

ПАЛЕОКЛИМАТИЧЕСКАЯ И ПАЛЕОЛАНДШАФТНАЯ ЗАПИСИ В ГОЛОЦЕНОВЫХ
ОТЛОЖЕНИЯХ СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ БИКИН (ПРИМОРЬЕ)

*Н.Г. Разжизгаева¹, Л.А. Ганзей¹, Т.А. Гребенникова¹, Л.М. Мохова¹, А.М. Паничев¹,
Т.А. Копотева², Х.А. Арсланов³, Ф.Е. Максимов³, А.А. Старикова³, В.В. Крупская⁴*

¹ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, ул. Радио 7, г. Владивосток, 690041; e-mail: nadyar@tig.dvo.ru

²ФГБУН Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, ул. Ким Ю Чена 65, г. Хабаровск, 680000

³ФГБОУ ВПО Санкт-Петербургский государственный университет, В.О., 10 линия 33,
г. Санкт-Петербург, 199178

⁴ФГБУН Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН,
Старомонетный пер. 35, г. Москва, 119017

Поступила в редакцию 30 марта 2015 г.

На основе комплексного изучения отложений первой надпойменной террасы проведена реконструкция смен обстановок осадконакопления и хода развития ландшафтов в среднем течении реки Бикин в среднем-позднем голоцене. Накопление аллювиальных фаций происходило в среднем голоцене, наблюдается смена русловых фаций, представленных грубообломочным материалом, пойменными песками, из которых по древесине лиственницы получена ¹⁴C-дата 6900 ± 90 л.н., 7750 ± 90 кал. л.н., ЛУ-7568. Терригенную фазу седиментации завершало формирование монотонной пачки глин, имеющих покровное залегание. Формирование болотного массива в пределах террасы началось около 4000 л.н., выделены этапы и возрастные рамки развития мари. Установлена реакция ландшафтов на потепления и похолодания разной интенсивности и длительности, оценена скорость изменения биотических компонентов. Восстановлены этапы развития долинных и низкогорных ландшафтов, определена их динамика и рубежи перестройки. Выделен период без сильных наводнений, когда снижалась интенсивность летних паводков, вызванных муссонными дождями. Установлен возраст двух палеопожаров и оценена роль пирогенного фактора в развитии ландшафтов.

Ключевые слова: торфяник, голоцен, климатические изменения, палеоландшафты, наводнения, палеопожары, р. Бикин, Приморье.

ВВЕДЕНИЕ

Анализ современного состояния окружающей среды и прогноз ее изменения на ближайшее будущее не возможен без понимания факторов, которые определяли ее развитие и становление в недавнем геологическом прошлом. Юг Дальнего Востока характеризуется сложным сочетанием природных условий, определяемых взаимодействием процессов на границе континент-океан, и отличается наибольшей изменчивостью отдельных компонентов ландшафтов в прошлом, что нашло отражение в их современном облике. С этим во многом связано сложное устройство геосистем разного ранга, природные компоненты которых по-разному реагируют на климатические изменения. Большую роль в развитии ландшафтов региона играют азональные факторы разной природы. В

наибольшей мере разнообразие природных условий на локальном уровне определяет сильная микроклиматическая изменчивость, обусловленная сложным устройством рельефа. Эти факторы предопределяли сохранение биотических компонентов ландшафта в рефугиумах при неблагоприятных региональных условиях, что играло большую роль при изменении границ ландшафтных зон в условиях климатических смен. Несмотря на большое количество исследований по развитию ландшафтов этого региона в голоцене, которые проводились в последние 30–40 лет [9, 16, 18, 19], некоторые районы, включая западный макросклон Сихотэ-Алиня, к настоящему времени недостаточно изучены. Биогеографические исследования последних лет показали, что в центральной части Сихотэ-Алиня наблюдаются значительные изменения био-

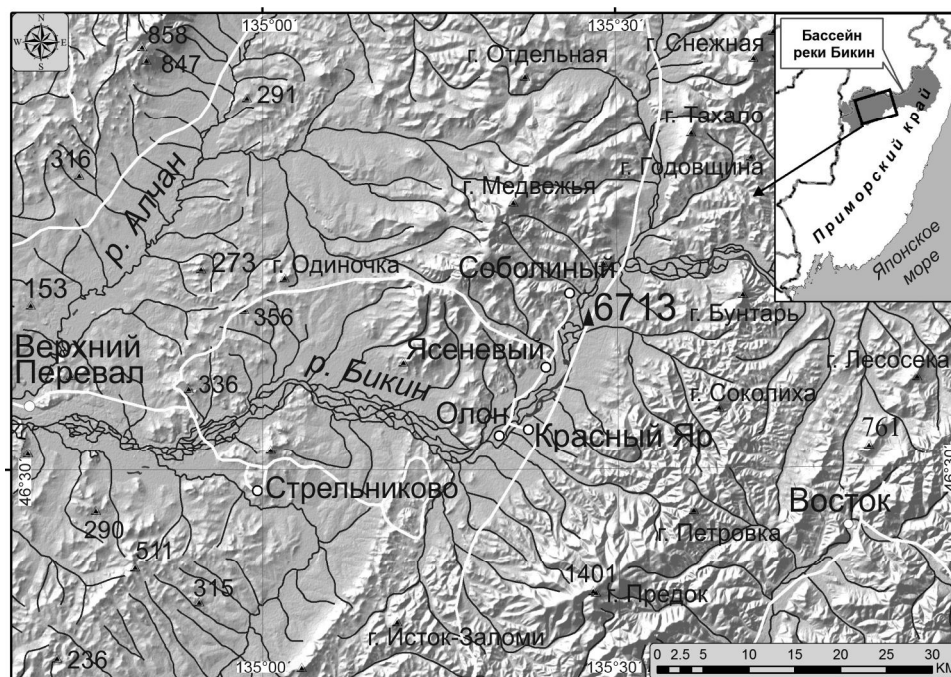


Рис. 1. Схема района работ и положение изученного разреза 6713.

тических компонентов ландшафтов, произошедшие в последние десятилетия [24]. Для понимания тенденций развития природной среды необходимо получить новый палеогеографический материал по развитию природных компонентов в прошлом – при климатических изменениях в голоцене и в историческое время.

Целью статьи является восстановление условий накопления разнофациальных отложений в среднем течении р. Бикин при короткопериодических, разнонаправленных флуктуациях климата среднего-позднего голоцена, оценка скоростей изменения природных компонентов, выделение этапов развития ландшафтов и анализ факторов, ведущих к их перестройке.

Долина р. Бикин имеет широтную ориентировку и пересекает горную страну вплоть до вершинного пояса Сихотэ-Алиня на две относительно самостоятельные горные области [24]. По характеру водного режима р. Бикин относится к дальневосточному типу с выраженным дождевым питанием [8]. Район исследований относится к малоизученной части бассейна р. Амур, который занимает обширную территорию, имеет большую протяженность и пересекает несколько ландшафтных зон. Район исследований находится около границы двух важнейших ботанико-географических зон: горно-южнотаежных и хвойно-широколиственных лесов [14]. По долине р. Бикин широколиственно-кедровые леса аномально поднимаются в зону приводораздельных пространств Сихотэ-Алиня, занятых лесными формациями охотского типа

[24]. В среднем течении р. Бикин на фоне развития широколиственно-кедровых лесов локальные участки занимают пихтово-еловые, кедрово-еловые леса и встречаются уникальные природные сообщества, представленные кустарничково-моховыми марями переходного типа с лиственничниками [1, 5, 14, 34]. Эта территория входит в южную часть ареала лиственницы амурской [10], которую рассматривают как позднеплейстоценовый гибрид лиственниц Гмелина и Каяндера [29]. На марях широко представлены кустарниковая березка (*Betula fruticosa*), багульник, встречено несколько видов сфагновых мхов. Климат района умеренно-континентальный с муссонными чертами, среднегодовая температура в районе пос. Красный Яр изменяется от +0.5 до +1.5°C, средняя месячная температура воздуха в январе составляет -22°C, в августе +20°C, амплитуда между абсолютным минимумом и максимумом составляет 85°. Среднее годовое количество осадков составляет 850–900 мм, большая часть выпадает в июле–сентябре, доля зимних осадков составляет 15–20 % [27, 34].

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В качестве опорного выбран разрез первой надпойменной террасы (высотой 3.5 м над зимним меженичным урезом воды) в среднем течении р. Бикин, расположенный на левом берегу в 15 км выше по течению от поселка Красный Яр (46°40.945' с.ш., 136°10.276' в.д.), окраина урочища Диллалачки (рис. 1, разрез

6713). Терраса сформировалась на участке расширения речной долины (около 5 км) в пределах Среднебикинской депрессии. Выше этого участка в пределах бикинской долины расположен крупный реликтовый массив кедрово-широколиственной тайги, где никогда не велось промышленных рубок [24]. В настоящее время терраса покрыта редким лиственничным лесом (*Larix cajanderi* Mayr) с подлеском из багульника болотного. Верхняя часть разреза (до 0.80 м) представлена торфяником. Через каждые 5 см проведено опробование торфяника и подстилающих органико-минеральных отложений. Пробы из подстилающих терригенных отложений отбирались менее дробно.

Камеральное изучение собранного материала включало литолого-фациальный и биостратиграфические анализы. Гранулометрический состав терригенных отложений, подстилающих торфяник, определялся лазерно-дифракционным методом на приборе «Analysette-22 MicroTec plus» в ТИГ ДВО РАН. Определение минерального состава глин проводилось методом полнопрофильного анализа рентгенодифракционных картин от порошковых препаратов [40] при помощи рентгеновского дифрактометра ULTIMA-IV, Ригаку, Япония, приобретенного в рамках реализации программы развития МГУ им. М.В. Ломоносова (г. Москва). Условия съемки: 40 кВ-40 мА, отфильтрованное медное излучение, диапазон измерений – $3-65^\circ 2\theta$, полупроводниковый детектор нового поколения DTech/Ultra: скорость сканирования – $10^\circ 2\theta$ /минуту. Стратиграфическое изучение включало ботанический, спорово-пыльцевой и диатомовый анализы, выполненные по стандартным методикам [11, 25].

Радиоуглеродное датирование образцов торфа и древесины выполнено в лаборатории СПбГУ (табл.). Образцы торфа (ЛУ-7340-7342, 7560, 7561) и древесины (ЛУ-7568) предварительно были очищены от карбонатов и посторонних гуминовых кислот путем последовательной обработки образцов 2 % растворами HCl и NaOH. Датирование образца оторфованной глины (ЛУ-7343) выполнено по вытяжке гуминовых

кислот горячим 2 % раствором NaOH. Калибровка радиоуглеродных дат в календарные сделана с помощью программы «CalPal». При определении возраста палеоландшафтных смен использованы некалиброванные ^{14}C -даты для сопоставления с ранее опубликованными данными по региону. Для установления хронологии изменений палеоландшафтов наряду с датировками, приведенными в таблице, использованы датировки, полученные путем интерполяции в интервале между двумя датированными радиоуглеродным методом прослоями, формировавшимися с идентичными скоростями торфонакопления. Расчеты отложений приведены в соответствии со стратиграфической схемой голоценовых отложений Приморья [16, 30].

РЕЗУЛЬТАТЫ

В качестве модельного участка для ландшафтных палеорекопструкций выбрана упомянутая выше марь с лиственничником в пределах первой надпойменной террасы с абс. высотой 145–147 м. Марь занимает площадь 0.5×1.0 км. В основании разреза террасы выходят галечники русловой фации (видимая мощность > 0.65 м), перекрытые пойменными песками и супесями (мощность 0.85 м) с тонкими прослоями оторфованного материала. Отложения накапливались в среднем голоцене, о чем свидетельствует ^{14}C -дата 6900 ± 90 л. н., 7750 ± 90 кал. л. н., ЛУ-7568, полученная по древесине лиственницы. Выше залегают очень плотные голубовато-серые глины с зеленоватым оттенком (мощность 0.7 м), толща монотонная, без признаков слоистости и включений оторфованных слоев. В кровле глина коричневатого-серого цвета, слабо гумусированная. Изучение гранулометрического состава глин показало, что частицы < 10 мкм составляют до 59 %, причем фракция < 1 мкм – до 10.8 %. Гранулометрические кривые распределения бимодальные, симметричные, хорошо выражены моды 3–5 и 16–24 мкм, осадок представляет собой смесь хорошо сортированного материала,

Таблица. Список радиоуглеродных дат из разреза отложений первой надпойменной террасы, среднее течение р. Бикин.

Номер образца	Интервал, м	Материал для датирования	^{14}C -возраст, лет	^{14}C -калиброванный возраст, cal BP	Лабораторный индекс, ЛУ
5/6713	0.20–0.25	торф	1080 ± 50	1000 ± 50	7560
9/6713	0.40–0.45	торф	1600 ± 50	1490 ± 60	7340
12/6713	0.55–0.60	торф	1970 ± 140	1940 ± 170	7341
14/6713	0.65–0.70	торф	2040 ± 90	2020 ± 110	7342
16/6713	0.75–0.80	торф	3430 ± 80	3700 ± 110	7561
18/6713	0.85–0.90	оторфованная глина	3820 ± 100	4230 ± 150	7343
1/814	1.95–2.00	древесина	6900 ± 90	7750 ± 90	7568

Примечание. Значения календарного возраста приведены на основании программы «CalPal» 2006 г. Кельнского университета, авторы В. Weninger, O. Joris, U. Danzeglocke (сайт www.calpal.de).

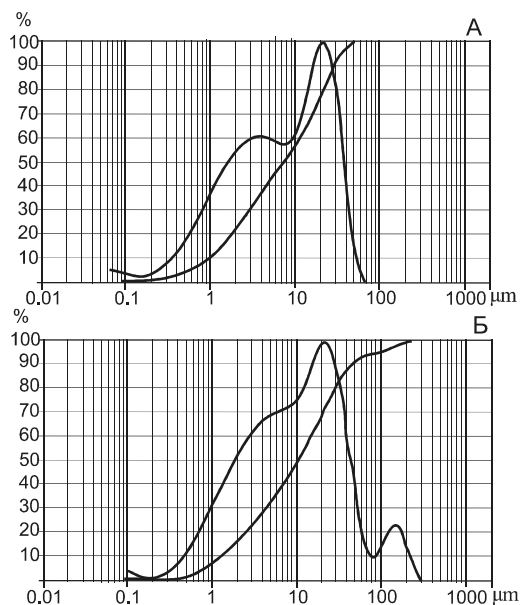


Рис. 2. Типичные кумулятивные кривые и кривые распределения гранулометрического состава глин из разреза первой надпойменной террасы р. Бикин.

А – инт. 1.04–1.18 м, Б – инт. 1.32–1.46 м.

поступившего из двух источников (рис. 2). В нижней части глин наблюдается третья мода более крупных частиц 130–150 мкм, содержание этих фракций невелико (2.3–7 %). По данным рентгеноструктурного анализа, наряду с кварцем (35–42.3 %), плагиоклазами (19.8–33.4 %), калиевым полевым шпатом (до 2.7 %) присутствуют глинистые минералы (31.8–33.8 %). В верхней части встречен аморфный кремнезем (3.4 %). Состав глинистых минералов меняется по вертикали, что говорит о смене источников питания. В нижней части среди глинистых минералов преобладают иллит-сметтит смешаннослойные минералы (13–16 % от веса образца и до 48 % относительно состава глинистых минералов), иллит (13.7–13.1 % от веса образца и до 43 % среди глинистых). В верхней части содержание иллита увеличивается (20 % от веса образца, 63 % среди глинистых минералов), пропадают иллит-сметтит смешаннослойные минералы, при этом смектиты появляются в средней части и их содержание увеличивается вверх по разрезу (8 % от веса и до 24 % среди глинистых). Содержание хлоритов остается практически постоянным (3–4 % от веса или 9–13 % среди глинистых), так как они являются более устойчивыми к трансформационным преобразованиям по сравнению с иллитовыми и смектитовыми минералами.

Верхняя часть разреза сложена оторфованной глиной и торфом (мощность 0.9 м), органогенное осадконакопление началось около 3820 ± 100 л. н.,

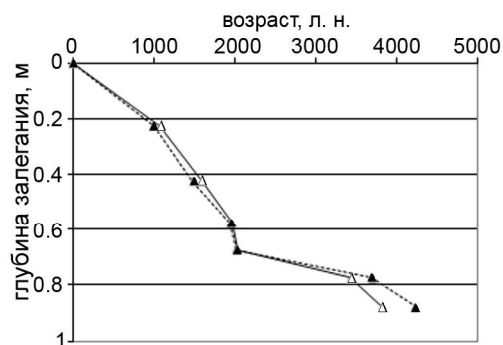


Рис. 3. Распределение радиоуглеродных дат по разрезу торфяника 6713.

Сплошная линия – ^{14}C -даты; пунктирная – калиброванные ^{14}C -даты.

4230 ± 150 кал. л. н., ЛУ-7343. Распределение радиоуглеродных дат по разрезу показывает неравномерные скорости торфообразования (рис. 3). Вначале накапливалась оторфованная глина (0.26 мм/год), в интервале от 3.4 до 2 тыс. л. н. скорости торфообразования были очень низкими (0.07 мм/год). Затем короткий период 60–70 лет скорости резко возросли (до 1.4 мм/год). Довольно высокими (0.41–0.39 мм/год) они были до последнего тысячелетия, после чего снизились до 0.23 мм/год.

Ботанический анализ торфа

В верхней части глинистой толщи среди сохранившихся растительных остатков встречены кора хамедафны (*Chamaedaphne calyculata*) или ольхи, осоки, вейник, хвощ. В оторфованной глине обнаружены остатки трав (50 %), среди которых преобладают осоки, встречены хвощ, пушица, кустарнички (20 %) представлены багульником и хамедафной, кора и древесина (20 %) в основном представлены березой, единично присутствуют остатки сфагновых мхов. Угlistые частицы составляют 10 %. Растительность представлена березняком кустарничково-осоково-хвощевым.

В основании торфяника (инт. 0.75–0.80 м) встречен сильно разложившийся (степень разложения 80–90 %) травяно-древесный низинный торф (рис. 4). Среди остатков трав (40 %) преобладают осоки, много хвоща, пушицы, кора и древесина лиственницы и березы составляют 40 %, кустарнички представлены багульником и хамедафной. Выше по разрезу (инт. 0.70–0.75 м) в высоко разложившемся травяном торфе (степень разложения 70 %) исчезают остатки древесной растительности, травянистые составляют 85 %, кустарнички – 15 %, состав видов не изменяется.

Степень разложения торфа в инт. 0.65–0.70 м, который формировался около 2040 ± 90 л. н.,

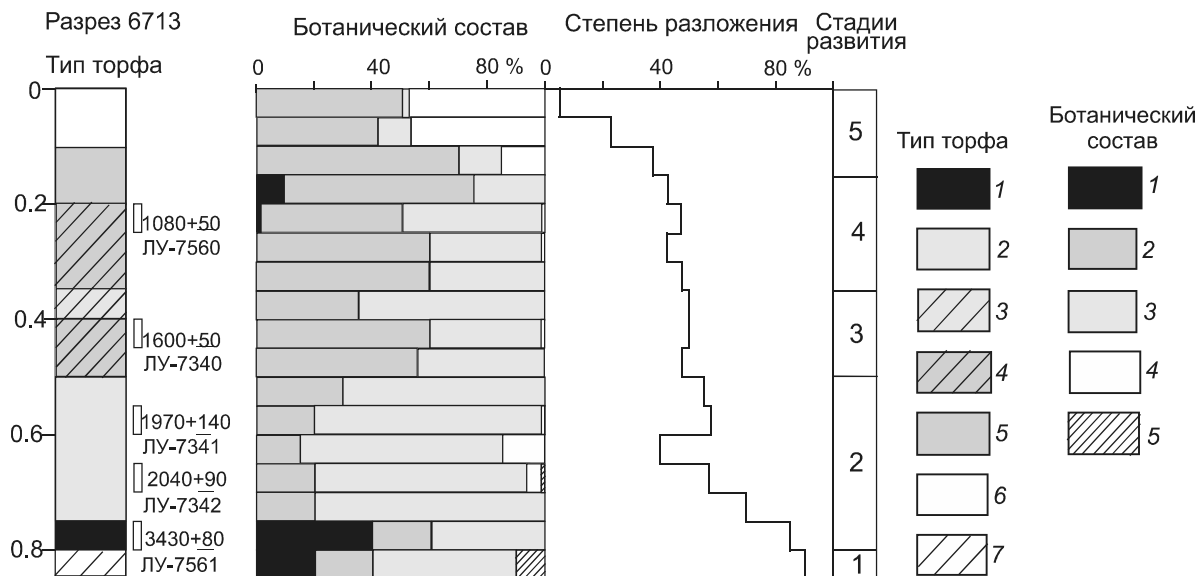


Рис. 4. Ботанический состав и степень разложения торфа в разрезе 6713, первая надпойменная терраса, среднее течение р. Бикин.

Типы торфа в разрезе: 1 – травяно-древесный, 2 – травяной, 3 – кустарничково-травяной, 4 – травяно-кустарничковый, 5 – кустарничковый, 6 – сфагново-кустарничковый, 7 – минерально-органогенный горизонт. Ботанический состав растений-торфообразователей и углей: 1 – древесные, 2 – кустарнички, 3 – травы, 4 – мхи, 5 – угли. Стадии развития мари: 1 – начало заболачивания поверхности террасы, формирование органо-минеральных отложений, 2 – евтрофная, 3 – переходная евтрофная-мезотрофная, 4 – мезотрофная, 5 – переходная мезотрофная-олиготрофная.

2020 ± 110 кал. л. н., ЛУ-7342, снижается до 55–60 %. Состав растений-торфообразователей меняется незначительно, встречены три вида осок, в том числе *Carex schmidtii*, появляются бриевые мхи (5 %). Отмечено наличие углей, которые являются следами пожаров.

В инт. 0.50–0.65 м выходит травяной низинный хорошо разложившийся торф (степень разложения от 40 до 60 %). В составе торфообразователей помимо ранее перечисленных встречены кустарниковая береза, вейник, манник (*Glyceria spiculosa*), древесина лиственницы (до 5 %), сфагновые мхи. В данном интервале много остатков пушицы (*Eriophorum russeolum*, *E. latifolium*), хвоща. Среди бриевых мхов (до 15 %) встречены представители рода *Fontinalis*, характерные для сильно обводненных местообитаний, указывающих на то, что торф в этот период накапливался в условиях высокой обводненности.

Выше (0.40–0.50 м) залегает хорошо разложившийся (45–50 %) травяно-кустарничковый торф переходного-низинного и переходного типов. Возрастала роль кустарничков (55–60 %), среди которых появляется клюква. Много остатков хвощей (*Equisetum fluviatile*, *E. palustre*). Встречены единичные остатки коры лиственницы и сфагновых мхов.

Кустарничково-травяной торф переходного-низинного типа, выходящий в инт. 0.35–0.40 м, формиро-

вался также в сильно обводненных условиях. Степень разложения 50 %. Сокращается доля остатков кустарничков (35 %), представленных клюквой и хамедафной; среди травянистых (60 %) преобладают осоки, в том числе *Carex schmidtii*, вейник, ирис, предположительно встречен белокрыльник. Кора и древесина лиственницы составляют 5 %.

В инт. 0.20–0.35 м залегает средне-хорошо разложившийся (40–50 %) травяно-кустарничковый переходный торф, сложенный остатками кустарничков (50–60 %) – много клюквы, хамедафны, среди трав встречен касатик, в верхней части интервала – вейник и редкие остатки лиственницы.

Средне-хорошо разложившийся (степень разложения 40–45 %) кустарничковый переходный торф, выходящий выше (0.15–0.20 м), состоит из остатков кустарничков (65 %), среди которых появляется багульник болотный; среди трав преобладают осоки (*Carex globularis*, *C. middendorffii*, возможно *C. vesicaria*), встречен вейник, много хвои, коры и древесины лиственницы (10 %).

Выше по разрезу (0.10–0.15 м) уменьшается степень разложения торфа (35–40 %), в составе кустарничков (70 %) исчезает клюква, среди трав преобладают вейник незамечаемый (*Calamagrostis neglecta*), осока шаровидная (*Carex globularis*). Среди торфообразователей появляются сфагновые мхи – *Sphag-*

num magellanicum (15 %). Кровля торфяника сложена слабо разложившимся (20–25 %) сфагново-кустарничковым торфом, состоящим из остатков *Sphagnum magellanicum* (40 %), много корней хамедафны, травянистые представлены пушицей (10 %). Встречены остатки почвенных животных, обитающих в мочажинах (*Callidina angusticollis*) и водоросли.

Диатомовый анализ. В пойменных отложениях из нижней части разреза диатомей не встречены. В глине обнаружены единичные створки диатомей плохой сохранности различной экологической принадлежности (15 таксонов). Найдены виды, характерные для болотных обстановок, такие как *Eunotia glacialis*, *E. praerupta*, *E. bidens*, *Hantzschia amphioxys*, и обычные для озер и рек планктонные *Aulacoseira distans*, *A. granulata*, *A. italica*, а также бентосные *Rhopalodia gibba*, *Navicula semen*, *Cymbella aspera*, *Ulnaria ulna* и другие.

В кровле глинистой толщи и органогенных отложениях обнаружено 142 вида и разновидностей пресноводных диатомей. Ведущее место в составе флоры занимают обрастатели (75 таксонов, составляющих 52.8 % створок), несколько меньше встречено представителей донной флоры (56 таксонов – 39.4 %), планктонных диатомей обнаружено 8 видов из родов *Aulacoseira*, *Cyclotella* и *Discotella*. В список ведущих родов по богатству видов входят: *Eunotia* – 35, *Pinnularia* – 26 и *Gomphonema* – 14. Выделено 6 диатомовых комплексов (рис. 5).

Комплекс 1 (инт. 0.75–1.0 м). Диатомовая флора в этом интервале осадков включает ассоциации диатомей, характерных как для болотных обстановок, среди которых доминируют *Eunotia praerupta*, *E. bidens*, *E. inflata*, *E. diodon*, *E. formica*, *E. serra*, *E. glacialis*, так и обычные для рек и озер планктонные *Aulacoseira distans*, *A. italica*, эпифиты и бентосные *Rhopalodia gibba*, *Cymbella aspera*, *Gomphonema clavatum*, *Epithemia adnata*, *Cocconeis placentula* var. *lineata* и др. Среди доминант также выделяется амфибиальный вид *Pinnularia viridis*. Подобный характер комплекса отвечает условиям заболоченной поймы с частыми наводнениями, где в конце среднего голоцена существовал мелководный водоем (3820 ± 100 л. н., 4230 ± 150 кал. л. н., ЛУ-7343; 3430 ± 80 л. н., 3700 ± 110 кал. л. н., ЛУ-7561).

Комплекс 2 (инт. 0.65–0.75 м) выделяется по появлению таких видов как *Pinnularia episcopalis*, *P. nodosa*, *P. streptoraphe*, *Navicula vulpina*, распространение которых больше приурочено к северным и горным областям, увеличивается содержание *Eunotia monodon*, *E. praerupta*, *Pinnularia brevicostata*, *Gomphonema productum*. Возможно, комплекс фиксирует похолодание в позднем голоцене (2040 ± 90 л. н., 2020 ± 110 кал. л. н., ЛУ-7342). Похоже, что в это вре-

мя не было сильных наводнений – снизилось содержание видов, характерных для текучих вод.

Комплекс 3 (инт. 0.40–0.65 м). Видовое богатство диатомей в осадках значительно снижается, все встреченные виды (*Aulacoseira italica*, *Cymbella aspera*, *Rhopalodia gibba*, *Epithemia adnata*, *Eunotia glacialis*, *E. monodon*, *Nitzschia amphibia*, *Pinnularia viridis* и др.) имеют оценку обилия «единично», что может быть связано с ухудшением условий для обитания диатомей при высоких скоростях торфонакопления в первой половине позднего голоцена (1970 ± 140 л. н., 1940 ± 170 кал. л. н., ЛУ-7341; 1600 ± 50 л. н., 1490 ± 60 кал. л. н., ЛУ-7340). Более частая встречаемость в инт. 0.40–0.50 м таких видов, как *Hantzschia amphioxys*, *Nitzschia amphibia* и сокращение видов, характерных для текучих вод, может косвенно свидетельствовать о снижении степени обводнения долины во время формирования отложений этого интервала (не было сильных наводнений).

Комплекс 4 (инт. 0.25–0.40 м). Осадки в этом интервале имеют хорошую наполняемость створками диатомей, представленных как видами, обычными для рек и озер *Aulacoseira italica*, *Cymbella aspera*, *Epithemia adnata*, *Rhopalodia gibba*, так и характерными для болот *Eunotia formica*, *E. glacialis*, *E. flexuosa*, *Pinnularia brevicostata* и др., численность которых возрастает к кровле слоя. По-видимому, увеличилось обводнение мари, возможно, увеличилась и частота наводнений.

Комплекс 5 (инт. 0.10–0.25 м). В составе диатомей наблюдается резкое снижение видового богатства и упрощение экологической структуры комплекса. Господство приобретают ацидофильные *Eunotia paludosa*, *E. nymanniana*, *E. fallax*, *E. bilunaris*, свидетельствующие о развитии мари в условиях снижения увлажнения в малый оптимум голоцена (1080 ± 50 л. н., 1000 ± 50 кал. л. н., ЛУ-7560).

Комплекс 6 (инт. 0–0.10 м). В кровле торфяника абсолютное доминирование имеет *Eunotia paludosa* и появляется *Chamaepinnularia hassiaca*, показывающие еще большее снижение степени обводненности болота в переходную стадию от мезотрофной к олиготрофной.

Спорово-пыльцевой анализ

Распределение спор и пыльцы по разрезу позволило выделить 10 палинозон, отражающих этапы развития ландшафтов (рис. 6).

Палинозона 1 (инт. 1.6–2.45 м) выделена из пойменных песков и супесей, залегающих в нижней части разреза. Преобладает пыльца древесных пород и кустарников. Наряду с доминированием пыльцы кустарниковых берез и ольхи встречена разнообразная

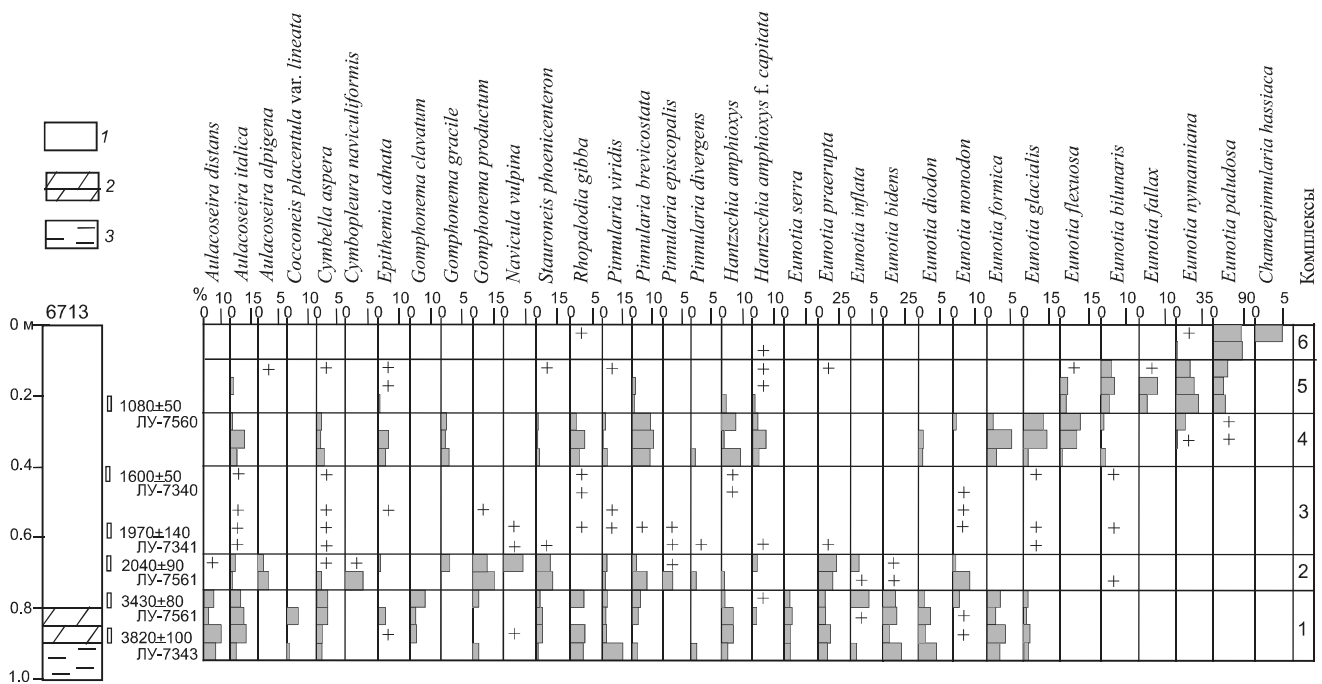


Рис. 5. Распределение диатомей в отложениях первой надпойменной террасы, среднее течение р. Бикин.

1 – торф, 2 – оторфованная глина, 3 – глина.

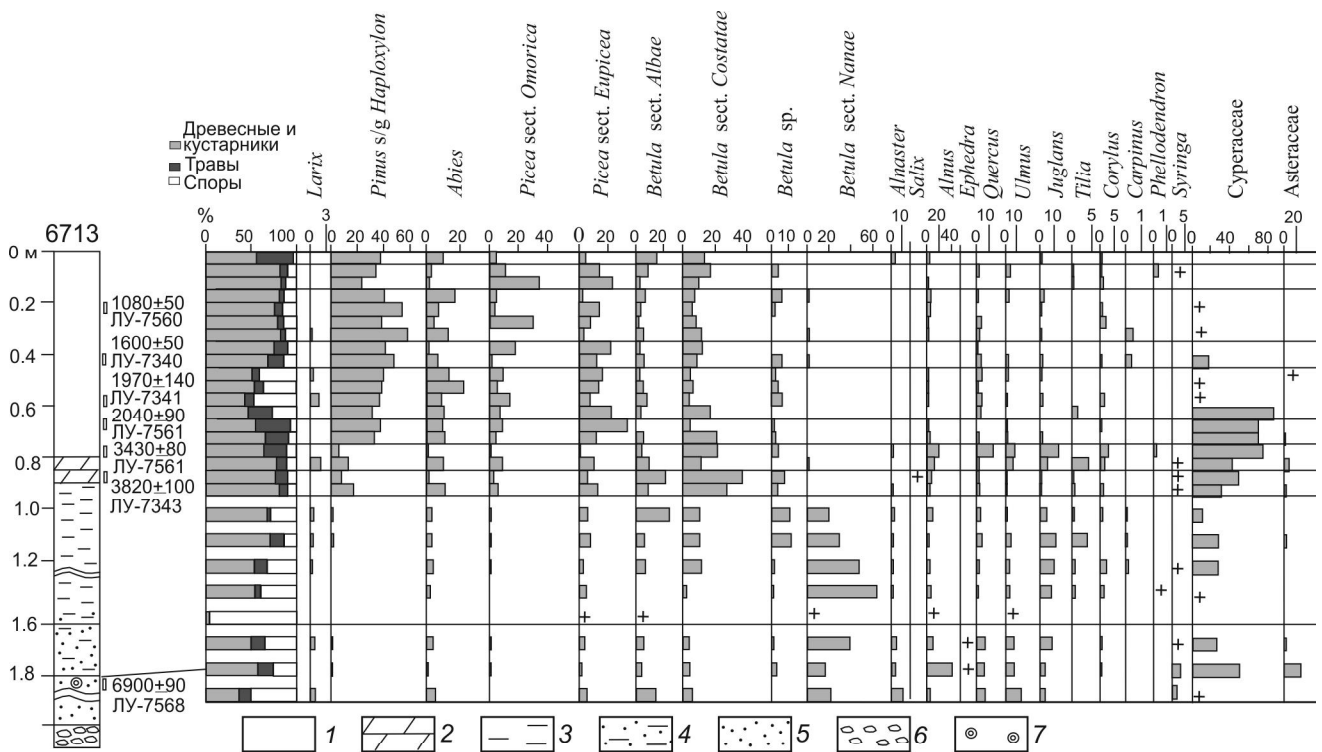


Рис. 6. Спорово-пыльцевая диаграмма отложений разреза первой надпойменной террасы р. Бикин (разрез 6713).

1 – торф, 2 – оторфованная глина, 3 – глина, 4 – алевритистый песок, 5 – песок, 6 – галька, 7 – древесина.

пыльца широколиственных пород (*Quercus*, *Ulmus*, *Juglans*, *Corylus*, *Syringa*), содержание пыльцы других мелколиственных и хвойных незначительно. Отмечена пыльца *Larix*. Среди трав преобладают таксоны, характерных для влажных местообитаний (Суреевые, Ranunculaceae, Polygonaceae) и разнотравье (Аsteraceae, *Artemisia*, Chenopodiaceae). Среди спор в близких пропорциях встречены Polypodiaceae и *Sphagnum*. Палиноспектры отражают развитие в долине в среднем голоцене (¹⁴C-дата 6900 ± 90 л. н., 7750 ± 90 кал. л. н., ЛУ-7568) полидоминантных широколиственных лесов с участием берез и ольхи, заболоченные участки были заняты редкостойными лиственничниками с кустарниковой березой.

Палинозона 2 (инт. 1.0–1.6 м) выделена из горизонта глин. В основании преобладают споры, в основном папоротников, что отвечает пионерным растительным группировкам. Выше в группе древесных и кустарников преобладает пыльца кустарниковой березы (до 63 %). К заключительной стадии накопления глин увеличивается роль березняков (содержание пыльцы древовидных берез возрастает до 47.5 %). Встречена также разнообразная пыльца широколиственных, среди которых появляется *Tilia*, *Carpinus*, *Phellodendron*. Среди хвойных отмечена пыльца *Larix*. Среди пыльцы трав и кустарничков несколько увеличивается роль *Artemisia*, Ericaceae, среди спор – Polypodiaceae, резко снижается количество спор

Sphagnum. По-видимому, палиноспектры фиксируют похолодание на границе атлантик-суббореал и более сухие условия.

Палинозона 3 (инт. 0.85–1.0 м), выделенная из оторфованной глины, характеризуется лесными спектрами. Среди древесных пород резко повышается доля пыльцы древесных берез (*Betula* sect. *Costatae* – до 37.9 %, *B.* sect. *Albae* – до 22.3 %, *Betula* sp. – до 8.3 %), увеличивается содержание пыльцы хвойных. В группе трав и кустарничков существенно выросло содержание пыльцы представителей семейства Ericaceae (до 53 %), среди спор – теплолюбивых папоротников рода *Osmunda*, в кровле – *Sphagnum*. Палиноспектры отражают более широкое развитие березняков в среднем течении р. Бикин в начале суббореала (3820 ± 100 л. н., 4230 ± 150 кал. л. н., ЛУ-7343), в покрове были развиты вересковые кустарнички, поверхность глинистой толщи начала заболачиваться.

Палинозона 4 (инт. 0.75–0.85 м) из кровли оторфованных глин и основания торфяника отличается снижением роли берез и увеличением роли широколиственных (в сумме до 41.5 %), что свидетельствует о развитии полидоминантных широколиственных лесов с участием берез, в покрове лесов преобладали папоротники. На плохо дренированных участках долины сохранялись благоприятные условия для развития лиственничников. Встречена единичная пыльца водного растения *Potamogeton*, что подтверждает существование небольшого водоема. Климатические условия были теплее современных (3430 ± 80 л. н., 3700 ± 110 кал. л. н., ЛУ-7561).

Палинозона 5 (инт. 0.65–0.75 м) представлена спектрами лесного типа. В группе древесных пород и кустарников резко повышается содержание пыльцы хвойных (*Pinus* s/g *Haploxyylon*, *Abies*, *Picea* sect. *Eupicea*, *P.* sect. *Omorica*) при существенном снижении содержания широколиственных. Увеличилось количество пыльцы травянистых растений, среди которых возросла роль Asteraceae (особенно *Artemisia*), *Sanguisorba*. Спор мало, они представлены исключительно папоротниками. Палиноспектры отражают начало развития в бассейне широколиственно-кедровых лесов с участием берез, расширились площади, занятые темнохвойными в условиях похолодания в позднем голоцене (2040 ± 90 л. н., 2020 ± 110 кал. л. н., ЛУ-7342).

Палинозона 6 (инт. 0.45–0.65 м) отличается резким увеличением количества спор, представленных в основном *Sphagnum*, хотя доля участия сфагновых мхов среди растений-торфообразователей была весьма незначительна. В группе древесных существенных изменений нет, но появляется пыльца *Larix*, несколько возрастает доля *Abies* и широколиственных, что указы-

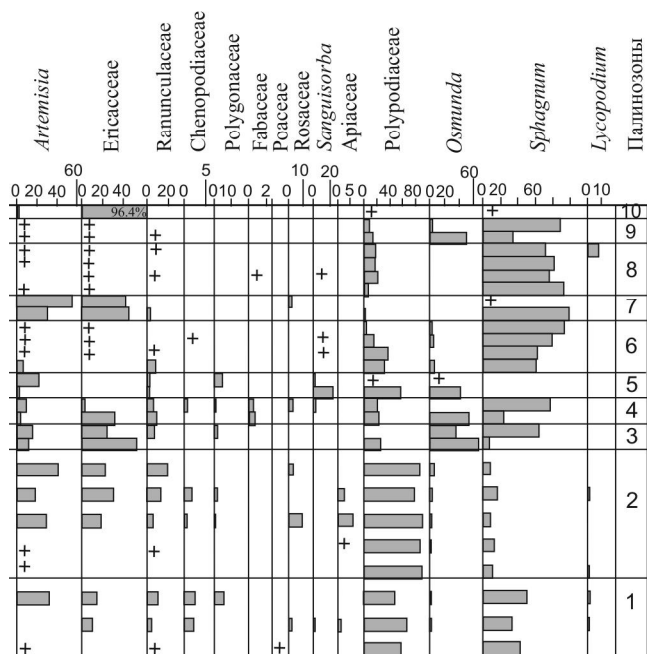


Рис. 6. (Продолжение).

вает на более теплые условия. Пик пыльцы березы может отражать ее развитие после пожара. Сокращается количество пыльцы трав, особенно пыльцы осок, вновь появляется пыльца кустарничков из семейства Ericaceae. Такие изменения в палиноспектрах отражают изменения в пределах болота на завершении евтрофной стадии и переход в мезотрофную стадию в позднем голоцене (1970 ± 140 л. н., 1940 ± 170 кал. л. н., ЛУ-7341).

Палинозона 7 (инт. 0.35–0.45 м) характеризуется сокращением количества спор и отражает изменение локальной растительности – болото перешло в мезотрофную стадию развития (1600 ± 50 л.н., 1490 ± 60 кал. л. н., ЛУ-7340). В группе трав и кустарничков резко увеличивается количество пыльцы *Artemisia* и Ericaceae, Rosaceae, среди спор почти исчезают Polypodiaceae.

Палинозона 8 (инт. 0.15–0.35 м) отличается увеличением доли пыльцы *Pinus s/g Haploxyton* и *Abies* и разнообразия широколиственных пород. Пыльцы трав и кустарничков мало, преобладает Ericaceae. Среди спор увеличивается содержание Polypodiaceae, появляется *Lycopodium*. В составе широколиственно-кедровых лесов в малый оптимум голоцена (1080 ± 50 л. н., 1000 ± 50 кал. л. н., ЛУ-7560) увеличивается роль кедра корейского и пихты.

Палинозона 9 (инт. 0.05–0.15 м) выделяется по увеличению содержания пыльцы ели (*Picea sect Omorica* – до 34.7 %, *P. sect. Eupicea* – до 23.6 %) и древесных берез (в сумме до 30.7 %) на фоне уменьшения доли *Abies* и *Pinus s/g Haploxyton*. Среди спор встречено большое количество *Osmunda*. Палиноспектры отражают расширение площади еловых и березовых лесов в среднем течении Бикина на фоне развития широколиственно-кедровых в малый ледниковый период.

Палинозона 10 (инт. 0–0.05 м) выделена для кровли торфяника. Существенно сократилось количество пыльцы древесных пород и кустарничков, меньше встречено пыльцы *Picea*, больше *Abies*. В группе трав и кустарничков доминирует пыльца вересковых кустарничков (Ericaceae – 96.4 %). Палиноспектры отражают современную растительность в этой части бассейна – развитие широколиственно-кедровых лесов, локальные участки заняты кустарничково-моховыми марями с редкостойными лиственничниками.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Участок долины среднего Бикина является наиболее сложным природным образованием в пределах данного бассейна с минимальной нарушенностью геосистем [5]. Комплексное изучение отложений разреза первой надпойменной террасы показало ход развития ландшафтов в среднем течении р. Бикин в

среднем-позднем голоцене и позволило выделить несколько этапов их развития (рис. 7). Разрез находится на участке расширения долины, где происходит активная аккумуляция материала, поступающего с более высоких уровней. Терраса начала формироваться в среднем голоцене, во всех встреченных обнажениях наблюдается смена русловых фаций, представленных грубообломочным материалом, пойменными песками, из которых в изученном разрезе по древесине лиственницы получена ¹⁴C-дата 6900 ± 90 л. н., 7750 ± 90 кал. л. н., ЛУ-7568. В оптимальную фазу среднего голоцена на фоне развития полидоминантных широколиственных лесов с участием дуба, ильма, ореха, лещины, сирени и берез плохо дренированные участки были заняты редкостойными лиственничниками с кустарничковыми березами и папоротниковым покровом, локально встречались травяно-сфагновые болота. На пойме были распространены заросли ольхи. Широколиственные леса с преобладанием дуба монгольского и участием берез были развиты в оптимум голоцена и в нижнем течении рек Бикин [3] и Алчан [4].

Терригенную фазу седиментации завершало формирование монотонной пачки глин, имеющих покровное залегание. Глины сложены частицами алевро-пелитовой размерности, представляющими собой смесь хорошо сортированного материала с двумя хорошо выраженными модами. Накопление таких осадков могло происходить в спокойных условиях седиментации. Диатомовые водоросли здесь не были найдены. Пойменные отложения, представленные суглинками, широко распространены в бассейне р. Амур, где за один паводок может образоваться слой наилка до 20–30 см [21, 22]. В реках Приморья благоприятные условия для осаждения тонких осадков создаются на участках расширения долин [7]. Формирование слоя глин в изученном разрезе происходило в условиях похолодания на границе атлантик-суббореал, о чем свидетельствуют холодные палиноспектры с обилием пыльцы кустарничковой березы. По-видимому, в это время в условиях резкого похолодания и иссушения [16, 18, 23] большие площади в среднем течении р. Бикин были заняты ерниковыми сообществами с преобладанием кустарничковых берез и лиственничниками, сокращались площади, занятые широколиственными лесами. Разнообразие пыльцы широколиственных в палиноспектрах существенно не изменилось. К заключительной стадии похолодания увеличилась роль березняков. Резкое уменьшение площади, занятой широколиственными лесами, в этот временной интервал отмечено и для нижнего течения р. Бикин [3]. Холодные спорово-пыльцевые спектры были встречены в отложениях,

Развитие обстановок осадконакопления			Палеоландшафтные изменения		Климатические изменения	
¹⁴ C тыс. Диатомовые л.н. комплексы	Стадии развития болота	Палинозоны	Палинозоны	Пожары	Пожары	Пожары
0						
6	Марь, дальнейшее снижение увлажнения	5	Кустарничково-сфагновый торф	10	Кедрово-широколиственные леса, локально мари с лиственничниками	Потепление
5	Интенсивное заболачивание, невысокое увлажнение, снижение видового разнообразия диатомей	4	Кустарничковый торф, багульник, осоки, вейник, лиственница	9	Увеличение площади березово-еловых лесов	Похолодание
4	Заболачивание, увеличение частоты наводнений	3	Травяно-кустарничковый торф, клюква, хамедафна, осоки, в верхней части вейник, лиственница (снижаются скорости торфонакопления)	8	Увеличение роли кедра и разнообразия широколиственных	Потепление
3	Постепенное снижение обводнения долины, не было сильных наводнений	2	Кустарничково-травяной торф, сильное обводнение	7	Изменение локальных ландшафтов, увеличение роли кустарничков и полыни	Незначительное похолодание (?)
2	Активное заболачивание, не было наводнений	1	Травяно-кустарничковый торф, клюква, хамедафна, осоки, хвощ, высокое обводнение	6	Увеличение роли пихты и широколиственных, на заболоченных участках - кустарничков	Незначительное потепление
1	Развитие мелководного водоема на заболоченной пойме, частые наводнения	0	Травяной торф, пушица, осоки, хвощ, бриевые мхи, высокие скорости торфонакопления, сильное обводнение	5	Кедрово-широколиственные леса с участием берез, увеличение роли темнохвойных	Похолодание
0			Травяной торф, пушица, хвощ, бриевые мхи, резкое увеличение скорости торфонакопления, слабо поемные условия	4	Полидоминантные широколиственные леса с участием берез, редкостойные лиственничники на плохо дренированных участках	Существенное потепление
0			Травяной торф, преобладают осоки, хвощ, пушица, низкие скорости торфонакопления, слабо поемные условия	3	Увеличение роли березовых лесов	Потепление
0			Травяно-древесный торф, лиственница, береза, осоки, низкие скорости торфонакопления, поемные условия	2	Локально увеличение роли кустарничковых берез	Существенное похолодание
0			Березняк кустарничково-осоково-хвощевой на органико-минеральном субстрате, паводочный режим	1	Полидоминантные широколиственные леса с участием берез, заросли ольхи, локально редкостойные лиственничники	Потепление
0	Аллювиальные обстановки					
7						

Рис. 7. Развитие природной среды и обстановок осадконакопления в среднем течении р. Бикин в среднем-позднем голоцене.

Стадии развития болота: 1 – начало заболачивания поверхности террасы, формирование органоминеральных отложений, 2 – евтрофная, 3 – переходная евтрофная-мезотрофная, 4 – мезотрофная, 5 – переходная мезотрофная-олиготрофная.

выходящих в кровле I надпойменной террасы р. Усури [31].

В начале суббореала в условиях прогрессирующего потепления на толще глин, которая являлась водоупором, началось заболачивание и формирование небольших мелководных водоемов. В долине существенные участки были заняты березовыми лесами, которые первыми из древесных пород начали осваивать поверхность надпойменной террасы. Обнаружена не только пыльца, но и макроостатки древесины и коры берез, указывающие на ее участие в локальной растительности.

Климатические условия около 3625–2725 (¹⁴C) л. н. были теплее современных. Потепление привело к распространению полидоминантных широколиственных

лесов с участием берез с папоротниковым покровом. Плохо дренированные участки долины были заняты лиственничниками. На поверхности террасы началось накопление травяно-древесного торфа с остатками лиственницы и березы. Скорости торфонакопления были чрезвычайно низкие, что привело к накоплению высоко разложившегося торфа.

В конце суббореала–начале субатлантика (2725–2005, ¹⁴C, л. н.) зафиксировано небольшое похолодание. В составе диатомовой флоры широко представлены североальпийские виды. В это время в бассейне р. Бикин начали распространяться широколиственно-кедровые леса с участием берез, увеличилась роль темнохвойных. Существенные изменения произошли в локальной болотной растительности, на-

чал накапливаться низинный травяной торф в слабо поемных условиях. Практически не было сильных наводнений. В разрезе зафиксированы следы пожара. Похолодание около 2.5 тыс. л. н. отмечено для нижнего течения р. Бикин, где также в составе растительности горного обрамления повышается роль кедра корейского [3].

В первой половине субатлантика (2005–1600, ^{14}C л. н.) в составе лесной растительности в среднем течении р. Бикин увеличивалась роль пихты и широколиственных, что, возможно, свидетельствует о незначительном потеплении. Болотный массив развивался в условиях высокого обводнения и вступил в переходную стадию развития от евтрофных к мезотрофным условиям, существенно возросла роль кустарничков (багульник, кустарниковая береза, хамедафна, появляется клюква). В палиноспектрах наблюдается пик содержания спор, представленных в основном сфагновыми мхами. Макроостатков сфагновых мхов не было обнаружено, но не исключено, что они участвовали в болотной растительности. Резко повышаются скорости торфонакопления. К концу выделенного периода отмечена тенденция к снижению обводнения мари. Можно предположить, что снижалась и частота наводнений.

Изменения в растительности мари произошли около 1600–1340 (^{14}C) л. н. На болоте стало больше вересковых кустарничков, степень обводнения оставалась высокая. В составе травянистых группировок на хорошо дренированных участках была распространена полынь. Существенных изменений в лесных ландшафтах не зафиксировано. С рубежа около 1470 (^{14}C) л. н. в долине увеличивается частота наводнений.

Увеличение содержания и разнообразия пыльцы широколиственных пород в торфе, сформировавшемся 1340–648 (^{14}C) л. н., свидетельствует о потеплении (малый оптимум голоцена). В это время в составе кедрово-широколиственных лесов увеличилась роль кедра корейского и пихты. В настоящее время появление и распространение молодого подроста кедра корейского, связанного с потеплением, отмечено в верхнем течении р. Бикин с конца 1980-х годов [24]. Основными растениями-торфообразователями на мари являлись кустарнички – клюква, хамедафна, среди трав наряду с преобладанием осок возрастает роль вейника. Постепенно увлажненность болотного массива снижается, в составе растительности появляется багульник, болото зарастает лиственницей.

Похолодание, которое сопоставляется с малым ледниковым периодом, выделяется в интервале 648–216 (^{14}C) л. н. В это время в среднем течении р. Бикин наряду с развитием широколиственно-кедровых лесов

увеличиваются площади, занятые еловыми и березовыми лесами. Существенные изменения происходят в развитии болотного массива, где среди растений-торфообразователей большую роль начинают играть сфагновые мхи (*Sphagnum magellanicum*), количество которых особенно возрастает последние 430 лет. Снижается степень обводнения болота. С малого ледникового периода марь начинает приобретать современный облик.

Последние 200 лет развитие ландшафтов отражает некоторый тренд потепления, в бассейне доминируют широколиственно-кедровые леса с большим набором широколиственных видов, локально встречаются пихтово-еловые, кедрово-еловые леса, на участках развития горизонтов глины развиты кустарничково-сфагновые мари с редкостойными лиственничниками.

Основным фактором, который определял ход развития ландшафтов в бассейне р. Бикин в среднем-позднем голоцене, являлись климатические изменения. Выделяется несколько теплых и холодных фаз, которые определили динамику и перестройку ландшафтов в пределах бассейна среднего Бикина. Дифференциацию природно-территориальных комплексов в долине, связанную с формированием первой надпойменной террасы, определили аккумулятивные процессы в первой половине среднего голоцена, когда уровень реки был выше. Оптимум голоцена в изученном разрезе не зафиксирован, поскольку накапливались аллювиальные фации, и, скорее всего, ему отвечает перерыв в осадконакоплении. Потепление в атлантике в Приморье и в Нижнем Приамурье также отличалось высоким увлажнением [16, 18, 23, 38]. Наиболее существенное потепление в последние 4000 (^{14}C) лет произошло во второй половине суббореала. Для Приморья наиболее теплая фаза выделяется около 3500 (^{14}C) л. н. [17, 18]. Для Среднего Амура (Амуро-Зейское междуречье) в этот временной интервал выделено три пика тепла около 3650, 3450, 2650 (^{14}C) л. н., максимальное повышение среднегодовой температуры около 3450 (^{14}C) л. н. оценивается около 2°C выше современных значений [12]. Незначительное потепление, зафиксированное в изученном нами разрезе, в первой половине субатлантика, также проявилось на Среднем Амуре, где максимальные потепления, когда средние температуры были выше современной, выделены около 2100, 1950, 1700 л. н. [12]. Более ярко в бассейне р. Бикин проявилось потепление во второй половине субатлантика, который охватывает и малый оптимум голоцена. Для Среднего Амура в этом же временном интервале выделены четыре теплых фазы около 1450, 1250, 900, 650 л. н. с максимальным повышением среднегодовой температуры до $+1.5^\circ\text{C}$, к концу малого оптимума снижалось

среднегодовое количество осадков. [12]. Потепление в интервале 1800–800 л. н. фиксируется и в Нижнем Приамурье [37]. Потепление малого оптимума ярко проявилось в Приморье [17–19] и других районах юга Дальнего Востока [28].

Наиболее ярко в среднем течении р. Бикин проявилось похолодание на границе атлантик-суббореал, хорошо выраженное и в других районах юга Дальнего Востока [16–18]. Палеоклиматические реконструкции, проведенные для Среднего Амура, оценивают понижение среднегодовой температуры до 1.5°C ниже современной, осадков выпадало меньше на 70 мм [12]. В Нижнем Приамурье в интервале 4500–4000 (¹⁴C) л. н. выделяется холодный период со снижением увлажнения [38]. Аридизация климата привела к снижению уровня озер в степной зоне Трансбайкалья [38]. В Приморье это похолодание проявилось более контрастно, существенно снижалось количество атмосферных осадков [17, 18]. В это похолодание в среднем течении Бикина формировалась толща глин, подстилающих торфяник. Хорошо сопоставляются и данные, полученные по проявлению похолодания в начале субатлантического периода в долине р. Бикин и на Среднем Амуре, где около 2450 (¹⁴C) л. н. среднегодовая температура уменьшилась на 1°C относительно современной, снижалась среднегодовая сумма осадков [12]. Похолодание, сопровождающееся уменьшением осадков, выделено и для района Нижнего Приамурья [38]. Похолодание в раннесубатлантическое время имело глобальный характер и проявилось в разных районах [6, 13, 35, 36, 42, 43]. Начало этого холодного периода, выделенного для района среднего течения р. Бикин, хорошо совпадает с циклом 2 Бонда [39].

Холодные эпизоды, хорошо проявившиеся в бассейне Среднего Амура около 1600, 1400 л. н., в среднем течении р. Бикин практически не зафиксированы, хорошо совпадают данные о некотором уменьшении увлажнения. В бассейне р. Бикин заметно проявилось похолодание малого ледникового периода, которое было ярко выражено в бассейне р. Амур [2]. На Среднем Амуре на протяжении малого ледникового периода выделяется несколько похолоданий разного масштаба около 700, 525, 480 и 290 л. н. с падением среднегодовой температуры до 2°C ниже современной. Климатические условия были суше, чем современные [12, 41]. В Нижнем Приамурье максимальное похолодание отмечается в XIV–XV веках, выявлена разнонаправленность изменения увлажнения в приморской части бассейна Амура и во внутриматериковой области бассейна [2].

Важным представляется выделение для бассейна среднего Бикина периода, когда не было сильных

наводнений, от 2725 до 1470 л. н., хотя болотный массив был сильно обводнен. Наводнения в бассейнах р. Амур и его притоков связаны с летними паводками, вызванными сильными летними муссонными дождями [8, 22, 32, 33]. Можно предположить, что в выделенный период снижалась интенсивность летних дождевых паводков. Данные по развитию ландшафтов Нижнего Приамурья позволили сделать вывод о снижении интенсивности летнего муссона около 2500 л. н. [38]. Увеличение гумификации торфа, обусловленное уменьшением увлажнения около 2000 л. н., отмечено в разрезе торфяника около г. Благовещенск [41].

Изученный болотный массив в среднем течении р. Бикин можно отнести к группе первичных болот на первой надпойменной террасе, но по времени образования и путям развития он несколько отличается от болот Нижнеамурских низменностей, формирование которых охватывало весь голоцен и ход развития во многом контролировался термокарстовыми процессами [26]. Торфяник начал формироваться на среднеголоценовых аллювиальных отложениях в условиях прогрессирующего потепления около 4000 (¹⁴C) л. н. Заблачивание шло в притеррасном понижении в условиях периодического паводочного режима, где образовались кустарничково-моховые болота с пушицей, типичные для террас Среднеамурской низменности [20, 34]. Судя по стратиграфии торфяника, растительный покров болота на первом этапе эволюции состоял из лиственницы с участием березы, кустарничков (багульник, хамедафна), осок, хвоща и пушицы. Евтрофное травяное болото (с преобладанием осок) с низкими темпами торфонакопления формировалось в условиях поемного режима до рубежа 2725 и слабо поемного до 2000 л. н. Осоковая группа фаций характерна для пойменных болот, питание осуществляется аллювиальными и паводковыми водами [26]. После того, как оно вышло из-под влияния периодического затопления речными водами, темпы торфонакопления резко увеличились, т.к. гидрологический режим был сильно обводненным застойным, о чем свидетельствует наличие бриевых мхов, манника, большого количества хвоща. Евтрофный торф формировался около 1970–1725 (¹⁴C) л. н. также в условиях высокого обводнения, но менее застойного гидрологического режима из-за частого колебания уровня грунтовых вод. С этого времени начинается экспансия мезотрофно-олиготрофных кустарничков (багульник, хамедафна, клюква), с постепенным вытеснением травянистых, что говорит об усилении периодичности гидрологического режима (чередование засушливых и переувлажненных периодов), характерного для современного климата Приамурья. Далее развитие идет в рамках классического эндогенного развития с особенностями

ми данной территории, практически без вмешательства пирогенного фактора, возможно благодаря еще и большому влиянию высокого стояния грунтовых вод. В это время питание болотного массива было смешанным. В последующий период с сильными наводнениями, начавшийся около 1470 л. н., произошли изменения в гидрологическом режиме, усилилась роль аллювиальных и паводковых вод в питании болота, о чем свидетельствует увеличение доли евтрофных травянистых среди растений-торфообразователей. В процессе интенсивного торфонакопления происходит довольно резкий переход около 1340 л. н. от мезотрофного кустарничково-травяного к мезотрофному травяно-кустарничковому с потерей лидирующей роли травянистых, усилением доли психрофильных кустарничков. Затем, последние 650 лет, развивается сфагновый ярус, что свидетельствует о начале перехода мезотрофного болота в олиготрофно-мезотрофную стадию. Начало преобладать атмосферное питание. В разрезе зафиксировано только два следа пожаров около 3500 в теплую стадию и 2000 л. н. в похолодание. Влияние пирогенного фактора проявилось, вероятно, в снижении скоростей торфонакопления [15]. Время проявления пожаров хорошо сопоставляется с периодами уменьшения увлажнения в среднем течении р. Амур [41].

В ходе климатических изменений в среднем-позднем голоцене ландшафты бассейна р. Бикин в среднем течении претерпели существенную трансформацию на границе атлантик-суббореал, когда расширились участки, занятые ерниковыми зарослями. Расцвет полидоминантных широколиственных произошел в атлантике и суббореальное потепление. Разнообразная широколиственная флора, представленная в современной растительности, унаследована с тех эпох. Существенная перестройка ландшафтов произошла на рубеже суббореала-субатлантика (около 2725, ^{14}C , л. н.), когда в составе растительности резко увеличилась роль сосны корейской и начали формироваться широколиственно-кедровые леса в условиях похолодания. Последующие малоамплитудные климатические изменения не приводили к коренным перестройкам биотических компонентов, изменялись соотношения доминантов и субдоминантов в растительных группировках – в похолодание увеличивалась роль темнохвойных, в потепление – широколиственных. Из последних палеоклиматических событий, которые повлияли на развитие ландшафтов, можно отметить малый ледниковый период, когда расширились площади березовых и темнохвойных лесов. Долинные лиственничники существовали на протяжении всего рассматриваемого периода и занимали

узколокальные участки на травяных, кустарничково-травяных и кустарничково-сфагновых марях с кустарниковыми березами. Эти сообщества, по-видимому, можно рассматривать, как рефугиумы, оставшиеся от холодных эпох среди формации широколиственно-кедровых лесов, сохранению которых способствуют особые экологические условия, мало благоприятные для поселения других древесных пород.

ВЫВОДЫ

Обстановки осадконакопления, низкогорные и долинные ландшафты в среднем течении р. Бикин прошли сложный путь развития, который в первую очередь определялся ходом разнонаправленных короткопериодических климатических колебаний в среднем-позднем голоцене. Формирование первой надпойменной террасы началось с накопления в атлантический период аллювиальных отложений, четко фиксируется переход от грубообломочных русловых до пойменных фаций, представленных песками и глинами, на которых сформировался торфяник.

Выделены этапы развития мари и определены их возрастные рамки, установлено, что формирование болотного массива началось около 4000 (^{14}C) л. н., евтрофная стадия развития торфяника проходила около 1700 (^{14}C) лет, переход от евтрофных к мезотрофным условиям был длительным – около 380 (^{14}C) лет, мезотрофная стадия длилась около 700 лет, и последние 650 (^{14}C) лет болото вступило в переходную стадию от мезотрофного к олиготрофному.

Выделено 10 этапов развития ландшафтов, обусловленных, в первую очередь, изменением биотических компонентов в ходе потеплений и похолоданий, в потепления увеличивалась роль широколиственных, в похолодания – темнохвойных и березы. Наиболее существенная трансформация ландшафтов произошла в похолодание на границе атлантик-суббореал, в суббореальное потепление и в похолодание на рубеже суббореала-субатлантика (около 2725, ^{14}C , л. н.), когда начали формироваться широколиственно-кедровые леса. Последующие малоамплитудные климатические изменения не приводили к коренным ландшафтными перестройкам. В малый ледниковый период расширились площади, занятые березовыми и темнохвойными лесами. Долинные мари с лиственничниками существовали на протяжении всего рассматриваемого периода, предполагается, что эти сообщества являются рефугиумами, оставшимися от холодных эпох, их сохранению способствовали локальные экологические условия – наличие переувлажненных местообитаний и длительное существование сезонной мерзлоты в условиях торфяника.

Выделен период (2725–1470, ^{14}C , л. н.), когда не было сильных наводнений, по-видимому, снижалась интенсивность летних паводков, вызванных муссонными дождями. Определен возраст двух крупных пожаров, оказавших влияние на развитие локальных ландшафтов.

Авторы выражают благодарность Алисе и Степану Суляндзига (пос. Красный Яр) за помощь в организации экспедиционных работ, Е.П. Кудрявцевой (ТИГ ДВО РАН) за определение основных ландшафтообразующих видов растений на мари, Н.П. Домре (БПИ ДВО РАН) за подготовку проб для спорово-пыльцевого анализа. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант 15-05-00171 и программы «Дальний Восток», грант 15-И-6-097.

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 природ. ресурсы. 2014. № 3. С. 126–134.
3. Белянин П.С. Развитие геосистем бассейна реки Бикин (Дальний Восток) в среднем и позднем голоцене // География и природ. ресурсы. 2013. № 1. С. 105–111.
4. Белянина Н.И. Стратиграфия отложений позднего плейстоцена-голоцена бассейна р. Усури // Палинология: теория и практика. М.: ПИН РАН, 2005. 31 с.
5. Бикин: Опыт комплексной оценки природных условий, биоразнообразия и ресурсов. Владивосток: Дальнаука, 1997. 156 с.
6. Борисова О.К. Ландшафтно-климатические изменения в голоцене // Изв. РАН. Сер. географ. 2014. № 2. С. 5–20.
7. Ганешин Г.С. Геоморфология Приморья. М.: Гостеолтехиздат, 1957. 133 с.
8. Гарцман Б.И. Дождевые наводнения на реках юга Дальнего Востока: методы расчетов, прогнозов, оценок риска. Владивосток: Дальнаука, 2008. 223 с.
9. Голубева Л.В., Караулова Л.П. Растительность и климато-стратиграфия плейстоцена и голоцена юга Дальнего Востока // Тр. ГИН. 1983. Вып. 366. 143 с.
10. Гуков Г.В. Лиственницы и лиственничные леса российского Дальнего Востока. Владивосток: ГТС ДВО РАН, 2009. 350 с.
11. Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные). Л.: Наука, 1974. Т. 1. 400 с.
12. Клименко В.В., Климанов В.А., Кожаринов А.В. Динамика растительности и климата Амуро-Зейского междуречья в голоцене и прогноз их естественных изменений // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 2000. № 2. С. 42–50.
13. Клименко В.В. Холодный климат ранней субатлантической эпохи в северном полушарии. М.: ИЭИ, 2004. 144 с.
14. Колесников Б.П. Растительность // Южная часть Дальнего Востока. М.: Наука, 1969. С. 206–250.
15. Копотева Т.А., Купцова В.А. Пирогенный фактор на маревых болотах Приамурья // Вестн. Сев.-Вост. науч. центра ДВО РАН. 2011. № 3. С. 37–41.
16. Короткий А.М., Караулова Л.П., Троицкая Т.С. Четвертичные отложения Приморья: Стратиграфия и палеогеография. Новосибирск: Наука, 1980. 234 с.
17. Короткий А.М., Гребенникова Т.А., Пушкарь В.С., Разжигаяева 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 кайнозое (миоцен-плейстоцен). Владивосток: ДВО РАН, 1996. 57 с.
18. Короткий А.М., Гребенникова Т.А., Пушкарь В.С., Разжигаяева 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.
19. Короткий А.М. Палинологические характеристики и радиоуглеродные датировки верхнечетвертичных отложений российского Дальнего Востока (низовья р. Амур, Приморье, о. Сахалин, Курильские острова) // Позднечетвертичные растительность и климаты Сибири и Российского Дальнего Востока (палинологическая и радиоуглеродная база данных). Магадан: СВНИЦ ДВО РАН, 2002. С. 257–369.
20. Купцова В.А., Копотева Т.А. Структура фитомассы и продукция торфяных болот Среднеамурской низменности в разных условиях увлажнения // Торфяники Западной Сибири и цикл углерода: прошлое и настоящее: Материалы Четвертого Междунар. полевого симпозиума. Томск, 2014. С. 194–196.
21. Махинов А.Н. Современное рельефообразование в условиях аллювиальной аккумуляции. Владивосток: Дальнаука, 2006. 232 с.
22. Махинов А.Н., Ким В.И., Воронов Б.А. Наводнение в бассейне Амура 2013 года: причины и последствия // Вестн. ДВО РАН. 2014. № 2. С. 5–14.
23. Микишин Ю.А., Петренко Т.И., Гвоздева И.Г., Попов А.Н., Кузмин Я.В., Раков В.А., Горбаренко С.А. Голоцен побережья Юго-Западного Приморья // Науч. обозрение. 2008. № 1. С. 8–27.
24. Паничев А.М., Пикунов Д.Г., Бочарников В.Н., Середкин В.И. Естественные изменения в растительном и животном мире в бассейне р. Бикин, связанные с климатическими факторами // Успехи наук о жизни. 2012. № 5. С. 66–76.
25. Покровская И. М. Методика камеральных работ // Палеопалинология. Л.: Недра, 1966. Т. 1. С. 32–61.
26. Прозоров Ю.С. Болота нижнеамурских низменностей. Новосибирск: Наука, 1974. 211 с.
27. Справочник по климату СССР. Вып. 26. Приморский край. Л.: Гидрометеоздат, 1990. 190 с.
28. Разжигаяева Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Белянина Н.И., Мохова Л.М. Проявление малого оптимума голоцена на юге Дальнего Востока // География и природ. ресурсы. 2014. № 2. С. 124–131.
29. 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.
30. Хершберг Л.Б., Михайлик Е.В., Пушкарь В.С., Вачаев Б.И. Строение, вещественный состав илистой толщи шельфа юга Приморья и перспективы ее освоения // Тихоокеан. геология. 2013. Т. 32, № 2. С. 90–99.
31. Худяков Г.И., Денисов Е.П., Короткий А.М., Кулаков А.П., Никонова Р.И., Чернобровкина Е.И. Юг Дальнего Востока. История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока. М.:

- Наука, 1972. 423 с.
32. Чаков В.В., Климин М.А. Эволюция Среднеамурской низменности и трансформация состава органического вещества торфа // Биохимические и экологические исследования природных и техногенных экосистем Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 1995. С. 126–134.
 33. Шамов В.В., Гарцман Б.И., Губарева Т.С., Макагонова М.А. Исследования гидрологических последствий современных изменений климата в Дальневосточном регионе России // Вестн. ДВО РАН. 2014. № 2. С. 15–23.
 34. Экосистемы бассейна реки Бикин: Среда. Человек. Управление. Владивосток: ДВО РАН, 1997. 176 с.
 35. Arslanov Kh. A., Savelieva L.A., Gey N.A., Klimanov V.A., Chernov S.B., Chernova G.M., Kuzmin G.F., Tertychnaya T.V., Subetto D.A., Denisenkov V.P. Chronology of vegetation and paleoclimatic stages of Northwestern Russia during the Late Glacial and Holocene // Radiocarbon. 1999. V. 41, N 1. P. 25–45.
 36. Arslanov Kh. A., Savelieva L.A., Klimanov V.A., Chernov S.B., Maksimov F.E., Tertychnaya T.V., Subetto D.A. New data on chronology of landscape-paleoclimatic stages in Northwestern Russia during the Late Glacial and Holocene // Radiocarbon. 2001. V. 43, N 2B. P. 581–594.
 37. Bazarova V.B., Klimin M.A., Mokhova L.M., Orlova L.A. New pollen records of Late Pleistocene and Holocene changes of environment and climate in the Lower Amur River basin, NE Eurasia // Quater. Intern. 2008. V. 179. P. 9–19.
 38. Bazarova V.B., Mokhova L.M., Klimin M.A., Kopoteva T.A. Vegetation development and correlation of Holocene events in the Amur River basin, East Siberia, Russia // Quater. Intern. 2011. V. 237. P. 83–92.
 39. Bond G., Sowers W., Cheseby M., Lotti R., Almasi P., de Monocal P., Priore P., Cullen H., Hajidas I., Bonani G. A Pervasive millennial-scale cycles in North Atlantic Holocene and Glacial climates // Science. 1997. V. 278. P. 1257–1266.
 40. Post J.E., Bish D.L. Rietveld refinement of crystal structures using powder X-ray diffraction data // Rev. Miner. Geochem. 1989. V. 20. P. 277–308.
 41. Yu S-H., Zheng Z., Kershaw P., Skrypnikova M. Huang K-Y. A late Holocene record of vegetation and fire from the Amur Basin, Far-Eastern Russia // Quater. Interna. 2015. (In press).
 42. Wanner H., Beer J., Bütikofer J., Crowley T.J., Cubasch U., Flückiger J., et al. Mid- to Late Holocene climate change: an overview // Quater. Sci. Rev. 2008. V. 27. P. 1791–1828.
 43. Wanner H., Solomina O., Grosjean M., Ritz S.P., Jetel M. Structure and origin of Holocene cold events // Quater. Sci. Rev. 2011. V. 30. P. 3109–3123.

Рекомендована к печати Б.А. Вороновым

**N.G. Razzhigaeva, L.A. Ganzei, T.A. Grebennikova, L.M. Mokhova, A.M. Panichev,
T.A. Kopoteva, Kh.A. Arslanov, F.E. Maximov, A.A. Starikova, V.V. Krupskaya**

Paleoclimatic and paleolandscape records of Holocene deposits in the Bikin River midstream, Primorye

On the basis of complex studies of sediments of the first bench above the floodplain, the reconstruction was made on the depositional environment changes and landscape development in the Bikin River midstream during the mid- to late Holocene. The accumulation of alluvial facies occurred in the mid-Holocene, there has been a change in the fluvial facies represented by coarse-grained material, floodplain sands, from which ^{14}C dating of 6900 ± 90 years ago, 7750 ± 90 cal. years ago, LU-7568 has been obtained based on the wood. Clastic phase of sedimentation was completed by the formation of monotonous clay beds with cover bedding. The formation of the wetland massif within the terrace began around 4000 years ago, stages and age limits of the mari development were distinguished. Response of landscapes to warming and cooling of different intensity and duration was determined, and the rate of change of the biotic components was estimated. Stages of the development of lowland and low mountain landscapes were reconstructed by their dynamics and boundaries adjustment. The period without severe floods when summer floods caused by monsoon rains decreased in intensity was identified. The age of two paleofires was established and the role of pyrogenic factor in the development of landscapes was evaluated.

Key words: peatbog, Holocene, climatic changes, paleolandscapes, floods, paleofires, Bikin River, Primorye.