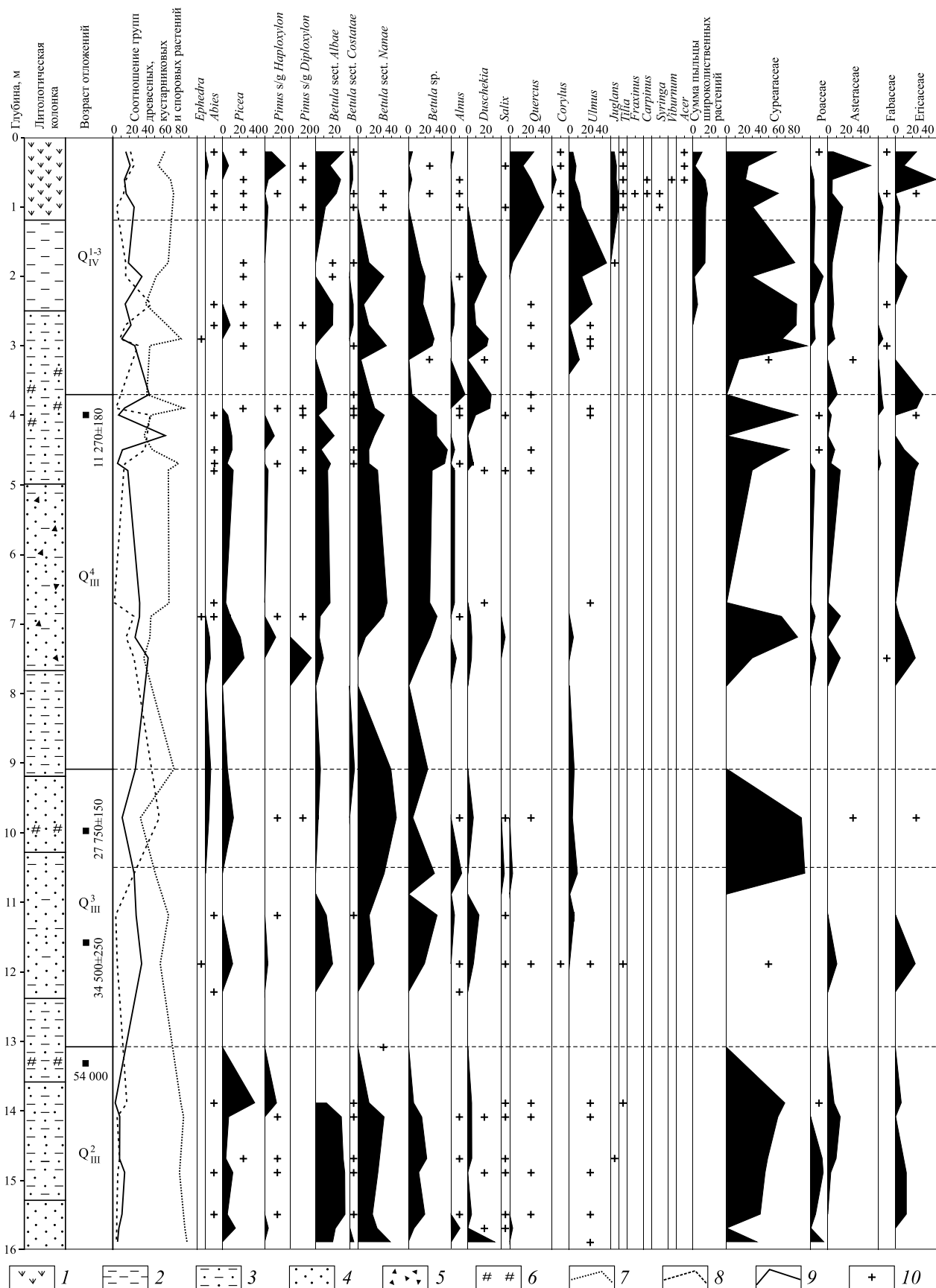


Рис. 2 (начало). Спорово-пыльцевая диаграмма отложений позднего плейстоцена—голоцена (разрез 6204).

Отложения: 1 — торф, 2 — суглинок, 3 — супесь, 4 — песок разноразмерный, 5 — гравий, 6 — древесные остатки. Общее содержание пыльцы в палиноспектрах: 7 — деревьев, 8 — трав, 9 — спор; 10 — доля спор и пыльцы в палиноспектрах менее 3%.

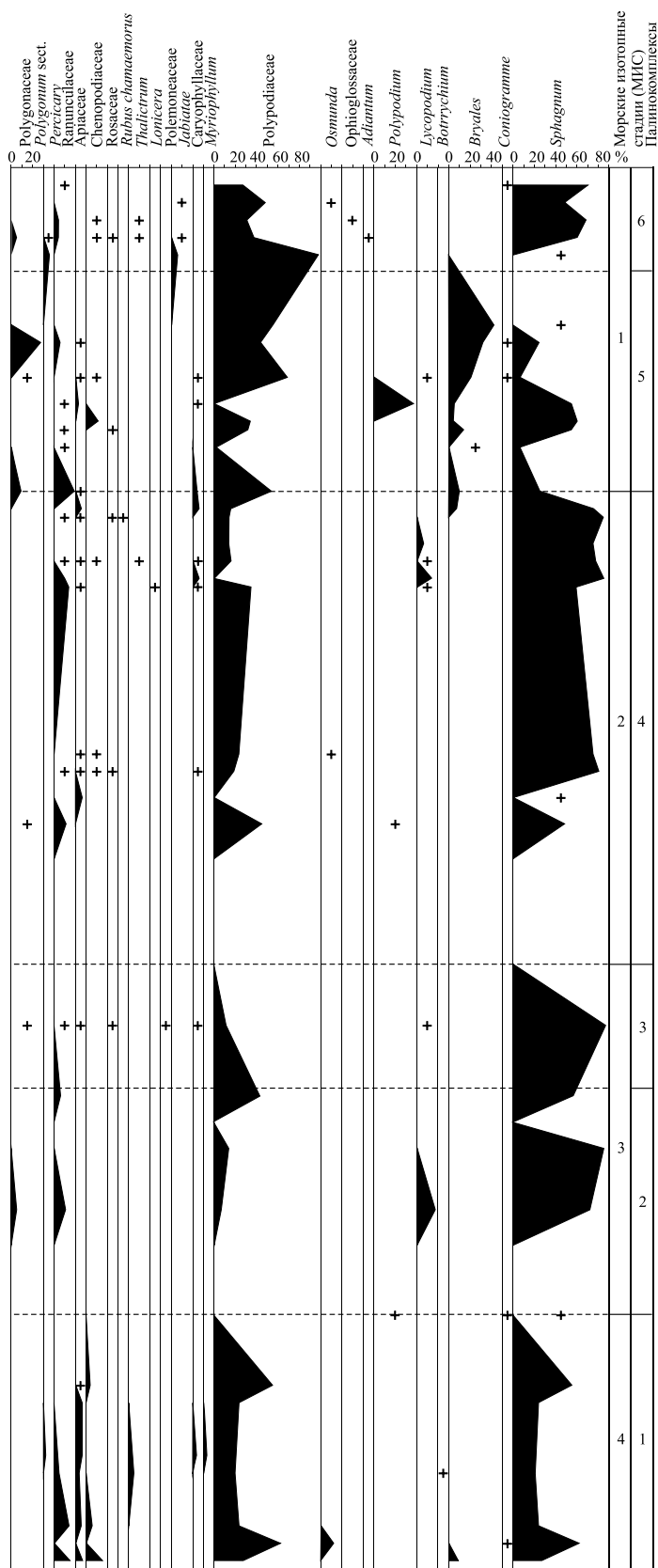


Рис. 2 (окончание).

(*Ephedra* sp.). Велика доля пыльцы вересковых (Ericaceae Juss.) — до 22,2 %. Среди трав доминирует пыльца семейства осоковых (до 93,3 %), лютиковых (до 11,1) и сложноцветных (Asteraceae Dumort.) (до 11,1 %). Среди споровых растений преобладают споры сфагнового мха (57,1–86,7 %), плаунка (*Lycopodium* sp.) (до 18,8) и семейства многоножковых (до 8,8–42,9 %).

ПК 3 (10,5–9,1 м). Заметно содержание пыльцы мелколиственных растений северо-бореальной флоры — березы обыкновенной (до 6,3 %), кустарниковой (34,5–51,3) и древесной (5,3–34,5), древесной (до 13,8) и кустарниковой (до 7,1 %) ольхи. В группе хвойных растений присутствует пыльца ели (до 14,5 %) и пихты (до 6,3 %). В незначительном количестве встречается пыльца сосны корейской и сосны густоцветковой, а также лиственницы (*Larix* sp.). Среди широколиственных растений доминирует пыльца ильма (до 3,5–10,3 %) и присутствуют пыльцевые зерна дуба (1,5–3,4 %). Травянистые растения в основном представлены семействами осоковых (до 89,6 %), сложноцветных (до 2,7) и мятликовых (до 2,5 %). В группе споровых растений преобладают торфяной мох (до 87,7 %) и семейство многоножковых (до 11,4 %).

ПК 4 (9,1–3,7 м). Ведущее положение в ПК занимает пыльца мелколиственных растений северо-бореальной флоры — березы обыкновенной (до 25 %), кустарниковой (до 38,5) и древесной (1–52), кустарниковой ольхи (до 31,0 %). Высока также доля пыльцы хвойных растений — ели (до 28,6 %), сосны корейской (до 24,3) и густоцветковой (до 4,3), пихты (до 5,7 %). Присутствуют пыльцевые зерна хвойника. В группе трав и кустарников доминируют семейства вересковых (до 33,3 %), лютиковых (до 19), сложноцветных (до 16,6), мятликовых (до 7) и бобовых (Fabaceae Lindl.) (до 6,7 %). Отмечается высокое содержание спор мха торфяного (35,8–85,7 %) и бриевого (до 10,4), семейства многоножковых (до 53,8), плаунка (до 14,3 %). Присутствуют споры папоротника кониограмма (*Coniogramme* sp.) и чистоустника (*Osmunda* sp.).

ПК 5 (3,7–1,2 м). Доминирует пыльца мелколиственных растений при умеренном участии широколиственных. Отмечается высокое содержание пыльцевых зерен березки кустарниковой (до 4–37,7 %), березы обыкновенной (до 23,4) и древесной (до 1–34), стланика ольхового (до 1–26,9 %).

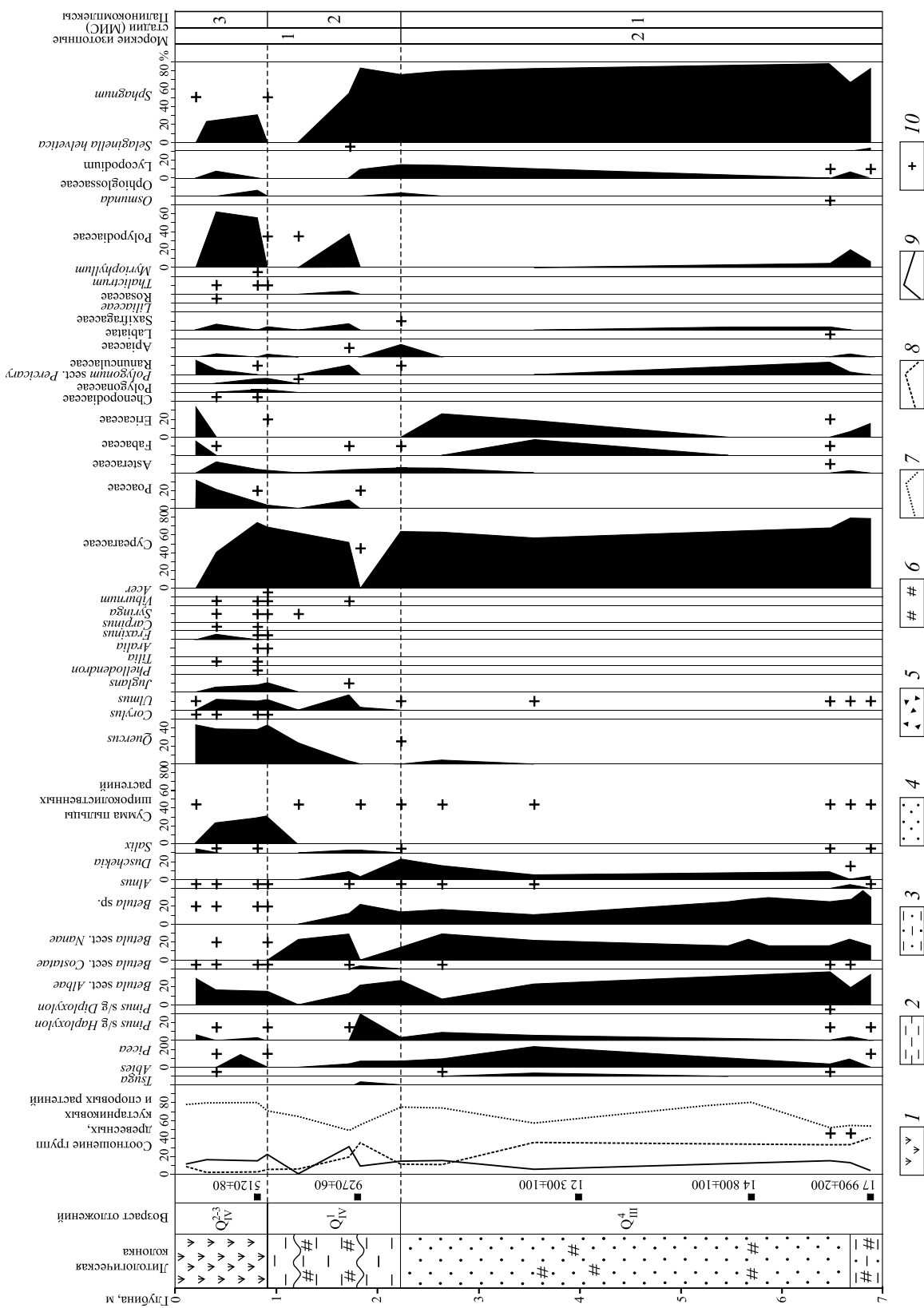


Рис. 3. Спорово-пыльцевая диаграмма отложений позднего плейстоцена—голоцена (разрез 6205).

Усл. обозн. см. рис. 2.

Присутствует пыльца ольхи и желтой березы. По сравнению с нижележащей пачкой отложений является пыльца широколиственных растений, где доминирует ильм (до 48,7 %). В небольшом количестве встречаются пыльцевые зерна дуба и сирени. В составе пыльцы хвойных растений отмечено присутствие ели и пихты. В группе трав и кустарничков преобладают семейства осоковых (до 95,8 %), гречишных (*Polygonaceae*) (до 28,3) и мятликовых (до 15 %). Споровые растения представлены мхом сфагновым (до 1,1–60,5 %) и зеленым (1–42,7 %), семейством многоножковых (до 69,9 %). Отмечены споры папоротника кониограмма.

ПК 6 (1,2–0 м). Палиноспектр характеризуется сочетанием пыльцы хвойных, широколиственных и мелколиственных растений. В группе хвойных доминируют сосна корейская (до 27,5 %) и ель (до 8,3 %). В малых количествах отмечена пыльца пихты и сосны густоцветковой. Среди мелколиственных и широколиственных пород преобладает пыльца дуба (17,4–45 %), березы обыкновенной (до 12,9–37,2), ильма (до 4,3–15,4), ореха маньчжурского (*Juglans mandshurica* Maxim.) (4,3–10,8) и лещины (1–5,1 %). Присутствуют пыльцевые зерна граба (*Carpinus* sp.), липы, ясеня (*Fraxinus*) и сирени. Среди мелколиственных растений заметно содержание пыльцы березы древесной (до 4,7 %) и желтой (до 3,9 %). В структуре ПК велика доля пыльцы семейств осоковых (31,3–62,1 %), сложноцветных (5,2–51) и вересковых (1,7–25,9 %). В группе споровых растений доминирующее положение занимают споры семейства многоножковых (31–97,6 %) и сфагновых мхов (2,4–70,2 %). Им сопутствуют папоротник курчавый (*Adiantum* sp.), кониограмма, чистоустник и семейство уховниковые (*Ophioglossaceae*).

Результаты биостратиграфического расчленения четвертичных отложений бассейна нижнего течения р. Бикин, подкрепленные материалами по другим изученным разрезам, позволяют реконструировать развитие долинных экосистем в позднем плейстоцене–голоцене.

МИС 4. Осадконакопление аллювиальных отложений, вероятно, в завершающую фазу МИС 4, а возможно, и в самом начале МИС 3, в интервале глубин 15,9–13,1 м (разрез 6204, ПК 1), происходило при холодных климатических условиях, о чем свидетельствует таксономический состав палиноспектров и радиоуглеродная дата 54 000 л. н. (Ки-3371), выделенная из пачки супеси с древесными остатками на глубине 13,3 м (см. табл. 2, рис. 2). В это время были широко развиты ландшафты северобореального облика — мари и темнохвойная тайга. Однако присутствие пыльцы широколиственных растений указывает на первые признаки потепления.

МИС 3. Выше по разрезу 6204 (ПК 2) отмечается возрастание теплообеспеченности. Седиментация в интервале глубин 13,1–10,5 м происходила во время кратковременного межледникового [13, 14] при условиях несколько холоднее современных, что подтверждается таксономическим составом пыльцы и спор, отражающих доминирование в экосистемах пионерных сообществ березовых лесов с участием широколиственных растений и сосны корейской (см. рис. 2). Возраст древесных остатков из слоя разнозернистых переслаивающихся песков с супесью на глубине 11,6 м по радиоуглероду составил $34\,500 \pm 250$ л. н. ($39\,775 \pm 787$ кал. л. н.) (Ки-3370) (см. табл. 2). Отложения этого же возраста вскрыты в восточном секторе оз. Ханка, скважинами 579 (столб воды 3 м, интервал глубин 8,4–6,3 м) и 77 (столб воды 4,5 м, интервал глубин 5,3–3 м) [15].

Данные о непродолжительном похолодании в МИС 3, характеризующемся более суровыми, нежели в настоящее время, климатическими условиями в Приморье, получены из разреза 6024 в долине р. Уссури, в интервале глубин 3–2,5 м, что подтверждается радиоуглеродной датой $29\,700 \pm 160$ л. н. ($34\,036 \pm 240$ кал. л. н.) (Ки-3277) (см. табл. 2).

В вышележащей пачке супеси, включающей фрагменты древесных остатков разреза 6204 в интервале глубин 10,5–9,1 м (ПК 3), зафиксировано похолодание, о чем свидетельствует изменение структуры палиноспектров и радиоуглеродная дата $27\,750 \pm 150$ л. н. ($32\,298 \pm 273$ кал. л. н.) (Ки-3275), выделенная с глубины 9,8 м в разрезе 6204. Обширное распространение имели маревые ландшафты с лиственничными редколесьями и темнохвойная тайга с небольшим присутствием ильма.

Аналогичные палиноспектры получены Ю.А. Микишиным и И.Г. Гвоздевой [16] из слоя песка в скважине 26-Н (столб воды 4,4 м), пробуренной в центральной части пролива, соединяющего Амурский и Угловой заливы. Выделенная из погребенной почвы в интервале глубин 13,5–13,1 м радиоуглеродная дата составила $25\,465 \pm 260$ л. н. ($30\,400 \pm 439$ кал. л. н.) (СОАН-7769). Спорово-пыльцевые спектры свидетельствуют о широком развитии лиственнично-березовых лесов.

МИС 2. Продолжившееся усиление суровости климата, происходившее в условиях сартанского оледенения [12], хорошо отражено в спорово-пыльцевых спектрах, выделенных из пачки переслаивающихся супесей, суглинков и гравелистых песков в разрезе 6204 на глубинах 9,1–3,7 м (ПК 4) (см. рис. 2) и 6205 в интервале глубин 6,9–2,2 м (ПК 1) (см. рис. 3, табл. 2). Палиноспектры характери-

зуют значительно более холодные, чем современные, климатические условия, отвечающие ледниковой фазе МИС 2. Данные выводы подтверждаются результатами радиоуглеродного датирования древесных остатков из слоя супеси разреза 6205 на глубине 6,9 м — $17\,990 \pm 200$ л. н. ($21\,673 \pm 448$ кал. л. н.) (Ки-3293). В экосистемах доминировали березовые редколесья, вероятно, с высокой долей лиственницы и с участием ели, а также участки сфагновых болот с кустарниковой березкой.

Схожие результаты, свидетельствующие о холодном климате, получены также из слоя супеси с включениями растительных остатков на глубине 5,1 м скважины 579. Возраст отложений по результатам радиоуглеродного датирования составил $17\,840 \pm 200$ л. н. ($21\,402 \pm 453$ кал. л. н.) (Ки-2166) [15]. По данным карпологического анализа (заключение Ф.М. Величкевич), в это время на Приханкайской равнине господствовала таежная флора, что свидетельствует о развитии в гляциальный период позднего плейстоцена обширных марей и болот с елью аянской, лиственницей и ерниками. Ниже по разрезу 6205 из погребенной древесины в пачке песков на глубине 5,7 м получена радиоуглеродная дата $14\,800 \pm 100$ л. н. ($18\,138 \pm 288$ кал. л. н.) (Ки-3294) (см. рис. 3, табл. 2), соответствующая ньяпской стадии сартанского оледенения в Сибири [12].

Увеличение доли пыльцы темнохвойных растений около 12 000 л. н. указывает на осадконакопление в условиях наступающего интерстадиала. Выделенные радиоуглеродные датировки по погребенной древесине с глубины 4 м разреза 6205 ($12\,300 \pm 100$ л. н.) ($14\,459 \pm 361$ кал. л. н.) (Ки-3298) и слоя супеси, вмещающего древесные остатки с глубины 4 м разреза 6204 ($11\,270 \pm 80$ л. н.) ($13\,173 \pm 112$ кал. л. н.) (Ки-3343) (см. рис. 2, табл. 2), свидетельствуют, что осадконакопление происходило в условиях кокоревского интерстадиала сартанского оледенения позднего плейстоцена [12].

МИС 1. Глобальное потепление климата, произошедшее в начале голоцена, заметно отразилось на таксономической структуре спорово-пыльцевых спектров разрезов 6204 и 6205. В это время в низкопорядковых водотоках нижнего течения р. Бикин формировались высокие пойменные террасы, превышение которых в настоящее время над урезом воды в межень достигает 2,5–3 м, а также надпойменные террасы, сложенные суглинками и супесями, нередко гумусированными.

Состав ПК 5 (разрез 6204) и ПК 2 (разрез 6205) отражает появление в ландшафтах широколиственных растений (см. рис. 2, 3). Наряду с этим в днище долины реки сохранялись экосистемы марей, темнохвойных лесов и, вероятно, лиственничных редколесий. Данные о возрасте отложений подтверждаются радиоуглеродной датой 9270 ± 60 л. н., полученной с глубины 1,8 м из слоя суглинка с древесными остатками в разрезе 6205 (устное сообщение геолога ПГО «Приморгеология» Б.И. Павлюткина) (см. табл. 2). Раннеголоценовая фаза седиментации завершилась формированием лугово-болотной почвы, перекрывающейся торфяником. Схожие палиноспектры получены и в междуречье рек Хор и Кия. Возраст отложений по радиоуглероду составил 8890 ± 95 л. н. (СОАН-4454) (9972 ± 166 кал. л. н.) [17].

Продолжившееся потепление климата в среднем голоцене отразилось в структуре растительности нижнего течения р. Бикин и ее притоков. По разрезам надпойменных террас р. Алчан из слоя песка с растительными остатками (разрез 6010, глубина 1,7 м) и р. Бурлитовки (разрез 6056, глубина 2,9 м) получены радиоуглеродные датировки 6660 ± 70 л. н. (7537 ± 52 кал. л. н.) (Ки-3269) и 6090 ± 70 л. н. (6988 ± 116 кал. л. н.) (Ки-3256) соответственно (см. табл. 2) [18, 19]. Свидетельства теплых климатических условий установлены и в долине р. Раздольной Юго-Западного Приморья. Возраст отложений в разрезе 4005 составил 6530 ± 75 л. н. (7434 ± 74 кал. л. н.) (Ки-2359) [20]. В палиноспектрах доминирует пыльца умеренно-термофильных растений, что свидетельствует о широком развитии полидоминантных лесов.

В условиях максимального потепления (главный оптимум голоцена) проходил следующий этап развития экосистем, зафиксированный в ПК 6 (разрез 6204) (см. рис. 2) и ПК 3 (разрез 6205) (см. рис. 3). В это время отмечено начало торфообразования, установленного по радиоуглеродной дате 5120 ± 80 л. н. (5859 ± 94 кал. л. н.) (Ки-3372), выделенной из основания слоя торфа с глубины 0,8 м в разрезе 6205 (см. табл. 2). Торфонакопление происходило в течение среднего и позднего голоцена, включая завершающую стадию атлантического периода. В ландшафтах доминировали дубово-широколиственные леса с участием хвойных растений. Основными лесообразующими породами были дуб, ильм, орех, ясень, а также береза обыкновенная. Подчиненное положение имели сосна корейская и ель. Схожие палинологические данные получены и из слоя супеси с прослоями гальки в интервале глубин 1,74–1,65 м разреза 08/20-2008 [19, 21], а также в междуречье рек Хор и Кия по радиоуглеродной дате (5410 ± 70 л. н.) (6177 ± 98 кал. л. н.) (СОАН-4718) [17].

В это время происходили глубокие перестройки прибрежных ландшафтов, связанные с интенсивным эрозионным и аккумулятивным воздействием реки, на что указывает комплекс пойменных

диатомей, выделенный инженером ПГО «Приморгеология» Е.И. Царько в интервале глубин 1,2–0 м разреза 6010. В его составе преобладают: аулакозира итальянская (*Aulacoseira italica* (Ehr.) Sim.), актинелла бразильская (*Actinella brasiliensis* Grun.), эвнотия однозубая (*Eunotia formica* Ehr.) и ханкайская (*Eunotia monodon* var. *hankensis* (Skv.) Sheshuk.), ставронеис двуглавый (*Stauroneis anceps* Ehr.) и пурпурный (*S. phoenicenteron* Ehr.), селлафора американская (*Sellaphora americana* (Ehr.) D.G. Mann.), пиннулария зеленая (*Pinnularia viridis* (Nitzsch.) Ehr.).

Признаки похолодания [12], произошедшего, вероятно, в конце среднего голоцена, отмечены в палиноспектрах, выделенных из слоя суглинка в интервале глубин 0,38–1,15 м разреза 08/20–2008 [19, 21]. Они отражают сокращение сосново-широколиственных и развитие мелколиственных и темнохвойных лесов с участками ерников. Из растительности исчезает орех маньчжурский. Снижение теплообеспеченности 3720 ± 100 л. н. (4089 ± 145 кал. л. н.) (СОАН-4452) зафиксировано также в палиноспектрах отложений в междуречье рек Хор и Кия [17].

Во второй половине позднего голоцена возобновилось потепление, отраженное в палиноспектрах, выделенных из слоя торфа в разрезах 6204 и 6205, в интервалах глубин 0,6–0,2 и 0,4–0,2 м соответственно, а также в пачке песка и суглинка на глубине 0,08–0 м в разрезе 08/20–2008 [18, 19]. В них отмечено высокое содержание пыльцы дуба и сосны корейской, занимавших доминирующее положение в ландшафтах в Средневековый теплый период [22]. В верхней части этой же пачки доля пыльцевых зерен сосны корейской достигает максимума, наряду с чем уменьшается содержание таксонов широколиственных растений. Материалы, свидетельствующие о кратковременном повышении среднегодовых температур в Средневековый теплый период, получены также на севере о. Уруп [23] и на Шкотовском плато в Южном Приморье [24]. В это время при климатических условиях незначительно теплее современных, в нижнем течении р. Бикин происходило формирование низких пойменных террас, высота уступа которых в настоящее время достигает 2 м.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные первые биостратиграфические данные по позднему плейстоцену и голоцену позволили выделить несколько циклов развития природной среды в нижнем течении р. Бикин, соответствующих морским изотопным стадиям 4–1. Установлено, что при похолодании в завершающую фазу МИС 4 широкое распространение имели мари и темнохвойная тайга. Потепление, произошедшее в МИС 3, привело к развитию сообществ березовых лесов с участием широколиственных растений. В ледниковую стадию МИС 2 сформировались березовые редколесья с лиственницей и елью, а также сфагновые болота с кустарниковой березкой.

Ранний голоцен характеризуется значительным повышением среднегодовых температур и схожестью природных условий с МИС 3 [13, 14]. В это время в долину нижнего течения р. Бикин мигрировали элементы современной маньчжурской флоры — сосна корейская, дуб, ильм и др. — основные компоненты современных природных комплексов. Климат межледниковый, за исключением оптимальной фазы голоцена, был близок к современному.

Подобные природные процессы происходили и на океанических островах Дальнего Востока. Так, на о. Шикотан (Южные Курилы) в начале раннего голоцена значительно расширился ареал кедрового стланика (*Pinus pumila* (Pall.) Regel.) [25]. Проведенный анализ палеогеографической обстановки в долине нижнего течения р. Бикин показывает, что основные черты современных ландшафтов заложились в начале раннего голоцена.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (15–05–0171).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Павлюткин Б.И., Пушкарь В.С., Белянина Н.И. Оковитая Н.А., Лобанова Л.А. Голоценовые отложения бассейна р. Раздольной (Юго-Западное Приморье) // Палеогеографические рубежи и методы их изучения. — Владивосток: Изд-во Дальневост. науч. центра АН СССР, 1984. — С. 43–53.
2. Шумова Г.М., Климанов В.А. Растительность и климат позднеледниковья и голоцена прибрежной зоны Северного Приморья // Палеоклиматы позднеледниковья и голоцена. — М.: Наука, 1989. — С. 154–160.
3. Худяков Н.И., Денисов Е.П., Короткий А.М., Кулаков А.П., Никонова Р.И., Чернобровкина Е.И. История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока. Юг Дальнего Востока. — М.: Наука, 1972. — 424 с.

4. **Комаров В.Л.** Введение к флорам Китая и Монголии // Тр. Санкт-Петерб. бот. сада. — 1908. — Т. 29, вып. 1. — 176 с.
5. **Колесников Б.П.** Растительность. Южная часть Дальнего Востока. — М.: Наука, 1969. — 289 с.
6. **Шлотгауэр С.Д., Крюкова М.В.** Современное состояние и перспективы развития системы особоохраняемых природных территорий с целью устойчивого развития природных комплексов бассейна р. Хор // Материалы IX Дальневост. конф. по заповедному делу. — Владивосток: Дальнаука, 2010. — С. 477–482.
7. **Bassinot F.C., Labeyrie L.D., Vincent E., Quidelleur X., Shackleton N.J., Lancelot Y.** The astronomical theory of climate and the age of the Brunnes-Matuyama magnetic reversal // Earth Planet. Sci. Lett. — 1994. — Vol. 126. — P. 91–108.
8. **Молодьков А.Н., Болиховская Н.С.** Климатостратиграфическая схема неоплейстоцена Северной Азии // Проблемы палеогеографии и стратиграфии плейстоцена: Сб. науч. статей. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 2011. — Вып. 3. — С. 44–77.
9. **Короткий А.М., Караулова Л.П., Троицкая Т.С.** Четвертичные отложения Приморья. Стратиграфия и палеогеография. — Новосибирск: Наука, 1980. — 234 с.
10. **Weninger B., Jöris O., Danzeglocke U.** Cologne radiocarbon calibration & paleoclimate research package. CALPAL_A (Advanced) in the Ghost of Edinburgh Edition. — Köln., 2005, 2007 [Электронный ресурс]. — <http://www.calpal-online.de> (дата обращения 10.12.2015).
11. **Гричук В.П.** Методика обработки осадочных пород, бедных органическими остатками, для целей пыльцевого анализа // Проблемы физической географии. — 1940. — Вып. 8. — С. 53–58.
12. **Кинд Н.В.** Геохронология позднего антропогена по изотопным данным. — М.: Наука, 1974. — 256 с.
13. **Величко А.А., Борисова О.К., Зеликсон Э.М., Климанов В.А., Морозова Т.Д., Нечаев В.П., Спасская И.И.** Влияние долго- и короткопериодных климатических колебаний на динамику экосистем (на основе палеоданных за последние 140 000 лет) // Четвертичная геология и палеогеография России. — М.: ГЕОС, 1997. — С. 47–53.
14. **Величко А.А.** Эволюционная география: проблемы и решения. — М.: ГЕОС, 2012. — 563 с.
15. **Белянин П.С., Белянина Н.И.** К эволюции растительного покрова Приханкайской впадины и ее горного обрамления в позднем неоплейстоцене–голоцене (по палинологическим данным) // Тихоокеанская геология. — 2012. — Т. 31, № 2. — С. 96–100.
16. **Микишин Ю.А., Гвоздева И.Г.** Новые данные по стратиграфии четвертичных отложений Амурского залива (Приморский край) // Естественные и технические науки. — 2011. — № 3. — С. 242–245.
17. **Bazarova V.B., Mokhova L.M., Klimin M.A., 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, N 1. — P. 9–19.
18. **Белянина Н.И.** Стратиграфия отложений позднего плейстоцена–голоцена бассейна р. Уссури // Материалы XI Всерос. палинол. конф. «Палинология: теория и практика». — М.: АРЕС, 2005. — С. 31–32.
19. **Белянин П.С.** Развитие геосистем бассейна р. Бикин (Дальний Восток) в среднем и позднем голоцене // География и природ. ресурсы. — 2013. — № 1. — С. 105–111.
20. **Павлюткин Б.И., Белянина Н.И.** Четвертичные отложения Приморья: некоторые итоги систематизации и дальнейшие перспективы изучения // Тихоокеанская геология. — 2002. — Т. 21, № 3. — С. 80–93.
21. **Назаркина А.В., Белянин П.С.** Этапы формирования аллювиальных почв в ландшафтах бассейна реки Бикин в среднем и позднем голоцене (бассейн реки Амур) // Почвоведение. — 2013. — № 12. — С. 1411–1422.
22. **Ledru M.-P., Jomelli V., Samaniego P., Vuille M., Hidalgo S., Herrera M., Ceron C.** The Medieval Climate Anomaly and the Little Ice Age in the eastern Ecuadorian Andes // Climate of the Past. — 2013. — N 9. — P. 307–321.
23. **Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Белянина Н.И., Мохова Л.М.** Проявления малого оптимума голоцена на юге Дальнего Востока // География и природ. ресурсы. — 2014. — № 2. — С. 124–131.
24. **Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Мохова Л.М., Макарова Т.Р., Паничев А.М., Кудрявцева Е.П., Арсланов Х.А., Максимов Ф.Е., Старикова А.А.** Развитие ландшафтов Шкотовского плато Сихотэ-Алиня в позднем голоцене // Изв. РАН. Сер. геогр. — 2016. — № 3. — С. 65–80.
25. **Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Белянина Н.И., Гребенникова Т.А.** Стратиграфия торфяника долины р. Горобец и развитие природной среды о. Шикотан (Малая Курильская гряда) в голоцене // Тихоокеанская геология. — 2008. — Т. 28, № 4. — С. 82–98.

Поступила в редакцию 16 июня 2016 г.