

УДК 551.89(571.63)

РЕАКЦИЯ ЛАНДШАФТОВ ЗАПАДНОГО МАКРОСКЛОНА СИХОТЭ-АЛИНЯ НА КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СРЕДНЕМ–ПОЗДНЕМ ГОЛОЦЕНЕ

© 2016 г. Н.Г. Разжигаева¹, Л.А. Ганзей¹, А.М. Паничев¹, Т.А. Гребенникова¹,
Л.М. Мохова¹, Т.А. Копотева², Е.П. Кудрявцева¹, Х.А. Арсланов³,
Ф.Е. Максимов³, А.А. Старикова³, С.В. Закусин^{4,5}

¹Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток, Россия

²Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, г. Хабаровск, Россия

³Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

⁴Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН,
г. Москва, Россия

⁵Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

Установлена реакция биотических компонентов ландшафтов западного макросклона Сихотэ-Алиня (среднее течение р. Бикин) на изменения климата в среднем–позднем голоцене. Объектом для палеорекопструкций выбрана марь «Красный Яр», развитие которой контролировалось разнонаправленными короткопериодическими изменениями климата. Особенно быстро и часто изменения локальных ландшафтов происходили в последнее тысячелетие. На развитие биотических компонентов и изменение гидрологического режима на болоте влияла близость орографического барьера; динамика увлажнения водосбора во многом контролировала развитие и смену растений-торфообразователей. Выделены несколько стадий развития мари, каждая из которых начиналась с накопления низинного торфа, затем следовала переходная евтрофно-мезотрофная стадия, связанная с увеличением роли атмосферного питания. Установлено, что лиственничники в этой части долины появились не позднее, чем с эпохи похолодания на границе атлантик–суббореал. Кедр корейский появился в составе растительности низкогорья в начале суббореала и стал одной из ведущих лесообразующих пород около 2.6–2.3 тыс. л.н. Отмечено сокращение роли кедра и расширение березовых лесов в первой половине субатлантика, что могло быть связано с пожарами. Широкое распространение широколиственно-кедровые леса получили в малый оптимум голоцена. В малый ледниковый период резко менялись локальные болотные ландшафты, в растительности склонов кардинальных изменений не было. На развитие ландшафтов влияли пожары, на мари возникали производные сообщества с березой в древесном ярусе, выделены периоды увеличения их частоты. Установлены периоды, когда в этой части бассейна часто проходили сильные наводнения.

Ключевые слова: марь, спорово-пыльцевой анализ, диатомовый анализ, ботанический анализ, радиоуглеродное датирование, палеоландшафты, климатические изменения, голоцен, наводнения, пожары, р. Бикин, Сихотэ-Алинь.

Введение

В пределах западного макросклона Сихотэ-Алиня в северной части Приморского края расположена долина р. Бикин – крупного правого притока р. Уссури, имеющего субширотное направление. На этой территории сохранились ландшафты, мало измененные в результате хозяйственной деятельности человека – вырубок, пожаров, охоты и т.п. Здесь развиты широколиственно-кедровые леса, отличающиеся большим видовым разнообразием [Бикин..., 1997]. Наблюдения в бассейне р. Бикин за последние 40 лет выявили существенные естественные изменения в растительном и животном мире, обусловленные, скорее всего, климатическим фактором [Паничев и др., 2012]. Это ставит вопрос, каким образом менялись ландшафты в масштабе последних сотен и тысяч лет в ходе разнонаправленных короткопериодических климатических изменений, ход которых хорошо изучен для восточного макросклона Сихотэ-Алиня и побережья Приморья [Короткий и др., 1997; Короткий, 2002; Хершберг и др., 2013]. В среднем–позднем голоцене здесь выделяется ряд ярких потеплений и похолоданий, для которых установлена хорошая связь с глобальными изменениями климата, проявившихся и в других районах Северного полушария [Клименко, 2009; Палеоклиматы..., 2009; Борисова, 2014]. Для детальных палеоклиматических построений голоцена для западного макросклона Сихотэ-Алиня явно недостаточно хорошо обеспеченных радиоуглеродным датированием палеогеографических данных. Реконструкция развития растительности в ходе климатических изменений голоцена проведена для отдельных участков нижнего течения [Белянин, 2013] и верхнего течения р. Бикин [Алешинская и др., 1980], палеоландшафтных исследований в среднем течении реки не проводилось.

Цель статьи – выделение этапов эволюции ландшафтов среднего течения р. Бикин, оценка скоростей изменений и тенденций развития отдельных природных компонентов. Одна из задач – выяснение роли азональных факторов в развитии геосистем. Интерес к ландшафтам среднего течения р. Бикин связан с тем, что здесь планируется создание национального парка «Бикин» с целью сохранения естественных геосистем в сочетании с традиционным природопользованием коренных народов, проживающих компактными поселениями.

В качестве объектов для палеоландшафтных реконструкций выбраны разрезы торфяников, которые являются одними из наиболее информативных континентальных отложений для изучения реакции биотических компонентов на изменения природной среды. В ходе палеогеографических исследований в 2014 г. проводились работы на ряде болотных массивов в разных частях среднего течения р. Бикин. Марь, наиболее чувствительно реагирующая на воздействие внешних факторов, обнаружена около пос. Красный Яр.

Характеристика района исследования

Марь «Красный Яр» (площадь 0.39×0.48 км) расположена на первой надпойменной террасе (высотой 4.8 м над зимним меженным урезом воды) на левом берегу р. Бикин в 3 км ниже по течению от одноименного поселка на высоте 128 м над ур. моря (рис. 1). В центральной и юго-западной частях марь дренируется низкопорядковыми водотоками. Терраса сформировалась в краевой части Среднебикинской депрессии, в непосредственной близости от участка, где к реке с двух бортов подходят хребты: с севера – Сопки Олонские (высота до 361 м), отроги хребта с отметкой 931 м (гора Медвежья), с юга – отроги хребта с превышением до 508 м (гора Исток-Заломи). На юго-востоке

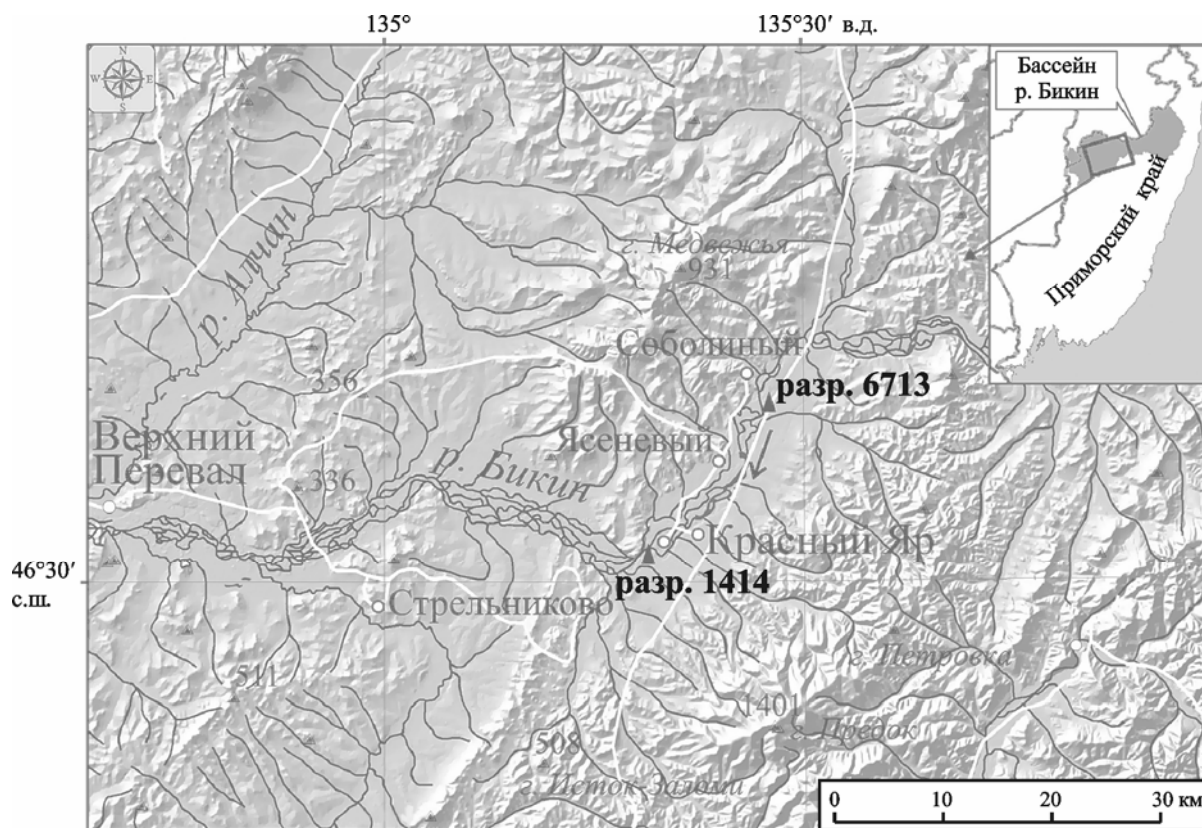


Рис. 1. Схема района работ и положение изученных разрезов

Разр. 1414 – марь «Красный Яр»; разр. 6713 – марь «Диллалакчи» [Разжигалева и др., 2016]

к мари подходят отроги хр. Боголадза (высота до 1401 м). К северу от мари по правому борту реки, активно мигрирующей в пределах 0.3 км, идет аккумуляция обломочного материала с образованием серии разновозрастных кос, стариц и новых русел. Ниже по течению, там, где долина идет вкост геологических структур и пересекает поперечный к ней орографический барьер, уклоны русла уменьшаются, происходит активная аккумуляция обломочного материала.

Река Бикий относится к бассейну р. Амур; по характеру водного режима это типичная река дальневосточного типа с высокой долей дождевого питания [Гарцман, 2008]. Климат района муссонный с чертами континентальности, по данным метеостанции в пос. Красный Яр, среднегодовая температура составляет 0.7 °С, средняя температура воздуха в январе –23 °С, в июле – +20.4 °С, абсолютный максимум (+38 °С) зарегистрирован в июле 1978 г., минимум (–47.3 °С) – в январе 1951 г. Безморозный период составляет 105 дней. Среднее годовое количество осадков – 884 мм, большая часть выпадает в августе (173 мм), минимум – в феврале (16 мм), максимальное суточное количество осадков (141 мм) выпало в августе 1954 г. Преобладают юго-западные ветра (45 %), средняя годовая скорость составляет 1.3 м/с, максимальная – 27 м/с – зафиксирована в мае 1980 г. (сайт в Интернете: www.primgidromet.ru).

Растительность бассейна р. Бикий относится к двум ботанико-географическим областям: Южно-Охотской темнохвойно-лесной и Восточно-Азиатской хвойно-широколиственной лесной [Колесников, 1956б, 1969]. Граница между двумя областями проходит на высотных отметках 550–600 м над ур. моря. К Южно-Охотской темно-

хвойно-лесной области относятся пихтово-еловые и каменноберезовые леса. Кедрово-широколиственные леса, образующие самостоятельный высотный пояс, и леса долин (преимущественно) принадлежат Восточно-Азиатской хвойно-широколиственной области. Полоса широколиственно-кедрово-еловых лесов представляет собой переходную зону между двумя областями.

В пределах рассматриваемой части бассейна развита высотная поясность растительного покрова: пояс каменноберезового криволесья – 1300–1450 м; пояс пихтово-еловых лесов – 800–1300 м; пояс елово-кедровых лесов – 600–800 м; пояс кедрово-широколиственных лесов – 200–550 (600) м. В долине р. Бикин основные площади приходятся на ясенево-ильмовые леса. Каменноберезовые леса развиты в привершинной части горы Предок. Пихтово-еловые леса, в основном зеленомошные, занимают склоны разной крутизны всех экспозиций, отличаются высокой сомкнутостью и полнотой древостоев, наличием или преобладанием пихты белокорой (*Abies nephrolepis*) во втором ярусе и незначительной примесью лиственных пород. Для пихтово-еловых лесов характерна обогащенность видами маньчжурской флоры как следствие длительного соседства и взаимодействий с неморальными хвойно-широколиственными лесами. Широколиственно-кедрово-еловые леса представляют собой переходную полосу между неморальными широколиственно-кедровыми и бореальными пихтово-еловыми лесами. В их составе присутствуют кедр корейский (*Pinus koraiensis*), пихта белокорая, ель аянская (*Picea ajanensis*) при участии значительного числа лиственных: липы амурской (*Tilia amurensis*), березы ребристой (*Betula costata*), кленов. Кедрово-широколиственные леса содержат много лиственных древесных видов: береза ребристая, липы амурская и Таке (*Tilia taquetii*), клены мелколистный, бородчато-нервный, желтый и зеленокорый (*Acer mono*, *A. barbinerve*, *A. ukurunduense*, *A. tegnemosum*), ильм лопастной и японский (*Ulmus laciniata*, *U. japonica*) [Колесников, 1956а]. Дуб монгольский (*Quercus mongolica*) в пределах рассматриваемого бассейна в составе кедрово-широколиственных лесов достаточно редок. Долинные леса составлены широколиственными породами с ильмом японским и ясенем маньчжурским (*Fraxinus mandshurica*), в прирусловой зоне – с тополево-ивовыми лесами и чозениевыми зарослями. В нижнем течении притоков, дренирующих марь, развиты широколиственно-кедрово-еловые леса с елью корейской (*Picea koraiensis*). На геоботанической карте, составленной в 1956 г. [Атлас..., 2005. С. 14], к югу от мари на склонах был выделен крупный массив мелколистного леса, состоящий из березы и осины, который возник по гари на месте широколиственно-кедрово-еловых и широколиственно-кедровых лесов. В настоящее время на этом участке располагаются пихтово-еловые леса с небольшими участками кедрово-еловых лесов и белоберезняков [Атлас..., 2005].

На мари «Красный Яр» развит лиственничник с участием березы кустарниковой (*Betula fruticosa*), багульниками болотным, стелющимся и подбелом (*Ledum palustre*, *L. decumbens*, *L. hypoleucum*), голубикой обыкновенной (*Vaccinium uliginosum*), хамедафне чашечной (*Chamaedaphne calyculata*) и покровом из сфагновых мхов (*Sphagnum rubellum*, *S. girgensohnii*). Встречается клюква болотная (*Oxycoccus palustris*). По краям мари и на небольшом возвышенном участке в ее центре располагаются мелколиственные леса с березой, осиной с травянистым покровом. Систематика лиственниц Дальнего Востока весьма запутанна. Разные исследователи приводят от 1 до 5 видов лиственницы в пределах этой территории. Согласно исследованиям Г.В. Гукова [2009], в бассейне р. Бикин растет два вида лиственницы – лиственница Комарова и лиственница амурская (*Larix komarovii*, *L. amurensis*).

Материалы и методы

Изученный разрез находится на излучине р. Бикин ($46^{\circ} 31.185'$ с.ш., $135^{\circ} 19.462'$ в.д.) и представляет собой естественное обнажение в краевой части обширной мари (см. рис. 1). В верхней части разреза вскрывается торфяник (мощность 1.65 м). Опробование торфяника и подстилающих отложений проведено с шагом 5 см.

Комплексное изучение отложений включало литолого-фациальный и биостратиграфические анализы. Для терригенных отложений, подстилающих торфяник, выполнен гранулометрический анализ лазерно-дифракционным методом (рис. 2) на приборе «Analysette-22 MicroTecplus». Определение минерального состава глин проводилось методом полнопрофильного анализа рентгенодифракционных картин от порошковых препаратов [Post, Bish, 1989] при помощи рентгеновского дифрактометра ULTIMA-IV («Ригаку», Япония). Условия съемки: 40 кВ–40 мА, отфильтрованное медное излучение, диапазон измерений – $3\text{--}65^{\circ} 2\theta$, полупроводниковый детектор нового поколения DТех/Ultra со скоростью сканирования $10^{\circ} 2\theta/\text{мин}$.

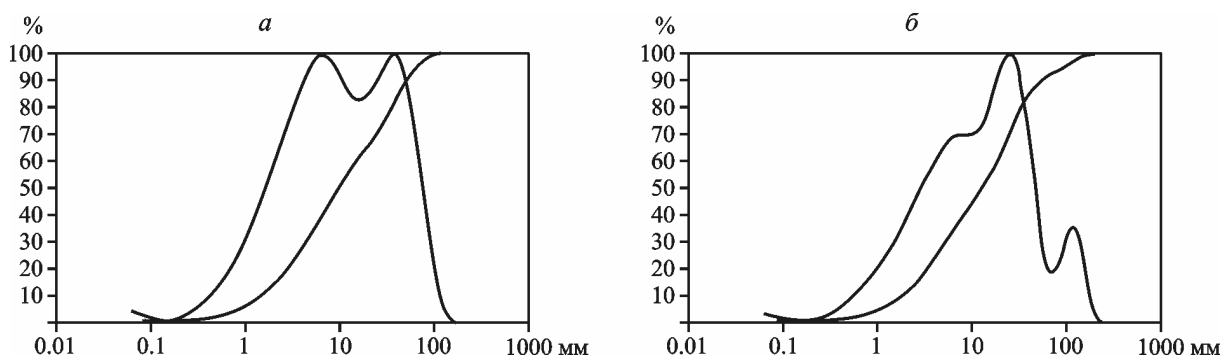


Рис. 2. Типичные кривые распределения гранулометрического состава двух образцов (а, б) глин из разреза первой надпойменной террасы р. Бикин

Стратиграфическое изучение включало ботанический, спорово-пыльцевой и диатомовый анализы, выполненные по стандартным методикам [Покровская, 1966; Диатомовые..., 1974]. Подсчитывалось не менее 300 пыльцевых зерен и спор и более 250 створок диатомовых водорослей. Возраст палеоландшафтных смен определялся на основе данных радиоуглеродного датирования образцов торфа и органоминеральных отложений в лаборатории Института наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета. Образцы торфа предварительно были очищены от карбонатов и посторонних гуминовых кислот путем последовательной обработки образцов 2%-ными растворами HCl и NaOH. Датирование образца оторфованной глины выполнено по вытяжке гуминовых кислот горячим 2%-ным раствором NaOH. Калибровка полученных радиоуглеродных датировок сделана с помощью программы «CalPal». При определении возраста палеоландшафтных смен использованы как некалиброванные ^{14}C -датировки, так и калиброванные, что удобно для сопоставления с ранее опубликованными данными по региону. Для установления хронологии этапов изменений палеоландшафтов и палеоклиматов наряду с датировками, приведенными в табл. 1, использованы датировки, полученные путем интерполяции в интервале между двумя датированными радиоуглеродным методом прослоями, формировавшимися с идентичными скоростями торфонакопления. В изучаемом разрезе выделено шесть таких интервалов, в которых ско-

рость торфонакопления составляет от 0.23 до 1.02 мм/год (табл. 2, рис. 3) Расчленение отложений приведено в соответствии со стратиграфической схемой голоценовых отложений Приморья [Короткий и др., 1980; Хершберг и др., 2013].

Таблица 1. Радиоуглеродная датировка образцов из разр. 1414 «Красный Яр», первая надпойменная терраса, среднее течение р. Бикин

Номер образца	Интервал, м	Материал для датирования	¹⁴ С-возраст, лет	¹⁴ С-калиброванный возраст, cal BP	Лабораторный номер образца
8/1414	0.35–0.40	Торф	320±30	390±50	ЛУ-7553
16/1414	0.75–0.80	Торф	950±30	870±50	ЛУ-7554
20/1414	0.95–1.00	Торф	1130±50	1060±70	ЛУ-7555
28/1414	1.35–1.40	Торф	2700±140	2810±190	ЛУ-7556
33/1414	1.65–1.60	Торф	3370±50	3610±70	ЛУ-7710
37/1414	1.80–1.85	Оторфованная глина	3930±70	4370±110	ЛУ-7557

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

Таблица 2. Скорость формирования торфа и оторфованной глины в разр. 1414 «Красный Яр», вычисленная по данным табл. 1

Интервал, м	Интервал калиброванного возраста, кал. лет	Скорость торфонакопления, мм/год
0–0.4	0–390	1.02
0.4–0.8	390–870	0.83
0.8–1.0	870–1060	1.05
1.0–1.4	1060–2810	0.23
1.4–1.65	2810–3610	0.31
1.65–1.85	3610–4370	0.26

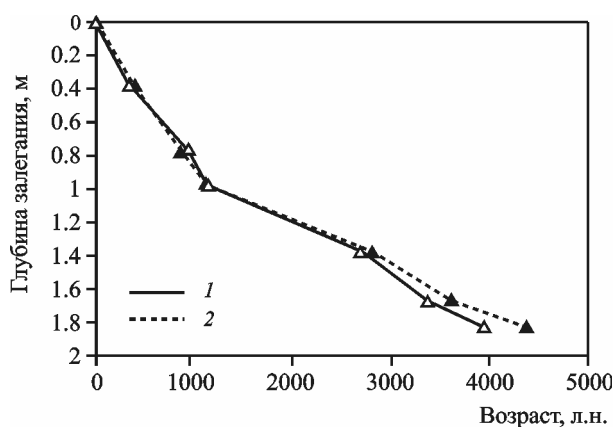


Рис. 3. Распределение радиоуглеродных дат по разр. 1414 «Красный Яр»
1 — ¹⁴С-даты; 2 — калиброванные ¹⁴С-даты

Результаты исследований

В основании разреза выходят аллювиальные отложения базальной фации, представленные галечниками, преобладает мелкая (1–3 см) галька умеренной окатанности (1–2-й класс), заполнитель сложен ожелезненным разнозернистым песком (видимая мощность – 0.3 м). Выше залегает разнозернистый песок, в кровле – заиленный (мощность 0.2 м), перекрытый голубыми с зеленоватым оттенком монотонными алевролитическими глинами (мощность 0.45 м) с незначительной примесью мелкозернистого песка (в кровле до 16 %). Изучение гранулометрического состава отложений показало, что частицы < 10 мкм и 10–100 мкм присутствуют в близких пропорциях (до 54.2 и 53.1 % соответственно), фракция < 1 мкм составляет 4.6–6.9 %. Гранулометрические кривые распределения бимодальные, симметричные, хорошо выражены моды 6–7 и 10–20 мкм (или 20–30 мкм), осадок представляет собой смесь хорошо сортированного материала, поступившего из двух источников (см. рис. 2). Третья мода (100–110 мкм) появляется в отложениях из основания и кровли слоя. Минералогический анализ отобранных образцов показал, что глины имеют довольно однообразный состав с преобладанием кварца (45.4–46.9 %), присутствуют плагиоклазы (24.9–28.8 %) и глинистые минералы (22.1–23.5 %). В нижней части слоя встречен альбит в следовых количествах (1.1 %) и аморфный кремнезем (4.8 %). Среди глинистых минералов преобладают иллит (8–11.4 % от веса образца и 36.2–48.5 % относительно состава глинистых минералов), иллит-сметтит-смешаннослойные минералы (5.6–10.7 % от веса образца и 23.8–48.4 % среди глинистых). Содержание хлоритов остается практически постоянным по всему разрезу (до 2.8 % от веса или 22.1–23.5 % среди глинистых). Сопоставляя данные минерального и гранулометрического составов, можно сделать вывод, что мода 10–20 мкм (или 20–30 мкм) представлена кварцевыми зернами, мода 6–7 мкм – коагулированными глинистыми агрегатами, представленными преимущественно иллитами, иллит-сметтитами. Источники питания за время образования отложений сильно не изменялись.

Верхняя часть разреза сложена коричневатой-серой оторфованной глиной (мощность 0.4 м) и торфом (1.65 м) с подстилкой (0.12 м). Органогенное осадконакопление началось в суббореале (^{14}C -дата – 3930 ± 70 л.н., 4370 ± 110 кал. л.н., обр. ЛУ-7557), а накопление торфа происходило около 3370 ± 50 ^{14}C л.н., 3610 ± 70 кал. л.н. (обр. ЛУ-7710). Анализ распределения радиоуглеродных дат по разрезу показывает, что скорости торфонакопления были неравномерными (см. рис. 3). Оторфованная глина и нижняя часть торфяника накапливались с близкими скоростями – от 0.26 до 0.31 мм/год, наиболее низкие скорости (0.23 мм/год) были в конце суббореала–первой половине субатлантика (от 2810 до 1060 ^{14}C л.н.). Увеличение скорости торфообразования произошло в малый оптимум голоцена (1.05 мм/год в интервале 870–1060 кал. л.н.). В малый ледниковый период скорости снижаются до 0.83 мм/год в течение 390–870 кал. л.н., а в последние 390 кал. л.н. возросли до 1.02 мм/год (см. табл. 2). Временное разрешение реконструкций (время формирования датированного 5 см слоя) для суббореала – 137 ^{14}C лет (173 кал. лет), начала субатлантика – 196 ^{14}C лет (219 кал. лет), а последнего тысячелетия – 40–45 ^{14}C лет (48–49 кал. лет) и 79 ^{14}C лет (60 кал. лет) для начала малого ледникового периода. Приведенные цифры, вычисленные на основании скоростей торфонакопления, показаны в табл. 2.

Ботанический анализ торфа

Состав растений-торфообразователей, слагающих залежь, сильно меняется по разрезу (рис. 4). В оторфованной глине обнаружены слаборазложившиеся кора и древесина лиственницы, кора березы и остатки травянистых растений (хвощ, камыш, осока).

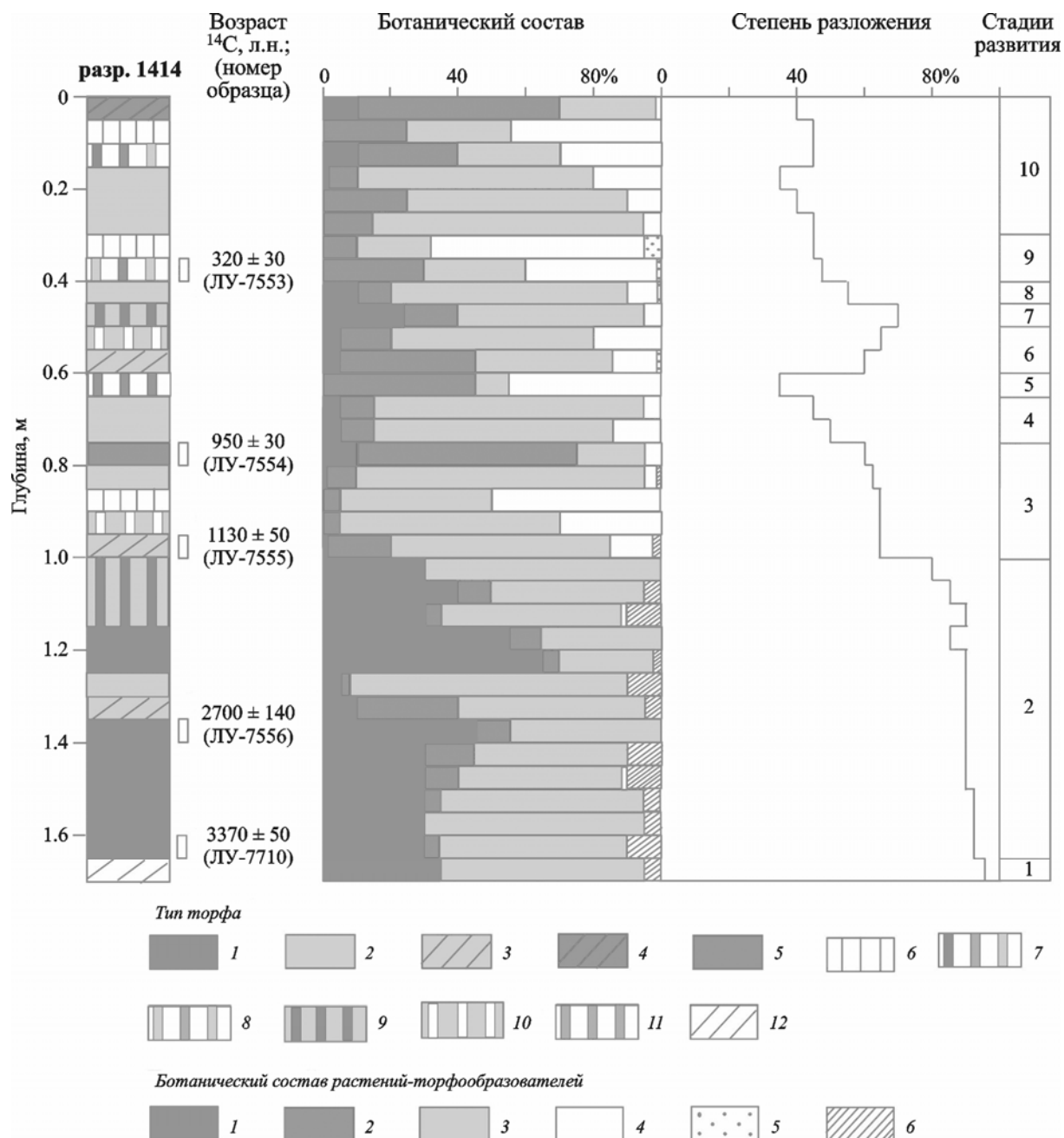


Рис. 4. Ботанический состав и степень разложения торфа в разр. 1414 «Красный Яр», первая надпойменная терраса, среднее течение р. Бикин

Типы торфа: 1 – травяно-древесный; 2 – травяной; 3 – кустарничково-травяной; 4 – травяно-кустарничковый; 5 – кустарничковый; 6 – травяно-сфагновый; 7 – комплексный; 8 – травяно-кустарничково-сфагновый; 9 – древесно-травяной; 10 – сфагново-травяной; 11 – кустарничково-сфагновый; 12 – минерально-органогенный горизонт.

Состав растений-торфообразователей: 1 – древесные; 2 – кустарнички; 3 – травы; 4 – сфагновые мхи; 5 – гипновые мхи; 6 – угли

В кровле слоя степень разложения растительных остатков 95–97 %, среди древесных преобладает лиственница, кустарнички единичны, среди трав много осок и хвоща, встречаются обугленные остатки древесных растений и кустарничков (5 %).

Основание залежи (1.35–1.65 м) сложено черным, пластичным, высокоразложившимся (до 95 %) низинным древесно-травяным торфом. Во всех образцах, за исключе-

нием образцов из верхней части разреза, присутствует примесь минеральных частиц, крупность которых уменьшается вверх по разрезу. Содержание остатков древесных растений стабильно по разрезу и увеличивается в верхнем слое (до 45 %), не содержащем уголь. Преобладает лиственница, единично встречается береза, максимум (10 %) остатков которой отмечен в нижней части. В средней части (1.45–1.50 м) найдены единичные фрагменты коры кедрового стланика (*Pinus pumila*). Количество остатков кустарничков увеличивается вверх по разрезу (до 10 %), они представлены багульником и хамедафне чашечной. Среди трав преобладают хвощ, осоки, камыш озерный (*Scirpus lacustris*), в верхней части разреза найдены ирис и вейник. По всему интервалу отмечены обугленные остатки древесных растений и кустарничков (до 10 %). Торф накапливался во второй половине суббореала (^{14}C -даты – от 3370 ± 50 л.н., 3610 ± 70 кал. л.н. (обр. ЛУ-7710) до 2700 ± 140 л.н., 2810 ± 190 кал. л.н. (обр. ЛУ-7556)).

Выше по разрезу (1.30–1.35 м) залегает темно-коричневый хорошо разложившийся низинный кустарничково-травяной торф, в котором среди остатков древесных растений преобладают остатки березы, среди кустарничков – багульник, среди остатков трав наряду с осоками и хвощом есть вейник и ирис. Встречены угли (5 %). В вышележащем (1.25–1.30 м) низинном травяном хвощево-вейниково-осоковом торфе из древесных найдена только лиственница. Угли составляют 10 %.

На глубинах 1.15–1.25 м отмечается прослойка низинного травяно-древесного торфа, включающего остатки лиственницы и березы, среди кустарничков появляется клюква, среди трав исчезает вейник, много остатков ирисов и лобелии сидячелистной (*Lobelia sessilifolia*). В нижней части прослойки встречены угли. Выше (1.00–1.15 м) залегает низинный древесно-травяной торф, сложенный остатками лиственницы и березы, кустарнички присутствуют в нижней части интервала, в составе трав преобладает хвощ, в основании много остатков осок (*Carex limosa*), ириса, найдены единичные остатки сфагновых мхов, выше – появляется пушица. Находки углей (до 10 %) говорят о прохождении сильных пожаров.

В начале малого оптимума голоцена (^{14}C -дата 1130 ± 50 л.н., 1060 ± 70 кал. л.н., обр. ЛУ-7555) формировался евтрофно-мезотрофный торф (0.85–1.00 м) с резкими сменами растений-торфообразователей с высоким участием сфагновых мхов, содержание которых увеличивается вверх по разрезу. Степень разложения растительных остатков уменьшается до 60–70 %. Единично встречены остатки лиственницы, в основании слоя много багульника (до 20 %), среди травянистых найдены осоки (*Carex limosa*), пушица, хвощ, ирис. Сфагновые мхи представлены топяными видами, характерными для мочажинного торфа евтрофных (*Sphagnum fallax*) и мезотрофных (гипергидрофильный олиготрофный *S. majus*, который может образовывать водные формы в болотных озерах) болот [Бабешина и др., 2004; Зверев, Бабешина, 2009]. Угли встречены в основании интервала.

Выше (0.80–0.85 м) залегает евтрофно-мезотрофный хорошо разложившийся травяной торф. Присутствует хвоя лиственницы. Существенно возросла роль травянистых растений, представленных в первую очередь осоками (*Carex limosa*), встречено много пушицы, присутствуют хвощ и ирис. Незначительно увеличилось содержание остатков кустарничков, представленных клюквой и багульником. Резко уменьшилось количество остатков сфагновых мхов, среди которых найден *Sphagnum fallax*, появился *S. magellanicum*, характерный для умеренно увлажненных местообитаний [Властова, 1960; Зверев, Бабешина, 2009] и широко распространенный на болотах Приамурья [Прозоров, 1974]. Встречены единичные мелкие угли.

В интервале 0.75–0.80 м залегает среднеразложившийся (55–65 %) евтрофно-мезотрофный кустарничковый торф. Среди остатков древесных встречается лиственница, и единично береза. Резко увеличивается доля кустарничков, представленных клюквой, хамедафне чашечной и багульником. Состав трав и мхов не меняется. Из торфа получена ^{14}C -дата 950 ± 30 л.н., 970 ± 50 кал. л.н., обр. ЛУ-7554.

Выше (интервал 0.65–0.75 м) залегает низинный травяной торф, снижается степень разложения (до 40–50 %). Уменьшается доля остатков древесных, представленных только лиственницей. Резко снижается количество фрагментов кустарничков, но среди них много клюквы, из трав преобладают осоки (*Carex schmidtii*, *C. rhynchophylla*) и пушица влагалищная (*Eriophorum vaginatum*), много ириса, встречаются хвощ, лобелия. Среди мхов преобладает *Sphagnum magellanicum*, а также отмечен гипергидрофильный *S. cuspidatum*.

В интервале 0.60–0.65 м выходит мезотрофный кустарничково-сфагновый торф, резко снижается степень разложения (30–40 %). Увеличивается содержание остатков кустарничков, представленных в основном багульником и клюквой, около половины остатков – сфагновые мхи, среди них преобладает *Sphagnum magellanicum* (95 %).

Выше (0.55–0.60 м) залегает хорошо разложившийся мезотрофно-эвтрофный кустарничково-травяной торф, существенно увеличивается степень разложения растительных остатков (60 %). Древесные остатки представлены фрагментами коры и хвоей лиственницы. Среди кустарничков увеличилась роль багульника. Существенно снижается участие мхов, наряду со сфагновыми мхами найдены остатки гипергидрофильного гипнового мха варнсторфии плавающей (*Drepanocladus fluitans*), что может свидетельствовать об увеличении увлажнения и повышении минерального питания, вероятно, за счет повышения уровня грунтовых вод.

В интервале 0.50–0.55 м залегает мезотрофно-евтрофный сфагново-травяной торф. Древесные остатки представлены корой и хвоей лиственницы, количество кустарничков сокращается, появляется хамедафне. Среди трав преобладают осоки, пушица, много хвоща, появляется тростник. Увеличивается содержание сфагновых мхов.

Выше (0.45–0.50 м) залегает евтрофно-мезотрофный древесно-пушицевый торф. Степень разложения растительных остатков возрастает до 70 %. Древесные остатки представлены в основном березой кустарничковой, много хвои лиственницы. Среди трав преобладает пушица влагалищная (*Eriophorum vaginatum*), встречаются осоки, единично хвощ. Снизилось содержание сфагновых мхов, вероятно, в результате снижения уровня увлажнения.

В интервале 0.40–0.45 м выходит среднеразложившийся (50 %) низинный хвощево-осоковый торф, в составе которого преобладают осоки (*Carex schmidtii*, *C. appendiculata*, *C. globularis*), встречаются хвощ, ирис, лобелия. Степень разложения растительных остатков резко снижается. Древесные растения представлены березой и хвоей лиственницы, мхи – *Sphagnum magellanicum*, появляются гипновые мхи (*Drepanocladus fluitans*), требовательные к условиям минерального питания.

В интервале 0.35–0.40 м залегает мезотрофный травяно-кустарничково-сфагновый торф, сложенный обрывками листьев и корней хамедафны и багульника, среди трав много остатков хвоща, осок (*Carex schmidtii*, *C. appendiculata*). Снижается степень разложения растительных остатков. Резко увеличивается количество остатков сфагновых мхов, главным образом *Sphagnum magellanicum*, единично встречаются гипновые мхи. Из торфа получена ^{14}C -дата 320 ± 30 л.н., 390 ± 50 кал. л.н., обр. ЛУ-7553.

Выше (0.30–0.35 м) залегает хвощево-сфагновый торф. В составе растений-торфообразователей доминируют сфагновые мхи (в основном *Sphagnum magellanicum*, меньше *S. fallax*), увеличивается количество остатков гипновых мхов (*Drepanocladus fluitans*). Среди трав преобладает хвощ речной (*Equisetum fluviatile*), встречены остатки пушицы и осок.

Выше (0.15–0.30 м) залегает низинный травяной торф, степень разложения уменьшается вверх по разрезу (до 30 %). В основании в составе трав преобладает хвощ речной, найдены также осоки, лобелия, пушица, в верхней части доминируют осоки (*Carex schmidtii*, *C. appendiculata*), сокращается доля остатков хвоща, появляются ирис, манник. Содержание сфагновых мхов резко снижается по сравнению с нижележащим слоем торфа и постепенно увеличивается вверх по разрезу (до 20 %), преобладает *Sphagnum fallax*. Доля кустарничков несколько увеличивается в средней части слоя, преобладает багульник, в нижней части встречена ольха. Остатки лиственницы найдены только в верхней части слоя.

В интервале 0.10–0.15 м выходит евтрофный комплексный торф. Найдена древесина и кора кустарниковой березы, остатки багульника, клюквы, хамедафне, среди трав много ириса, осок, манника, тростника. Увеличивается доля сфагновых мхов, наряду с *Sphagnum fallax* появляется *S. squarrosum*, характерный для болот с богатым минеральным питанием.

В интервале 0.05–0.10 м залегает евтрофный травяно-сфагновый торф. Нет остатков древесных растений, увеличивается содержание сфагновых мхов (*Sphagnum squarrosum*). Состав трав разнообразный: осоки (*Carex schmidtii*, *C. globularis*), пушица, хвощ речной (*Equisetum fluviatile*), лобелия.

В кровле (0–0.05 м) торфяника выходит среднеразложившийся евтрофный травяно-кустарничковый торф. Найдены остатки лиственницы, кустарниковой березки, багульника, клюквы, хамедафне, среди трав – вейник, осоки. В подстилке встречены кора и хвоя лиственницы, листья багульника болотного, вейник, много зеленого мха *Pleurozium schreberi*.

Диатомовый анализ

Общий список диатомовых водорослей в осадках разреза включает более 140 таксонов видового и внутривидового ранга. В список ведущих родов (по разнообразию видов) входят *Eunotia* (43) и *Pinnularia* (28). Большинство выявленных диатомей имеют широкое распространение, около 14 % характеризуются как бореальные и 13 % – североальпийские. По отношению к рН среды более широко представлены ацидофилы (52 таксона) и циркумнейтральные (41). По отношению к минерализации преобладают индифферентные виды (68) и галофобы (43). Наибольшие концентрации створок в осадках в большей части толщи разреза дают ацидофилы и галофобы, что свидетельствует о накоплении осадков в болотных обстановках.

Смены доминирующих видов в осадках разреза позволили выделить 12 комплексов диатомей, показывающих разные стадии развития болота (рис. 5). Для некоторых видов диатомей приведены оптимумы рН [Барина и др., 2006].

В глинистой толще, подстилающей торфяник (интервал 2.05–2.65 м), диатомей отсутствуют. В основании оторфованной глины (интервал 1.95–2.05 м) встречены единичные створки диатомей разной экологической принадлежности (*Ulnaria ulna*, *Symbella aspera*, *Epithemia adnata*, *Eunotia praerupta*) и фрагменты видов рода *Pinnularia*.

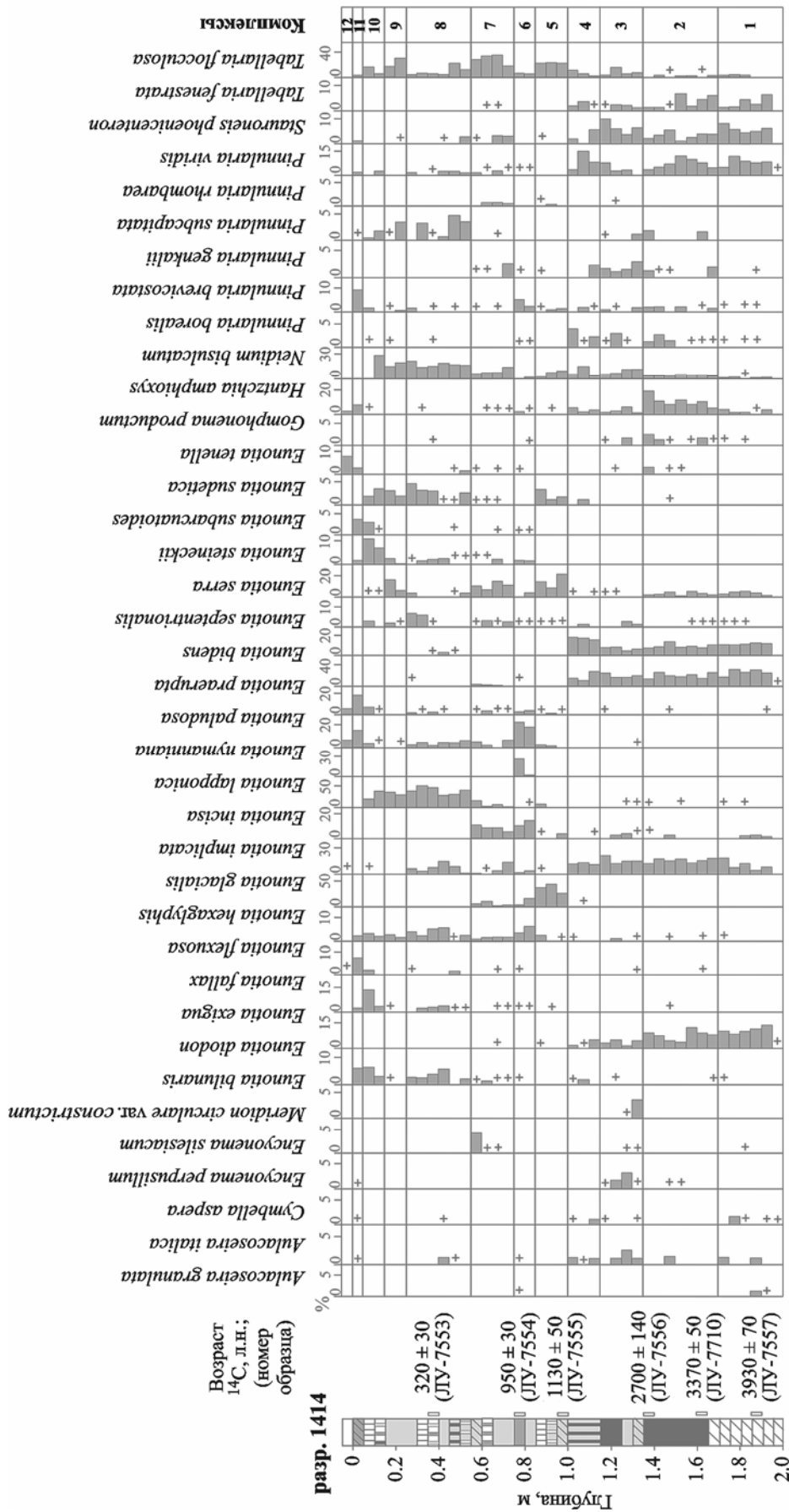


Рис. 5. Распределение диатомей в отложениях первой надпойменной террасы, среднее течение р. Бикин (разр. 1414 «Красный Яр») Описание разреза см. в тексте

Комплекс 1 (интервал 1.70–1.95 м) выделен для оторфованной глины. Доминирует *Eunotia praerupta* (оптимум развития при pH 7.05), субдоминантами являются *Eunotia bidens*, *E. glacialis*, *E. diodon*, *Pinnularia viridis*. Заметного участия достигают *Stauroneis phoenicenteron* и временно планктонный *Tabellaria fenestrata*. В небольшом количестве встречаются обычные для проточных вод планктонные *Aulacoseira granulata*, *A. italica*, бентосные *Cymbella aspera*, *Epithemia adnata*, *E. turgida*, *Rhopalodia gibba*. Высокой концентрации створок достигают космополиты (68.6 %), доли североальпийских и бореальных видов составляют до 18 и 13.3 % соответственно. В экологическом отношении существенно преобладают ацидофилы (до 75.9 %), содержание циркумнейтральных достигает 25 %. По отношению к минерализации доминируют галофобы (до 70.2 %), а участие индифферентов колеблется в пределах 25–40 %. Подобный комплекс свидетельствует о существовании хорошо увлажненного болота. Отложения накапливались в первой половине суббореала: ^{14}C -дата 3930 ± 70 л.н., 4370 ± 110 кал. л.н., обр. ЛУ-7557.

Комплекс 2 (интервал 1.35–1.70 м) выделен в кровле оторфованной глины и древесно-травяного торфа из нижней части торфяника. Особенностью комплекса является снижение доли ацидофилов (до 54–67 %) и увеличение содержания циркумнейтральных диатомей (до 33.3 %) в основном за счет широкого распространения *Hantzschia amphioxys*, населяющего разного рода биотопы, включая почву. Исчезают многие виды, характерные для проточных вод, что может быть связано с сокращением количества атмосферных осадков, хотя в целом увлажненность болота оставалась высокой. Присутствие планктонных видов в торфе с остатками камыша может свидетельствовать о существовании небольших озерков. По отношению к pH среды и солености увеличивается содержание циркумнейтральных видов (до 29–39 %) и индифферентов (до 33–47 %), более высоким по сравнению с комплексом 1 становится участие бореальных диатомей (до 23 %). Торф накапливался в суббореале (^{14}C -даты от 3370 ± 50 л.н., 3610 ± 70 кал. л.н. (обр. ЛУ-7710) до 2700 ± 140 л.н., 2810 ± 190 кал. л.н. (обр. ЛУ-7556)).

Комплекс 3 (интервал 1.15–1.35 м) характеризует стадию повышения степени увлажнения болота. Значительно снижается (до 5.9 %) участие *Hantzschia amphioxys*, повышается доля *Tabellaria flocculosa*, *Neidium bisulcatum*, *Eunotia bidens*, *Stauroneis phoenicenteron*, более широким становится список диатомей, указывающих на влияние проточных вод (*Aulacoseira italica*, *Cymbella aspera*, *Cymbopleura naviculiformis*, *Epithemia adnata*, *E. turgida*, *Rhopalodia gibba*, *Meridion circulare* var. *constrictum*). По отношению к pH среды и солености незначительно снижаются доли циркумнейтральных диатомей (до 22–36 %) и индифферентов (до 22–36 %). Еще более высоким становится участие бореальных видов (до 30.6 %). Показатели pH воды стали, по-видимому, более низкими.

Состав диатомей **комплекса 4 (интервал 1.00–1.15 м)** свидетельствует о незначительном снижении увлажненности болота. Существенно возрастает содержание *Eunotia bidens*, в то время как сокращается участие диатомей, характерных для проточных вод, и болотных, требующих значительного увлажнения *Pinnularia brevicostata*, *P. genkalii*, *P. macilenta*, *Eunotia incisa*, *E. parallela*, *E. implicata*, *E. flexuosa* и др.

В **комплексе 5 (интервал 0.85–1.00 м)** наблюдается существенная перестройка в составе диатомовой флоры. Значительно снижается видовое разнообразие, практически полностью исчезают *Eunotia praerupta*, *E. glacialis*, *E. bidens*, *E. diodon* и виды, обычные для проточных вод. Доминируют характерные для моховых болот *Eunotia serra*, *Tabellaria flocculosa*, *E. hexaglyphis*, в значительном количестве присутствует *Neidium bisulcatum*. Показатели pH, по-видимому, были не выше 6.66. Ближе к кровле повыша-

ется содержание *Eunotia incisa*, *E. flexuosa*, *E. sudetica*, способных развиваться при более низких показателях рН среды. В структуре комплекса значительно снижается участие циркумнейтральных видов (до 4–13 %), а содержание индифферентов не превышает 8.4 %. Резко возрастает (до 77.8 %) участие североальпийских видов, участие бореальных снижается до 8–12 %. В нижней части интервала получена ¹⁴С-дата 1130±50 л.н., 1060±70 кал. л.н., обр. ЛУ-7555.

Комплекс 6 (интервал 0.75–0.85 м) выделяется по появлению в большом количестве *Eunotia lapponica*, *Eunotia nymanniana*, *E. flexuosa*, *E. implicata*. Диатомеи здесь, скорее всего, имеют аллохтонную природу и были привнесены из сопредельных биотопов. Здесь же отмечены планктонные *Aulacoseira italica*, *A. granulata*, бентосные *Craticula cuspidata*, *Cymbella tumidula*, *Epithemia adnata*, указывающие на влияние проточных вод. Из торфа получена ¹⁴С-дата 950±30 л.н., 970±50 кал. л.н., обр. ЛУ-7554.

Комплекс 7 (интервал 0.55–0.75 м) имеет много общего с комплексом 5, но отличается снижением содержания *Eunotia hexaglyphis*, *E. serra*, увеличением содержания *Eunotia implicata*, *E. fallax*. Значительно расширяется список представителей родов *Eunotia* и *Pinnularia*, появляются *Eunotia glacialis*, *E. bilunaris*, *Pinnularia genkalii*, *P. macilenta*, *P. microstauron*. В экологической структуре комплекса, по сравнению с комплексом 5, наблюдается увеличение содержания циркумнейтральных диатомей (до 13–25 %), что, возможно, связано с незначительным повышением показателей рН среды. Участие североальпийских видов снижается до 34 %, доля бореальных видов достигает 8–13 %.

Комплекс 8 (интервал 0.25–0.55 м) характеризуется исчезновением многих доминировавших ранее видов, существенным сокращением разнообразия представителей рода *Pinnularia*. Доминируют *Eunotia incisa* и *Neidium bisulcatum*, появляется *Pinnularia subcapitata*. Показатели рН достаточно низки. Ближе к кровле слоя повышается содержание *Eunotia sudetica*, *E. septentrionalis*, способных развиваться при рН 4.8–5.34. В средней части слоя (0.40–0.45 м) показатели рН среды, скорее всего, могли несколько повышаться, здесь заметное участие принимают *Eunotia praerupta*, *E. glacialis*, *E. flexuosa*, *E. exigua*. В интервале 0.40–0.50 м встречены характерные для проточных вод *Aulacoseira italica*, *Cymbella aspera*, *Epithemia adnata*. Содержание североальпийских видов диатомей снижается до 4–23 %, а доля бореальных возрастает до 34 %. Из торфа получена ¹⁴С-дата 320±30 л.н., 390±50 кал. л.н., обр. ЛУ-7553.

В комплексе 9 (интервал 0.15–0.25 м) на фоне обилия *Eunotia incisa* и *Neidium bisulcatum* высокого содержания достигают сфагнофилы *Eunotia serra* и *Tabellaria flocculosa*, отмечается большое разнообразие видов рода *Pinnularia*. По отношению к рН и солености доминируют ацидофилы (до 80 %) и галофобы (до 87 %), содержание циркумнейтральных видов колеблется в пределах 19–24 %, а участие индифферентов не превышает 10 %. Повышается содержание североальпийских диатомей (до 37 %).

В подошве слоя, относящегося к комплексу 10 (интервал 0.05–0.15 м), продолжают доминировать *Eunotia incisa* и *Neidium bisulcatum*, исчезает *Eunotia serra* и уменьшается содержание *Tabellaria flocculosa*. Участие ацидофилов снижается до 64 %, а галофобов – до 78 %. В кровле исчезает *Neidium bisulcatum*, доминируют *Eunotia incisa* и *Tabellaria flocculosa*, заметным становится участие *Eunotia bilunaris*, *E. steineskii*, *E. exigua*, *E. paludosa*, *E. nymanniana*. Доля ацидофилов повышается до 90 %. Содержание североальпийских диатомей снижается до 5 %. В целом комплекс является, по-видимому, переходным и отражает неустойчивый характер экологической ситуации на болоте.

В комплексе 11 (интервал 0–0.05 м) доминируют *Eunotia nymanniana* и *E. paludosa*, субдоминантами являются *E. fallax*, *Pinnularia brevicostata*, появляются *Chamaepinnularia soehrensii* var. *hassiacae*, *Pinnularia lagerstedtii*, *Nitzschia amphibia* и увеличивается участие *Hantzschia amphioxys*. Некоторые из этих видов диатомей могут обитать на слабоувлажненных местах. Наблюдается снижение содержания ацидофилов до 63 % и галофобов до 52 %. Изменения в составе диатомей, скорее всего, указывают на прогрессирующее иссушение болота. Тем не менее здесь же отмечены *Aulacoseira italica*, *Melosira varians*, *Cyclotella meneghiniana*, *C. radiosa*, *Cymbella aspera*, *Cymbopleura naviculiformis*, *Epithemia adnata*, поступающие с проточными водами.

Комплекс 12 из подстилки характеризуется бедным составом диатомей. Доминирует *Pinnularia borealis*. Содержание ацидофилов снижается до 28 %, в их числе отмечены *Eunotia fallax*, *E. paludosa*, *E. praeurupta* и др. Подобный характер диатомовой флоры свидетельствует о существовании слабозаболоченных условий.

Спорово-пыльцевой анализ

Из торфяника и подстилающих глин получены богатые спорово-пыльцевые спектры. Их структура в первую очередь отражает изменение растительности на склонах хребтов, расположенных на левобережье р. Бикин, поскольку в период цветения основных лесобразующих пород характерны юго-западные ветры. Анализ распределения пыльцы и спор по разрезу позволил выделить восемь палинозон (рис. 6).

Палинозона 1 (интервал 1.90–2.50 м) из глин и подошвы оторфованных глин характеризуется высоким содержанием пыльцы древесных, кустарников и спор. Отмечено высокое содержание пыльцы кустарниковой березы (*Betula fruticosa* – до 59 %), разнообразна пыльца широколиственных (*Quercus*, *Ulmus*, *Tilia*, *Corylus*, *Phellodendron*, *Juglans*, *Acer*, *Araliaceae*, *Syringa* – в сумме до 51.7 %), количество этих таксонов снижается в оторфованной глине. В небольшом количестве обнаружена пыльца *Carpinus*, которая, по-видимому, занесена из южных районов. В середине слоя глины и в вышележащей оторфованной глине повышается количество пыльцы древесных берез (*Betula* sect. *Albae*, *B.* sect. *Costatae*, *Betula* sp. – в сумме до 37 %). В кровле глины и основании оторфованной глины повышается содержание пыльцы темнохвойных с преобладанием *Picea*. По всему интервалу встречается единичная пыльца *Larix* и *Pinus* s/g *Haploxyylon*, в одной пробе в основании глин найден *Juniperus*. Найдена также пыльца *Lonicera*. В группе трав и кустарничков присутствуют таксоны, характерные для различных местообитаний. Преобладают *Ericaceae* и *Artemisia*, среди спор – *Polypodiaceae*, *Sphagnum*. Встречены споры *Lycopodium*. Палиноспектры отражают широкое распространение на осушенной поверхности террасы ерниковых зарослей с вересковыми кустарничками, жимолостью и папоротниковым покровом с подушкой из сфагновых мхов с участием плаунов. Древесный ярус был представлен редкостоящей лиственницей. Здесь же по краю мари мог расти можжевельник сибирский. На нижних частях склонов окружающих хребтов были распространены полидоминантные широколиственные леса с участием ели и березы. По обрамлению мари были развиты березовые леса. Предполагается, что отложения формировались во время похолодания на границе атлантик-суббореал, ярко проявившегося на юге Дальнего Востока [Короткий и др., 1997].

Палинозона 2 (интервал 1.65–1.90 м) из верхней части оторфованных глин отличается высоким содержанием пыльцы темнохвойных (до 32.3 %) с преобладанием *Picea*. Увеличивается содержание пыльцы *Pinus* s/g *Haploxyylon* (до 17.9 %). Сокращается доля пыльцы широколиственных пород (< 18.7 %) и кустарниковой березы, возрастает доля пыльцы *Alnus*. В группе пыльцы трав и кустарничков увеличивается доля таксонов,

типичных для влажных местообитаний. Отмечено много пыльцы *Ariaseae*. В кровле в слое с углями встречена пыльца *Onagraceae*, присутствие которой (скорее всего, основной вклад вносит пыльца иван-чая) свидетельствует о существовании безлесных пространств в полосе кедрово-елово-широколиственных и поясе пихтово-еловых лесов. В пользу этого утверждения говорит и наличие углей. Сократилось содержание спор, среди которых резко увеличилась доля *Osmunda*, снизилось количество спор *Sphagnum*, исчезли споры *Lycopodium*. Палиноспектры отражают распространение на горных хребтах темнохвойных пихтово-еловых папоротниковых лесов с участием березы, которые могли существовать и в долине. Низкие элементы рельефа были заняты кедрово-широколиственными лесами. В долинных лесах большое участие принимала ольха. Началось активное заболачивание поверхности первой надпойменной террасы. Отложения формировались в первой половине суббореала (^{14}C -дата 3930 ± 70 л.н., 4370 ± 110 кал. л.н., обр. ЛУ-7557).

Палинозона 3 (интервал 1.55–1.65 м) из основания торфяника характеризуется сокращением доли пыльцы темнохвойных, особенно *Abies*, берез, в том числе кустарниковой, и увеличением содержания широколиственных (до 46.7%). Найдена пыльца *Viburnum*, содержание пыльцы *Onagraceae* достигает 2.5%. В группе пыльцы трав и кустарничков встречено много пыльцы *Artemisia*, появились *Fabaceae*. В середине суббореала (^{14}C -дата 3370 ± 50 л.н., 3610 ± 70 кал. л.н., обр. ЛУ-7710) в растительности на склонах окружающих хребтов увеличилась роль кедрово-широколиственных лесов, что отвечает более теплым климатическим условиям. На разреженных участках леса и по опушкам росла калина – светолюбивый вид, который может расти на слабозаболоченных местах.

Палинозона 4 (интервал 1.35–1.55 м) из верхней части древесно-травяного торфа отличается снижением доли широколиственных пород и увеличением содержания доли пыльцы берез и других древесных и кустарниковой. В верхней части интервала встречено много пыльцы темнохвойных (до 25.7%). В группе трав и кустарничков сократилось количество *Ericaceae*, появилась пыльца *Roaceae* (возможно, вейник). В конце суббореала (^{14}C -дата 2700 ± 140 л.н., 2810 ± 190 кал. л.н., обр. ЛУ-7556) в составе лесной растительности уменьшается роль широколиственных, более широко представлена береза, что может быть следствием сукцессионных смен после частых пожаров. Возможно, в данном районе снижалось количество атмосферных осадков. В конце суббореала расширились площади, занятые ельниками.

Палинозона 5 (интервал 1.00–1.35 м) отличается увеличением содержания пыльцы березы (до 40% древесных и до 27.8% кустарниковой) и снижением доли широколиственных пород (< 5.3%). В нижней части интервала в слое кустарничково-травяного торфа резко повышается содержание пыльцы *Pinus s/g Haploxyton* (61%), отсутствует пыльца *Larix*. Возможно, участие кедра сократилось после сильных пожаров, на горях ведущую роль стала играть береза. В основании древесно-травянистого торфа (интервал 1.10–1.15 м) обнаружено много пыльцы темнохвойных (до 48.2%), преимущественно *Picea*. Палиноспектры показывают, что в первой половине субатлантика в растительности лесов увеличивается роль березы; возможно, площадь, занятая каменноберезняками, расширялась, участие широколиственных снижалось.

Палинозона 6 (интервал 0.55–1.00 м) характеризуется резким увеличением содержания пыльцы *Pinus s/g Haploxyton* (до 66.2%) и возрастанием доли пыльцы широколиственных видов (до 17.6%) и *Larix*. Снижается количество пыльцы древесных берез и *Alnus*, исчезает *Alnaster*. В слое кустарникового торфа (интервал 0.75–0.80 м) отмечен пик содержания спор, среди древесных пород сокращается доля *Pinus s/g Haploxyton*,

увеличивается содержание пыльцы темнохвойных (до 19.9 %) и кустарниковой березки. В верхней части интервала растет количество пыльцы *Abies*, доля широколиственных сокращается (< 5.3 %). Вверх по разрезу увеличивается доля пыльцы трав и кустарничков, преобладают Сурегасеае, Егисеае и другие таксоны, характерные для влажных местообитаний. Регулярно встречается пыльца *Menyanthes*, характерного для болот, расположенных на обильно увлажненных участках [Прозоров, 1974]. Коренные изменения произошли в группе спор – резко сокращается доля спор папоротников, доминирует *Sphagnum*. В малый оптимум голоцена (^{14}C -даты 1130±50 л.н., 1060±70 кал. л.н. (обр. ЛУ-7555); 950±30 л.н., 970±50 кал. л.н. (обр. ЛУ-7554)) в низкогорье были широко распространены широколиственно-кедровые леса, сокращалось участие берез. В верхнем поясе гор в темнохвойных лесах возростало участие пихты. Среди локальной растительности увеличивалась роль вересковых кустарничков и сфагновых мхов.

Палинозона 7 (интервал 0.25–0.55 м) отличается уменьшением содержания пыльцы *Pinus s/g Haploxylon* за исключением слоя травяно-сфагнового торфа (интервал 0.3–0.35 м), и увеличением доли пыльцы древесных (особенно *Betula sect. Costatae*) и кустарниковых берез. Содержание пыльцы широколиственных пород сильно меняется по разрезу, снижаясь до 1.2 %; в отдельных пробах отмечены небольшие пики в основном за счет *Quercus*, *Juglans*, *Ulmus*. Количество спор возрастает в верхней части интервала. Торф формировался в малый ледниковый период (^{14}C -дата 320±30 л.н., 390±50 кал. л.н., обр. ЛУ-7553), в целом в растительности уменьшалась роль кедра корейского, возростала роль берез, климатические условия были холоднее современных. Палиноспектры фиксируют быструю реакцию биотических компонентов на кратковременные климатические колебания.

Палинозона 8 (интервал 0–0.25 м) характеризуется увеличением содержания пыльцы *Pinus s/g Haploxylon*, доля которой снижается в подстилке. Становится меньше пыльцы древесных и кустарниковых берез. Регулярно начала встречаться пыльца *Alnaster*. Среди трав в подстилке встречена пыльца заносного растения *Ambrosia*. Присутствие пыльцы амброзии характеризует современное состояние растительности, скорее всего, в окрестностях пос. Красный Яр. Достоверно известно, что в Приморском крае амброзия полыннолистная (североамериканский вид) появилась в 1960-х годах и стала стремительно расселяться по краю. Сокращается доля спор, среди которых становится больше Polypodiaceae, в кровле – *Lycopodium*. Палиноспектры отражают растительность, близкую к современной, фиксируется снижение роли кедра корейского в лесной растительности склонов в последние десятилетия.

Обсуждение результатов

Комплексное изучение отложений разреза первой надпойменной террасы показало, что марь «Красный Яр» прошла сложный путь развития в позднем голоцене (рис. 7). Биотические компоненты ландшафтов в этой части долины р. Бикин чутко реагировали на климатические изменения, особенно на динамику увлажненности, что связано с положением мари в нижней части Среднебикинской депрессии перед орографическим барьером. К мари близко подходят отроги горных хребтов, что влияло на гидрологический режим болота и, вероятно, во многом определяло путь эволюции болотных ландшафтов. Эти хребты играют и роль барьера, защищающего от преобладающих юго-западных ветров, что способствовало сохранению и развитию неморальных элементов растительности в урочищах в нижних частях склонов. Находки обугленных остатков

¹⁴ C тыс. л.н. 0	Развитие обстановок осадконакопления		Палеоландшафтные изменения		Климатические изменения	
	Диагностические комплексы	Стадии развития болота	Палинозоны	Пожары		
11	Суше, наводнения		Травяно-кустарничковый торф		Больше пихты	
10	Нестабильные условия, кислые условия		Травяно-сфагновый торф, <i>Sphagnum squarrosum</i> Комплексный торф, багульник, куст. березка	8	Увеличение роли кедра корейского	Потепление
9	Снижение обводнения мари, сфагновое болото	2	Осоково-хвощевой торф с пушицей, лобелией, <i>Sphagnum fallax</i>			
8	Увеличение обводнения мари, сильные наводнения	4	Хвощево-сфагновый торф с гипновыми мхами	7	Меньше хвойных и широколиственных Уменьшение роли кедра корейского, развитие мелколиственных лесов с березой, марь зарастает кустарничковой березкой	Холодно Похолодание
		2	Травяно-кустарничко-сфагновый торф			
		4	Хвощево-осоковый торф, береза, лиственница, сфагновые и гипновые мхи			
		4	Древесно-пушицевый торф, береза, лиственница, хамедафне, клоква			
7	Снижение увлажнения на мари, не было сильных наводнений	3	Сфагново-травяной торф осоки, пушица, хвощ, тростник, багульник, клоква	6	Снижение роли широколиственных, развитие кедровников	Слегка теплее Похолодание
		5	Кустарничково-травяной торф, багульник, клоква, гипновые мхи			
		2	Кустарничково-сфагновый торф, багульник, клоква, <i>Sphagnum magellanicum</i>			
6	Повышение уровня грунтовых вод, наводнения	4	Пушицево-осоковый торф с клюквой, сфагновые мхи		Вспышка темнохвойных, меньше кедра корейского и широколиственных	Слегка холоднее
5	Моховое болото		Кустарничковый торф с клюквой, хамедафной, багульником Пушицево-осоковый торф		Экспансия кедра корейского, увеличение роли широколиственных, сокращение березы	Потепление
4	Уменьшение обводнения мари, снижение частоты наводнений		Сфагново-травяной и травяно-сфагновый торф Кустарничково-травяной торф		Увеличивается роль березы, сокращение участия темнохвойных	
2	Увеличение обводнения мари, кислые условия, частые наводнения	2	Древесно-травяной торф с лиственницей, березой, хвощ, осоки, ирис, пушица, единично сфагновые мхи	5	Увеличение площади ельников	Холоднее
		3	Травяно-древесный торф с лиственницей, много березы, клоква, хвощ, осоки, ирис, лобелия,			
		3	Вейниково-осоково-хвощевой торф с лиственницей			
3	Хорошо увлажненное болото, стало суше, не было сильных наводнений	2	Кустарничково-травяной торф с березой, лиственницей, багульником	4	Расширение ерников, лиственничник с кедровым стлаником, увеличение роли березы на горях, снижение участия широколиственных	Похолодание
		2	Древесно-травяной торф, лиственничная марь с кедровым стлаником, в кустарничковом ярусе багульник, хамедафне, с хвощевым покровом, сфагновые мхи, были озёрки с камышом по берегам, постепенное снижение увлажнения, появляется вейник			
1	Хорошо увлажненное болото, кислые условия, частые наводнения	1	Лиственничник с березой с осоковым покровом с участием хвоща на органо-минеральном субстрате	2	Увеличение роли широколиственных, меньше темнохвойных	Потепление
4	Аллювиальные обстановки			1	Лиственничник с березой на мари, на склонах кедрово- широколиственные и пихтово-еловые леса с папоротниковым покровом	Похолодание
				1	Ерники с лиственницей на террасе, на склонах широколиственные леса с елью и березой	Похолодание

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

Стадии развития болота: 1 – начало заболачивания поверхности террасы, формирование органо-минеральных отложений; 2 – евтрофная; 3 – переходная мезотрофно-евтрофная; 4 – переходная евтрофно-мезотрофная; 5 – мезотрофная

растений и угля в разрезе органогенных отложений свидетельствуют, что в отдельные периоды ведущим в смене растительных формаций был пирогенный фактор, который проявлялся на фоне климатических изменений и приводил к существенной трансформации растительности как на мари, так и на окружающих склонах.

По аналогии с разрезом торфяника «Диллалакчи» [Разжигаева и др., 2016] можно предположить, что русловая фация аллювия в основании разреза первой надпойменной террасы около пос. Красный Яр образовалась в атлантике, который отличался в бассейне Нижнего Приамурья высоким увлажнением [Bazarova et al., 2011], а глины, которые подстилают торфяник, накапливались при похолодании на границе атлантик–суббореал (около 4.5–4.7 ^{14}C тыс. л.н.).

История развития локальных болотных ландшафтов

Заболачивание поймы началось в начале суббореала (^{14}C -дата 3930±70 л.н., 4370±110 кал. л.н., обр. ЛУ-7557), в условиях поемного режима при периодическом затоплении поверхности паводковыми водами и постоянном участии грунтовых вод. Уплощенные участки, покрытые глиной, стали зарастать лиственницей, в травяном покрове были распространены осоки и хвощ. По данным диатомового анализа болото было хорошо увлажненным, характеризовалось кислыми условиями среды, отмечено высокое содержание североальпийских видов диатомей (до 18 %). В древесном ярусе на мари, помимо лиственницы, присутствовала береза.

Торф в основании залежи формировался во второй этап суббореала (3370–2504 ^{14}C л.н., 3610–2590 кал. л.н.). В это время на мари существовал заболоченный лиственничник, кустарничковый ярус был представлен багульником и хамедафне, в травяном покрове преобладали хвощ, осоки. Местами лиственничник сменялся болотным разнотравьем, по берегам небольших озерков росли камыш и вахта. Ботанический состав торфа отвечает эвтрофному типу фаций грунтового питания [Прозоров, 1974]. Кроме лиственницы, на мари в отдельные периоды разрасталась береза, чему способствовали частые пожары. В составе трав появляется иван-чай. Постоянное воздействие палов фиксируется присутствием обугленных растительных остатков. По данным диатомового анализа в интервале 3802–2504 кал. л.н. снизилась увлажненность мари, уменьшилась кислотность почв, сократилось число североальпийских видов диатомей. Исчезновение многих видов, характерных для проточных вод, может свидетельствовать о сокращении количества атмосферных осадков и частоты наводнений. С этим этапом связано начало формирования первой надпойменной террасы. Около 2968–2834 ^{14}C л.н. (3130–2970 кал. л.н.) на болоте рос кедровый стланик; возможно, это связано с кратковременным похолоданием и более длительным сохранением сезонно-мерзлых грунтов. Подобные болотные лиственнично-березовые длительно-производные фации с участием кедрового стланика в современную эпоху выделяются на мерзлых буграх-останцах на болотах нижеамурских низменностей [Прозоров, 1974]. Кедровый стланик, вероятно, был полностью уничтожен во время пожаров. Около 2700–2504 ^{14}C л.н., 2810–2590 кал. л.н. среди растений-торфообразователей на окраине мари появился вейник, характерный для болотных фаций, развивающихся на участках низкой поймы около протоков и рукавов [Прозоров, 1974]. В этот период пожаров не было. На мари увеличилась сомкнутость лиственничного леса с участием берез.

Около 2504–2307 ^{14}C л.н., 2590–2372 кал. л.н. прошел сильный пожар, на мари был уничтожен лиственничник, на гари активно развивались производные сообщества с участием березы и преобладанием багульника в кустарничковом ярусе. Около 2307–2111 ^{14}C л.н., 2372–2154 кал. л.н. роль березы и кустарничков существенно сни-

зилась, большие пространства стало занимать травяное вейниково-осоково-хвощовое болото с единичной лиственницей. Присутствие пыльцы *Menyanthes* свидетельствует, что существовали озера, вокруг которых росла вахта [Прозоров, 1974]. Болото постоянно подвергалось воздействию пожаров. Среди растений-торфообразователей преобладают устойчивые к пирогенным нарушениям осоки и хвощ [Конотева, Купцова, 2011]. Вероятно, пожары имели сезонный характер. По данным диатомового анализа увлажненность болота увеличилась, условия становились более кислыми, усилилось влияние проточных вод – были наводнения.

Около 2111–1718 ^{14}C л.н. (2154–1718 кал. л.н.) болото стало зарастать лиственничником с участием березы, произошли изменения в составе травяного и кустарничкового ярусов – исчез вейник, стало много ирисов, лобелии, появилась клюква, что отвечало более влажным условиям. Пирогенный фактор проявлялся, но пожары были не такими сильными. В условиях усиления пирогенного фактора около 1718–1326 ^{14}C л.н. (1718–1281 кал. л.н.) лиственничник стал более разреженным, разрасталась береза, в травяном покрове преобладали хвощ и осоки, появилась пушица, которая характерна для производных фаций после прохождения пожаров [Прозоров, 1974]. В современных условиях на горячих местах лиственничников с багульником развиваются лиственнично-березовые леса с белой березой на заболоченном субстрате [Властова, 1960]. Около 1326–1130 ^{14}C л.н. (1281–1060 кал. л.н.) в отсутствие пожаров участие березы сокращалось, разрастался лиственничник. Происходило очень медленными темпами накопление низинного лиственнично-хвощевого торфа. Наличие большого количества остатков хвоща речного, характерного для окраинных частей болот, может свидетельствовать о близости русла реки, подмывавшей марь. По данным диатомового анализа около 1718–1130 ^{14}C л.н. (1718–1060 кал. л.н.) увлажнение мари уменьшилось; в этот период снижалась частота сильных наводнений. Можно предположить, что на болоте единично могла появляться ель.

В начале малого оптимума голоцена (1130–995 ^{14}C л.н., 1060–918 кал. л.н.) марь переходит в евтрофно-мезотрофную стадию развития, хотя доля евтрофных видов травянистых растений среди растений-торфообразователей оставалась высокой. Усиливается роль атмосферного питания. Лиственничник стал более разреженным, по мере увеличения степени увлажненности угнетенность лиственницы прогрессировала вплоть до практически полного исчезновения в центральной части болота. Резко увеличилась скорость торфонакопления (до 1.05 мм/год) и уменьшилась степень разложения торфа. Среди растений-торфообразователей появляются гидрофильные виды сфагновых мхов, участие которых в болотной растительности постепенно увеличивалось. В изреженном кустарничковом ярусе были развиты багульник, клюква. В травянистом покрове доминантами были осока топяная (*Carex limosa*) и пушица. Было очень влажно, болото представляло собой топь с озерами. Пожары были только в начале этой фазы, причем в отложениях этого возраста установлены следы последнего на этой территории крупного пожара, далее марь развивается практически без участия пирогенного фактора. Наличие большого количества североальпийских видов диатомей (до 77.8 %) объясняется тем, что они хорошо развиваются в моховом покрове сфагновых болот. Резко снизились показатели рН.

Около 995–950 ^{14}C л.н. (918–870 кал. л.н.) болотная растительность претерпела сильную трансформацию. Участие сфагновых мхов резко сократилось, исчез гипергидрофильный топяной вид *Sphagnum majus* и появился *S. magellanicum*, обладающий высокой экологической пластичностью; он поселяется первым после пожаров и других нарушений мохового покрова, образуя ковры и подушки. Возможно, стало немного суше. Лиственничник был крайне изрежен. Встреченные мелкие угли свидетельствуют

о прохождении палов на травяном болоте. Возможно, с прохождением пожаров связано исчезновение сфагновых мхов, которые в бассейне р. Амур являются неустойчивыми к пирогенному фактору [Копотева, Купцова, 2011].

Около 950–872 ^{14}C л.н. (870–810 кал. л.н.) на мари были более благоприятные условия для развития лиственничника, на гарях произрастали сообщества с березой. Стал более сомкнутым кустарничковый ярус из хамедафне, багульника и клюквы, что характерно для послепожарных сукцессий на маревых болотах Приамурья [Копотева, Купцова, 2011]. Снизились скорости торфонакопления (0.83 мм/год). В этот период увеличилась частота сильных наводнений.

Около 872–715 ^{14}C л.н. (810–690 кал. л.н.) болото перешло в низинную стадию развития с преобладанием грунтового питания. Основную площадь мари занимало пушицево-осоковое болото с участием ириса, лобелии, хвоща, с редкостойными лиственницами и слабо развитым кустарничковым покровом. Ботанический состав торфа свидетельствует о значительном переувлажнении, возможно, за счет поверхностного стока с вышележащих территорий. Среди осок присутствует *Carex schmidtii*, характерная для евтрофных травяных болот Приамурья [Прозоров, 1974]. Данные диатомового анализа говорят о менее кислых условиях, уменьшилось количество североальпийских видов, не было влияния проточных вод и, скорее всего, около 872–557 л.н. снизилось количество атмосферных осадков и не было сильных наводнений.

В начале малого ледникового периода (715–636 ^{14}C л.н., 690–630 кал. л.н.) болото резко перешло в мезотрофную стадию развития; по-видимому, увеличилась доля атмосферного питания среди других гидрологических составляющих на фоне общего похолодания. Марь была покрыта густыми зарослями кустарничков (багульник, клюква) на сплошном моховом ковре с преобладанием *Sphagnum magellanicum*. Развитие сфагнового яруса на болоте совпало с первым сильным похолоданием начала XIV в. [Fagan, 2000], которое, по-видимому, способствовало более широкому развитию сфагновых мхов на мари.

Около 636–557 ^{14}C л.н. (630–570 кал. л.н.) в условиях увеличения атмосферного увлажнения и подъема грунтовых вод на мари более широкое распространение получили травы (осоки, хвощ, ирис). Марь была покрыта редкостойным лиственничником с багульником. Участие мхов в покрове сократилось, появился гидрофильный зеленый мох *Drepanocladus fluitans*, реагирующий на увеличение водно-минерального питания. Возможно, на болоте существовали небольшие озера.

Около 557–478 ^{14}C л.н. (570–510 кал. л.н.) в болотной растительности увеличивается роль сфагновых мхов, состав трав стал более разнообразным. Топяные сообщества включали заросли осок, пушицы, хвоща, тростника со сфагновыми мхами. Понижались значения рН. На мари существовал редкостойный лиственничник. Возросла роль атмосферного питания. С этого времени увеличилась частота наводнений, о чем свидетельствует появление планктонных видов диатомей в торфе.

В период 478–399 ^{14}C л.н. (510–450 кал. л.н.) в древесном ярусе наряду с лиственницей появилась береза, более широкое распространение которой, вероятно, связано с пожарами на склонах, окружающих марь. Среди трав стала преобладать пушица влагалищная (*Eriophorum vaginatum*), также являющаяся индикатором пожаров на болотах [Прозоров, 1974; Копотева, Купцова, 2011]. Среди кустарничков – хамедафне, багульник, клюква. Группы фаций с обилием пушицы и кустарничков характерны для болот, расположенных на окраине первой надпойменной террасы, гидрологический режим которых меняется от слабопроточного до застойного с атмосферным питанием [Прозоров, 1974].

В период 399–320 ¹⁴C л.н. (450–390 кал. л.н.) марь перешла в низинную стадию развития, сформировалось хвощево-осоковое болото. Повышение уровня грунтовых вод, скорее всего, связано с увеличением количества атмосферных осадков. На мари уменьшилась сомкнутость древесного яруса, в котором по-прежнему участвовали береза и лиственница. Ведущую роль в болотной растительности стали играть осоки с участием хвоща, ириса, лобелии. Присутствие сфагнофила осоки шаровидной (*Carex globularis*), характерной для ерниковых группировок, говорит о холодных условиях. В моховом покрове наряду со *Sphagnum magellanicum* появляются гипновые мхи, что свидетельствует об увеличении водно-минерального питания. Можно предположить, что усиление водно-минерального питания болота происходило за счет поступления грунтовых вод с обширной гари, образовавшейся в результате сильного пожара на склонах хр. Богаладза и занятой участком мелколиственного леса с преобладанием березы. В современных условиях на месте гари произошло восстановление хвойно-широколиственного леса [Атлас..., 2005]. В этот период происходили особенно сильные наводнения. Болотная обстановка становилась менее кислой.

Около 320–280 ¹⁴C л.н. (390–343 кал. л.н.) началась переходная стадия развития мари, снизился уровень грунтовых вод, увеличилась роль атмосферного питания. На мари образовались густые заросли хамедафны и багульника, практически отсутствовал древесный ярус. Лиственница могла встречаться единично. В травяном покрове стало много хвоща, увеличился процент покрытия мхами, по-прежнему преобладал *Sphagnum magellanicum* и присутствовали гипновые мхи. Резко возросли скорости торфонакопления (1.03 мм/год).

Около 280–240 ¹⁴C л.н. (343–294 кал. л.н.) на мари существовал сплошной ковер сфагновых мхов (*Sphagnum magellanicum*, *S. fallax*); в отдельных местах высокими темпами шло накопление редкого хвощево-сфагнового торфа. Наличие большого количества хвоща и увеличение в моховом покрове роли гипновых мхов (*Drepanocladus fluitans*) говорит о богатом водно-минеральном питании. Увеличилась степень обводнения мари, за счет этого сократился кустарничковый ярус, лиственница могла присутствовать единично. Возможно, повышение уровня грунтовых вод было связано с увеличением длительности существования сезонно-мерзлого слоя, способного удерживать высокий уровень почвенно-грунтовых вод. Эта фаза развития болота отвечает наиболее холодному эпизоду малого ледникового периода в XVII – начале XVIII в. (1645–1710 гг.) [Fagan, 2000].

Около 240–120 ¹⁴C л.н. (294–147 кал. л.н.) болото находилось в низинной стадии развития, в питании большую роль стали играть грунтовые воды, в напочвенном покрове резко возросла роль травянистых. Состав трав меняется от преобладания хвоща (*Equisetum fluviatile*), который активно рос на окраине мари, подмываемой рекой, до широкого развития осок с хвощом, манником, ирисом, когда русло реки отдалялось от мари. В моховом ярусе, который стал более разреженным, главную роль стал играть *Sphagnum fallax*. Более развитым стал кустарничковый ярус, в котором преобладал багульник. Возможно, около 200–240 л.н. на мари появилась ольха. В конце фазы начала распространяться лиственница. По данным диатомового анализа кислотность среды увеличивалась. Повысилось содержание североальпийских диатомей, обитающих на сфагновых болотах. С 200 ¹⁴C л.н. снижалась обводненность мари.

Около 120–80 ¹⁴C л.н. (147–100 кал. л.н.) на болоте получили широкое развитие кустарниковая береза, багульник, хамедафна, клюква. Травяной покров был разнообраз-

ный, много ириса, появились заросли тростника с плотным моховым ковром из *Sphagnum fallax* и *S. squarrosum*; последний встречается в покрове сырых и заболоченных лесов [Зверев, Бабешина, 2009], что говорит о снижении увлажнения мари, которая стала зарастать лесом. Из состава растительности исчез хвощ речной; можно предположить, что русло реки сдвинулось от мари в северном направлении. По данным диатомового анализа экологическая ситуация на мари была неустойчивая, отмечена тенденция к увеличению кислотности среды. Резко снизилось количество североальпийских видов диатомей (до 5 %).

Около 100–50 л.н. мари была покрыта густым травяно-сфагновым ковром с участием *Sphagnum squarrosum* и других видов секции *Cuspidata* с кустарничками и редкостойными лиственницами. Древесный ярус, образованный лиственницей, имел низкую сомкнутость. Шло дальнейшее снижение увлажнения краевой части мари, подмываемой рекой. Более широкое участие сфагновых мхов в растительности мари, вероятно, можно соотнести по времени с завершающей стадией малого ледникового периода в XIX в. После этого роль сфагновых мхов среди растений-торфообразователей значительно снижалась. В последние десятилетия отмечена тенденция к иссушению поверхности болота. На окраине мари в условиях естественного дренажа за счет подступившей реки сложилась тенденция к зарастанию кустарниковой березой, багульником и кустарничками, в наземном покрове главную роль стали играть травы, среди растений-торфообразователей появился вейник, сократилось участие сфагновых мхов. В моховом ярусе появился зеленый мох *Pleurozium schreberi*, характерный для лесных местообитаний. Условия для развития лиственничника на окраине болота стали более благоприятными. Снизилась кислотность болотной среды. Присутствие планктонных диатомей является свидетельством прохождения сильных наводнений в результате сильных ливней, вызванных циклонами.

Весь ход развития мари «Красный Яр» нетипичен для бассейна р. Амур [Прозоров, 1974; Bazarova et al., 2008, 2011]. Выделяется несколько стадий развития болота, каждая из которых начиналась с накопления низинного торфа при преобладании грунтового питания, затем наступала переходная стадия с накоплением евтрофно-мезотрофного и мезотрофного торфа, когда увеличивалась роль атмосферного питания. Наиболее длительный цикл охватывает суббореал и первую половину субатлантика: низинная стадия продолжалась около 2.5 тыс. лет (3385–1130 ^{14}C л.н., 3600–1060 кал. л.н.), переходная эвтрофно-мезотрофная – 250 лет (1130–872 ^{14}C л.н., 1060–810 кал. л.н.). Наиболее резкие и частые смены в развитии болотных ландшафтов происходили в последнее тысячелетие, когда выделяются три цикла, включавшие низинную и переходную стадии общей продолжительностью 180–160 лет (872–636 ^{14}C л.н., 810–630 кал. л.н.; 636–399 ^{14}C л.н., 630–450 кал. л.н.; 399–230 ^{14}C л.н., 450–294 кал. л.н.). Новый цикл накопления низинного торфа начался в последние 300 лет. Эти резкие изменения в развитии биотических компонентов мари происходили в малый ледниковый период, который отличался резкими изменениями температуры и увлажнения [Fagan, 2000]. Анализ изменения палеоклиматических параметров, реконструированных для Среднего Амура, показал, что в малый ледниковый период фазы похолоданий совпадают с уменьшением среднегодовой суммы осадков [Клименко и др., 2000]. По данным изучения разреза торфяника «Красный Яр» установлено, что в похолодания среди растений-торфообразователей увеличивалась роль сфагновых мхов. При этом обводнение болота могло быть высоким за счет большого запаса влаги в торфяных залежах при длительном сохранении сезонной мерзлоты.

История развития ландшафтов долины и окружающих горных склонов

Полученные данные позволяют восстановить развитие ландшафтов, начиная с похолодания, проявившегося на границе атлантик–суббореал. По оценкам, сделанным на основании изучения Егорьевского торфяника из района г. Благовещенск, в это похолодание средние температуры июля и года были на 1.5 °С, а января – на 2°С ниже современных, осадков выпадало меньше на 70 мм [Клименко и др., 2000]. Снижение увлажнения в интервале 4500–4000 ¹⁴С л.н. отмечено и для Нижнего Приамурья [Bazarova et al., 2011] и Приморья [Короткий и др., 1997]. В долине р. Бикин были широко распространены ерниковые заросли, в которых мог принимать участие можжевельник сибирский. На террасах росла лиственница и были развиты березовые леса. В состав долинных лесов входили ольха, ива, ильм. Нижние части склонов хребтов, окружающих марь «Красный Яр», были заняты полидоминантными широколиственными лесами с участием дуба, ильма, ореха, лип, бархата, кленов, с примесью берез и, возможно, ели. В кустарниковом ярусе были широко представлены лещина, сирень, элеутерококк, в покрове – папоротники, на осветленных местообитаниях – аралия. Такие леса, вероятно, сохранились в среднем течении р. Бикин с оптимума голоцена благодаря широтному простиранию долины. Сохранению рефугиума неморальной растительности, вероятно, способствовало положение хребтов, выполнявших барьерную роль и защищавших от холодных ветров с континента. В верхней части склонов были развиты пихтово-еловые леса.

В начале суббореала (4070–3370 ¹⁴С л.н., 4385–3610 кал. л.н.), когда начала формироваться марь, в условиях более влажного климата, близкого к современному или чуть холоднее, в долине были распространены ольшанники. В составе лесной растительности в низкогорье появился кедр корейский, стали распространяться кедрово-широколиственные леса. В горах более широкое распространение получали пихтово-еловые леса с участием березы.

Потепление около 3370–3111 ¹⁴С л.н. (3610–3290 кал. л.н.) привело к более широкому распространению кедрово-широколиственных лесов; вероятно, поднялась их верхняя граница в горах. В подлеске была широко распространена калина и, возможно, леспедеца, на опушках – также калина. Это потепление было выявлено и в других районах бассейна р. Амур [Клименко и др., 2000; Bazarova et al., 2008, 2011].

В конце суббореала (3102–2504 ¹⁴С л.н., 3290–2590 кал. л.н.) в лесной растительности снижалась роль широколиственных пород, расширялись площади, занятые березовыми лесами. Развитие мелколиственных лесов могло быть связано с частыми пожарами, которые в условиях снижения увлажнения охватывали не только марь, но и склоны. В конце периода расширились участки, занятые ельниками, что связано с похолоданием. Снижение увлажнения характеризует похолодание около 2800–2600 кал. л.н. в северной части области действия Азиатского муссона [Wanner et al., 2011]. Этот этап развития ландшафтов, выделенный для бассейна Среднего Бикина, хорошо сопоставляется с позднесуббореальной субстадией (SB-3) на северо-западе России, которая датируется в интервале 3100–2500 ¹⁴С лет [Arslanov et al., 1999].

Первая половина субатлантика (2504–1130 ¹⁴С л.н., 2590–1060 кал. л.н.) была неоднородным временным отрезком с точки зрения развития ландшафтов и характеризовалась быстрыми изменениями биотических компонентов, на которые большое влияние оказывали лесные пожары. В это время произошло одно из наиболее значительных похолоданий позднего голоцена [Борисова, 2014; Arslanov et al., 2001]. На Среднем Амуре в начале субатлантического периода отмечается похолодание с понижением средней

температуры года примерно на 1 °С, осадков выпадало меньше примерно на 50 мм/год [Клименко и др., 2000]. В Нижнем Приамурье это похолодание также сопровождалось уменьшением увлажнения [Bazarova et al., 2011]. Около 2504–2307 ¹⁴С л.н. (2590–2372 кал. л.н.) в бассейне Среднего Бикина произошла экспансия кедра корейского, нижние склоны хребтов занимали широколиственно-кедровые леса. Возможно, в низкогорье существовали монодоминантные кедровники. Близкие данные о резком увеличении участия кедра в лесной растительности получены на основании изучения мари урочища Диллалакчи (около 2725 ¹⁴С л.н.) [Разжигаева и др., 2016]. В условиях более прохладного климата отмечается снижение роли широколиственных пород. Сокращение роли кедра и расширение участков с березовыми лесами около 2307 ¹⁴С л.н. (2372 кал. л.н.) на хребтах, окружающих марь «Красный Яр», вероятно, связано с лесными пожарами. Выделяется кратковременный период около 1718–1522 ¹⁴С л.н. (1718–1500 кал. л.н.), когда в горах расширился пояс, занятый ельниками, что может соответствовать более холодной фазе. Холодный эпизод около 1600 кал. л.н. выделяется в бассейне Среднего Амура [Клименко и др., 2000]. Сильное похолодание с середины III в. н.э. с максимумом в середине V в., продолжавшееся до начала VII в., наблюдалось и в Китае [Wang, 1980]. Это палеоклиматическое событие имело глобальный характер [Arslanov et al., 2001; Wanner et al., 2011]. В конце выделенного этапа в бассейне р. Бикин вновь отмечено более широкое участие в лесной растительности берез, относящихся к разным секциям (*Betula sect. Albae*, *B. sect. Costatae*). Распространению березы могло способствовать и снижение увлажнения.

В малый оптимум голоцена в условиях потепления и увеличения увлажнения около 1130 ¹⁴С л.н., 1060 кал. л.н. в лесной растительности сократилось участие берез, в низкогорье вновь широкое распространение получили широколиственно-кедровые леса с более широким участием широколиственных пород. В бассейне р. Бикин в верхнем поясе гор (около 950 ¹⁴С л.н., 870 кал. л.н.) в темнохвойных лесах возрастало участие пихты. По оценкам, сделанным для Среднего Амура, средние температуры года и июля были на 1.5 °С, а января – на 1.5–2 °С выше современных, осадков в начале потепления выпадало на 25 мм больше, в конце – на 50 мм меньше, чем сейчас [Клименко и др., 2000]. Климат малого оптимума голоцена в Китае был также довольно влажным [Селиванов, 1994].

Малый ледниковый период характеризуется нестабильными климатическими условиями: было несколько разномасштабных похолоданий, разделенных относительными потеплениями. Климатические изменения этого времени были наиболее резкими и глубокими в голоцене [Борисова, 2014]. Начало малого ледникового периода с первой волной холода в первой половине XIV в., хорошо выраженное в других регионах [Fagan, 2000], в районе Среднего Бикина ярко не проявилось. В отличие от локальной растительности мари, где резко возросла роль сфагновых мхов, лесная растительность на склонах оставалась более инерционной. В палиноспектрах тенденция к похолоданию фиксируется снижением содержания пыльцы широколиственных пород; скорее всего, их участие в лесной растительности сократилось около 715–557 ¹⁴С л.н. (690–570 кал. л.н.).

В период 557–280 ¹⁴С л.н. (570–343 кал. л.н.) в лесах на склонах уменьшилось участие кедра корейского, расширились площади, занятые мелколиственными лесами. Эти изменения хорошо совпадают с началом холодной фазы, выделяемой после 1580 г. [Fagan, 2000]. Возможно, похолодание привело к расширению пояса темнохвойных лесов и каменноберезняков в горах. Увеличение роли березы могло быть связано с частым прохождением лесных пожаров. В Нижнем Приамурье климат малого ледникового

периода был влажным, среднегодовая температура была на 1–1.2 °С ниже современной, существенно снизилась роль широколиственных [Базарова и др., 2014].

Некоторое увеличение роли широколиственных в районе мари «Красный Яр», отмеченное около 557–478 ¹⁴С л.н. (570–510 кал. л.н.), могло быть связано с улучшением климатических условий в начале XVI в., зафиксированным во многих регионах [Fagan, 2000]. Потепление около 500 кал. л.н. проявилось в районе Среднего Амура [Клименко и др., 2000]. В Китае теплый эпизод фиксируется в XVI в. (около 1520–1560 гг.) [Zhen, Feng, 1986]. Резкое сокращение роли широколиственных установлено около 280–240 ¹⁴С л.н., 343–294 кал. л.н., что отвечает наиболее холодному эпизоду малого ледникового периода в XVII – начале XVIII в. (1645–1710 гг.) [Fagan, 2000]. Это похолодание было самым значительным и в бассейне р. Амур (район г. Благовещенск), средние температуры сезонов и года были ниже современных на 2 °С, осадков выпадало меньше на 100 мм, что является абсолютным минимумом за последние 2000 лет [Клименко и др., 2000]. Близкие значения падения среднегодовых температур (на 2 °С) приводятся для равнин Восточного Китая в XV–XVII вв. [Селиванов, 1994].

Около 200–160 ¹⁴С л.н. (245–196 кал. л.н.) роль кедра корейского в растительности склонов резко увеличивается, что отвечает широкому распространению широколиственно-кедровых лесов в бассейне среднего течения р. Бикин. Снижение содержания его пыльцы в подстилке может быть результатом антропогенного преобразования растительности бассейна р. Бикин в последние десятилетия за счет вырубок и пожаров.

Роль аazonальных факторов в развитии ландшафтов

В первую стадию в суббореале – первой половине субатлантика на развитие мари оказал большое влияние пирогенный фактор (см. рис. 6). В последнее тысячелетие больших пожаров на болоте не наблюдалось, что может быть связано с высоким обводнением мари. Зафиксировано только два периода (995–950 ¹⁴С л.н.; 918–870 кал. л.н. и 478–399 ¹⁴С л.н., 510–450 кал. л.н.), когда были пожары и на мари возникали производные сообщества с березой в древесном ярусе. На развитие ландшафтов на склонах хребтов, окружающих марь «Красный Яр», в среднем–позднем голоцене наряду с климатическими изменениями также сильно влияли пожары.

Развитие мари «Красный Яр» сильно отличается от хода эволюции одновозрастного болотного массива ур. Диллалакчи, расположенной в 15 км выше по течению от пос. Красный Яр в верхней части Среднебикинской впадины [Разжигаева и др., 2016]. Марь «Диллалакчи» имела направленный эволюционный ход – от низинной стадии к мезотрофной и далее к олиготрофно-мезотрофной. По-видимому, марь «Красный Яр» в последнее тысячелетие более чутко реагировала на изменение атмосферного увлажнения за счет своего положения в нижней части Среднебикинской впадины, перед орграфическим барьером, и динамика увлажнения водосбора во многом контролировала развитие и смену растений-торфообразователей. Наблюдается и асинхронность в проявлении масштабов палеонаводнений в разных частях среднего течения р. Бикин. Например, наводнения в период 2504–1718 ¹⁴С л.н., во время которых затапливалась крайняя часть мари «Красный Яр», не фиксировались в отложениях мари ур. Диллалакчи. Это может быть связано с дополнительным поступлением воды в сильные ливни за счет многочисленных притоков, выпадающих в р. Бикин ниже мари «Диллалакчи» и за счет более длительного стояния воды на мари «Красный Яр», расположенной в нижней части Среднебикинской впадины.

Выводы

Изучение развития мари «Красный Яр», возникшей в среднем–позднем голоцене около 4 тыс. ^{14}C л.н. в нижней части Среднебикинской впадины, показало, что биотические компоненты ландшафтов очень чутко реагировали на изменения климата. Развитие мари началось на участках накопления слоя глин, которые являются водоупорным горизонтом. Эта марь – во многом уникальный объект, поскольку имеет нетипичный для бассейна Амура ход развития, что может быть связано с близостью орографического барьера, оказывавшего влияние на гидрологический режим и развитие биотических компонентов. Особенно быстро и часто изменения локальных ландшафтов происходили в последнее тысячелетие, которое характеризуется разномасштабными глубокими климатическими сменами. Установлено несколько стадий развития мари, каждая из которых начиналась с накопления низинного торфа, затем наступала переходная евтрофно-мезотрофная стадия, связанная с увеличением роли атмосферного питания. Выделяется несколько циклов развития болотных ландшафтов, первый из которых был наиболее длительным и продолжался около 2.7–2.8 тыс. лет, в последнее тысячелетие циклы имели продолжительность 180–160 лет. В начале развития в суббореале – первой половине субатлантика на развитие мари большое влияние оказывал пирогенный фактор. За последние 1000 лет больших пожаров на мари не было.

Установлено, что появление лиственничников в этой части долины р. Бикин можно оценить не позднее, чем с похолодания, проявившегося на границе атлантик–суббореал. В это время в долине были широко распространены ерниковые заросли, нижнюю часть склонов занимали полидоминантные широколиственные леса, сохранившиеся с оптимума голоцена. Кедр корейский появился в составе лесной растительности низкогогорья в начале суббореала, а верхние уровни рельефа были заняты пихтово-еловыми лесами с березой. Экспансия кедра корейского в бассейне среднего течения р. Бикин произошла около 2.6–2.3 тыс. л.н. Отмеченное сокращение роли кедра и расширение участков с березовыми лесами в первой половине субатлантика могли быть связаны с лесными пожарами. Большое распространение широколиственно-кедровые леса вновь получили в малый оптимум голоцена около 1130 ^{14}C л.н., 1060 кал. л.н. Тенденция к похолоданию (снижение содержания пыльцы широколиственных пород) отмечена около 700 л.н., что соответствует началу малого ледникового периода. Кардинальных изменений в лесной растительности не было: в кратковременные периоды похолодания возрастала роль темнохвойных и березы, в периоды потепления увеличивалось участие широколиственных пород.

Благодарности

Авторы выражают благодарность Алисе и Степану Суляндзига (пос. Красный Яр) за помощь в организации экспедиционных работ и Н.П. Домре (Биолого-почвенный институт ДВО РАН) за подготовку проб для спорово-пыльцевого анализа. Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 15-05-00171) и программы «Дальний Восток» (грант № 15-1-6-097).

Литература

Алешинская З.В., Болиховская Н.С., Болиховский В.Ф. Миграция высотных поясов растительности среднего Сихотэ-Алиня в голоцене // Докл. АН СССР. 1980. Т. 254, № 4. С. 949–963.
Атлас лесов Приморского края. Владивосток: ДВО РАН, 2005. 76 с.

- Бабешина Л.Г., Дмитрук В.Н., Дмитрук С.Е.* Экологические группы сфагновых мхов Томской области // Докл. ТУСУРа. 2004. С. 61–63.
- Базарова В.Б., Гребенникова Т.А., Орлова Л.А.* Динамика природной среды бассейна Амура в малый ледниковый период // География и природные ресурсы. 2014. № 3. С. 124–132.
- Барина С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В.* Биоразнообразие водорослей - индикаторов окружающей среды. Тель-Авив: PiliesStudio, 2006. 498 с.
- Белянин П.С.* Развитие геосистем бассейна реки Бикин (Дальний Восток) в среднем и позднем голоцене // География и природные ресурсы. 2013. № 1. С. 105–111.
- Бикин: Опыт комплексной оценки природных условий, биоразнообразия и ресурсов / *Глуценко Ю.Н., Ермошин В.В., Киселев А.Н., Розенберг В.А., Шибнев Ю.Б., Бочарников В.Н., Вышин И.Б., Дюкарев В.Н., Мошков А.В., Соловей А.А., Вертель А.В., Тураев В.А., Дунишенко Ю.М., Киселев А.В., Красношеев С.М., Красношеева Т.А.*; ред. *В.Н. Бочарников.* Владивосток: Дальнаука, 1997. 156 с.
- Борисова О.К.* Ландшафтно-климатические изменения в голоцене // Изв. РАН. Сер. Геогр. 2014. № 2. С. 5–20.
- Властова Н.В.* Торфяные болота Сахалина. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1960. 166 с.
- Гарцман Б.И.* Дождевые наводнения на реках юга Дальнего Востока: методы расчетов, прогнозов, оценок риска. Владивосток: Дальнаука, 2008. 223 с.
- Гуков Г.В.* Лиственницы и лиственничные леса Российского Дальнего Востока. Владивосток: ГТС ДВО РАН, 2009. 350 с.
- Диатомовые водоросли СССР: ископаемые и современные. Л.: Наука, 1974. Т 1. 400 с.
- Зверев А.А., Бабешина Л.Г.* Оценка условий местообитаний сфагновых мхов Западно-Сибирской равнины по ведущим экологическим факторам: объекты, материалы и методические основы // Вестн. Том. гос. ун-та. 2009. № 325. С. 167–173.
- Клименко В.В.* Климат: непрочитанная глава истории. М.: Изд. дом МЭИ, 2009. 408 с.
- 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.
- Колесников Б.П.* Кедровые леса Дальнего Востока. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1956а. 262 с. (Тр. ДВФ АН СССР. Сер. бот. Т. 2 (4)).
- Колесников Б.П.* Природное районирование Приморского края // Вопросы сельского и лесного хозяйства Дальнего Востока. Владивосток, 1956б. Вып. 1. С. 5–16.
- Колесников Б.П.* Растительность // Южная часть Дальнего Востока. М.: Наука, 1969. С. 206–250.
- Копотева Т.А., Купцова В.А.* Пирогенный фактор на маревых болотах Приамурья // Вестн. Северо-Восточ. науч. центра ДВО РАН. 2011. № 3. С. 37–41.
- 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.
- Короткий А.М., Караулова Л.П., Троицкая Т.С.* Четвертичные отложения Приморья: Стратиграфия и палеогеография. Новосибирск: Наука, 1980. 234 с.
- Короткий А.М., Гребенникова Т.А., Пушкарь В.С., Разжигаева 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.
- Палеоклиматы и палеоландшафты нетропического пространства Северного полушария. Поздний плейстоцен – голоцен. М.: ГЕОС, 2009. 120 с.

- 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.
- Покровская И.М. Методика камеральных работ // Палеопалинология. Л.: Недра, 1966. Т. 1. С. 32–61.
- Прозоров Ю.С. Болота Нижнеамурских низменностей. Новосибирск: Наука, 1974. 211 с.
- Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Мохова Л.М., Паничев А.М., Копотева Т.А., Арсланов Х.А., Максимов Ф.Е., Старикова А.А., Крупская В.В. Палеоклиматическая и палеоландшафтная записи в голоценовых отложениях среднего течения реки Бикин (Приморье) // Тихоокеанская геология. 2016. Т. 35, № 5. С. 86–100.
- Селиванов А.О. Изменения климата Восточной и Центральной Азии за последние тысячелетия // Изв. РАН. Сер. геогр. 1994. № 3. С. 116–124
- Хершберг Л.Б., Михайлик Е.В., Пушкарь В.С., Вачаев Б.И. Строение, вещественный состав илистой толщи шельфа юга Приморья и перспективы ее освоения // Тихоокеанская геология. 2013. Т. 32, № 2. С. 90–99.
- 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.
- 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.
- 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 // Quarter. Intern. 2008. V. 179. P. 9–19.
- 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 // Quarter. Intern. 2011. V. 237. P. 83–92.
- Fagan B. The Little Ice Age: How climate made history 1300–1850. N.Y.: Basic Books, 2000. 146 p.
- Post J.E., Bish D.L. Rietveld refinement of crystal structures using powder X-ray diffraction data // Rev. in Miner. and Geoch. 1989. V. 20. P. 277–308.
- Wang P.K. On the relationship between winter thunder and the climatic change in China in the past 2200 years // Climatic Change. 1980. V. 3, N 1. P. 37–46.
- 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.
- Zhen S., Feng L. Historical evidence of climatic instability above normal in cool periods in China // Scientia Sinica (Ser. B). 1986. V. 29, N 4. P. 441–448.

Сведения об авторах

РАЗЖИГАЕВА Надежда Глебовна – доктор географических наук, заведующая лабораторией, Тихоокеанский институт географии ДВО РАН. 690041, г. Владивосток, ул. Радио, д. 7. Тел.: +7 (423) 232-06-64. E-mail: nadyar@tig.dvo.ru

ГАНЗЕЙ Лариса Анатольевна – кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник, Тихоокеанский институт географии ДВО РАН. 690041, г. Владивосток, ул. Радио, д. 7. Тел.: +7 (423) 232-06-64. E-mail: lganzey@tig.dvo.ru

ПАНИЧЕВ Александр Михайлович – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, Тихоокеанский институт географии ДВО РАН. 690041, г. Владивосток, ул. Радио, д. 7. Тел.: +7 (423) 237-59-34. E-mail: sikhote@mail.ru

ГРЕБЕННИКОВА Татьяна Афанасьевна – кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник, Тихоокеанский институт географии ДВО РАН. 690041, г. Владивосток, ул. Радио, д. 7. Тел.: +7 (423) 232-06-64. E-mail: tagrebennikova@mail.ru

МОХОВА Людмила Михайловна – научный сотрудник, Тихоокеанский институт географии ДВО РАН. 690041, г. Владивосток, ул. Радио, д. 7. Тел.: +7 (423) 232-06-64. E-mail: ludmila-mokhova@list.ru

КОПОТЕВА Татьяна Андреевна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Институт водных и экологических проблем ДВО РАН. 680000, г. Хабаровск, ул. Дикопольцева, д. 56. Тел.: +7 (4212) 22-75-73. E-mail: kopoteva@ivep.as.khb.ru

КУДРЯВЦЕВА Екатерина Петровна – старший научный сотрудник, Тихоокеанский институт географии ДВО РАН. 690041, г. Владивосток, ул. Радио, д. 7. Тел.: +7 (423) 232-06-64. E-mail: katya@tig.dvo.ru

АРСЛАНОВ Хикматулла Адиевич – доктор географических наук, профессор, главный специалист, Санкт-Петербургский государственный университет. 199178, г. Санкт-Петербург, ВО 10-я линия, д. 33. Тел.: +7 (812) 328-54-74. E-mail: arskanivkh@mail.ru

МАКСИМОВ Федор Евгеньевич – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, Санкт-Петербургский государственный университет. 199178, г. Санкт-Петербург, ВО 10-я линия, д. 33. Тел.: +7 (812) 328-54-74. E-mail: maksimov-fedor@yandex.ru

СТАРИКОВА Анна Александровна – кандидат химических наук, младший научный сотрудник, Санкт-Петербургский государственный университет. 199178, г. Санкт-Петербург, ВО 10-я линия, д. 33. Тел.: +7 (812) 328-54-74. E-mail: tournament@chem.spbu.ru

ЗАКУСИН Сергей Вячеславович – младший научный сотрудник, Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН. 119017, г. Москва, Старомонетный пер., д. 35; аспирант, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова. 119991 г. Москва, ГСП-1, Воробьевы горы, д. 1. Тел.: +7 (499) 230-82-96. E-mail: zakusinsergey@gmail.com

RESPONSE OF LANDSCAPES OF SIKHOTE-ALIN WESTERN SLOPES TO MIDDLE-LATE HOLOCENE CLIMATIC CHANGES

**N.G. Razzhigaeva¹, L.A. Ganzey¹, A.M. Panichev¹, T.A. Grebennikova¹,
L.M. Mokhova¹, T.A. Kopoteva², E.P. Kudryavtseva¹, Kh.A. Arslanov³,
F.E. Maksimov³, A.A. Starikova³, S.V. Zakusin^{4,5}**

¹ Pacific Institute of Geography, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia

² Institute of Water and Ecological Problems, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Khabarovsk, Russia

³ St.-Petersburg State University, St.-Petersburg, Russia

⁴ Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

⁵ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Abstract. The response of landscape biotic components of the western slope of the Sikhote-Alin Mountains (Middle Bikin River) to the middle-late Holocene climate changes is discussed. The object for paleoreconstruction was «Krasny Yar» mari, development of which was controlled by multidirectional short periodic climatic changes. Particularly rapid and frequent changes in local landscapes oc-

curred in the last millennium. Closely spaced orographic barrier strongly affected development of biotic components and changes in the hydrological regime of the swamp. The moisture dynamics within the river catchment largely controlled development and change of peat-forming plants. Several stages of the mari development were reconstructed, each began from the accumulation of eutrophic peat. Then the transition eutrophic-mesotrophic stage associated with an increase of the role of atmospheric supply came. Larch forests appeared in this part of the valley not later than at Atlantic–Subboreal boundary cooling. Korean pine appeared in the forest vegetation in the low mountain relief at the beginning of Subboreal, and became one of the leading tree ~ 2.6–2.3 ka years ago. Decreasing of the Korean pine role and birch forests expansion were marked in the first half of Subatlantic that could be related to fires. Broadleaf-Korean pine forests became widespread at Medieval Warm Period. Local swamp landscapes changed dramatically in the Little Ice Age, but major changes were not found in the slope vegetation. Fires influenced on the landscape development too, derivatives community with birch appeared on the mari, periods of fire frequency increasing were found. The periods when floods often occurred within this part of the valley were revealed.

Keywords: mari, pollen analysis, diatom analysis, botanic analysis, radiocarbon dating, paleolandscapes, climatic changes, Holocene, flood, fires, Bikin River, Sikhote-Alin.