

УДК 551. 8

С. А. РЕШЕТОВА*, Е. В. БЕЗРУКОВА**, В. ПАНИЗЗО***, Э. ХЕНДЕРСОН****,
А. Б. ПТИЦЫН*, А. В. ДАРЬИН*****, И. А. КАЛУГИН*****

*Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, г. Чита

**Институт археологии и этнографии СО РАН, г. Новосибирск

***Центр исследований окружающей среды, г. Лондон, Великобритания

****Школа географии, политики и социологии, г. Ньюкасл, Великобритания

*****Институт геологии и минералогии СО РАН, г. Новосибирск

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ В ПОЗДНЕЛЕДНИКОВЬЕ И ГОЛОЦЕНЕ

Представлены новые материалы исследований донных осадков оз. Арахлей, содержащих непрерывную запись эволюции растительности Беклемишевской котловины и ее горного обрамления за последние 13 500 лет.

Ключевые слова: донные отложения озер, палинологический анализ, радиоуглеродное датирование, позднеледниковье, голоцен.

New data were presented on the Arakhley Lake bottom sediments containing continuous record of vegetation evolution within the Beklemishevsky basin and its mountainous surroundings for the past 13 500 years.

Keywords: lacustrine bottom sediments, palynological analysis, radiocarbon dating, Late Glacial period, Holocene.

ВВЕДЕНИЕ

В результате многолетних исследований проблемы изменения природной среды и климата в позднеледниковье и голоцене на основе данных палинологического анализа был получен детальный материал по палеогеографии Прибайкалья [1–3] и Западного Забайкалья [4]. Для территории Центрального Забайкалья (в пределах Забайкальского края) такие сведения немногочисленны. Известны, например, результаты изучения донных отложений оз. Танга [5], где рассматривается эволюция растительности западной части Читинской области с раннего голоцена. Разрез пойменных отложений р. Или, левого притока р. Онон, позволил реконструировать растительность и климат Юго-Восточного Забайкалья в среднем и позднем голоцене [6].

В 2005 г. авторами была получена палинологическая запись из донных осадков оз. Арахлей, характеризующая изменения растительности Беклемишевской котловины за последние 1900 лет [7]. В настоящей публикации представлены новые материалы исследований донных осадков озера, содержащих непрерывную запись эволюции растительности котловины и ее горного обрамления за последние 13 500 лет.

ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРРИТОРИИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Озеро Арахлей входит в систему Ивано-Арахлейских озер, имеющих статус заказника и располагающихся на водоразделе Ленского и Ангаро-Енисейского бассейнов. Само озеро находится в 70 км к западу от г. Читы на высоте 965 м над ур. моря, в тектонической мульде мезо-кайнозойского возраста — Беклемишевской котловине (рис. 1). Согласно схеме физико-географического районирования, большая часть рассматриваемой территории относится к Витимской таежно-плоскогорной провинции. Природное своеобразие территории определяется ее положением на стыке двух физико-географических областей — Байкало-Джугджурской и Южно-Сибирской [8].

Озеро Арахлей самое глубокое (максимальная глубина 17 м, средняя — 10,4 м) и крупное в системе Ивано-Арахлейских озер. Площадь зеркала озера около 58 км². Речной приток составляет 47,5 %, остальное — атмосферные осадки. При этом в расходной части водного баланса преобладает испарение (80 %) и только 20 % — жидкий сток. Последнее позволяет предполагать высокую чувствительность водного баланса и связанного с ним осадконакопления к изменениям климата.

© 2013 Решетова С. А. (srescht@mail.ru), Безрукова Е. В. (bezrukova@igc.irk.ru),

Паниззо В. (v.n.panizzo@ucl.ac.uk), Хендерсон Э. (andrew.henderson@ncl.ac.uk),

110 Птицын А. Б. (aleksei_pticyn@mail.ru), Дарьин А. В., Калугин И. А. (ikalugin@igm.nsc.ru)

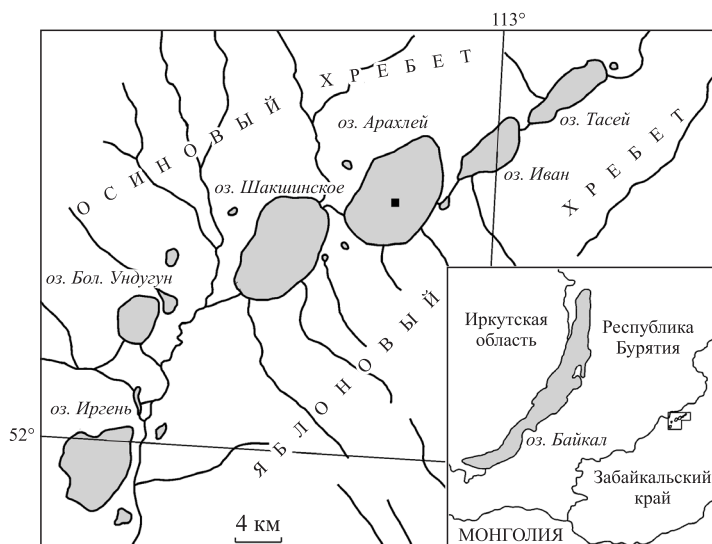
Рис. 1. Схема района работ.

Место отбора керна показано черным квадратом.

Климат в районе оз. Арахлей резко континентальный, с разницей сезонных температур от $-19,3^{\circ}\text{C}$ (октябрь–март) до $12,7^{\circ}\text{C}$ (апрель–сентябрь), что обусловлено горным рельефом. Среднегодовая сумма осадков 343 мм, их основная доля (80–90 %) приходится на теплый период (июль–август) [9]. Преобладают ветра северо-западного и западного направления.

Важная особенность растительного покрова — высотная поясность и хорошо выраженная асимметрия склонов. Склоны южной экспозиции (Осиновый хребет) крутые и сухие, а склоны северной экспозиции (Яблоновый хребет) пологие и хорошо увлажненные.

Согласно схеме ботанико-географического районирования Байкальской Сибири, рассматриваемая территория принадлежит к Евразийской хвойно-лесной области, Восточно-Сибирской подобласти светлохвойных лесов [10]. Окружают впадину горнотаежные леса, покрывающие более 40 % ее территории. Доминируют лиственничные леса из лиственницы Гмелина. Незначительные площади заняты сосновыми лесами. Березовые леса встречаются в виде небольших присклоновых участков в днище впадины. Монодоминантные сосновые и березовые леса редки, для них характерна примесь лиственницы Гмелина. Ель иногда входит в состав лиственничных лесов. По берегам озер распространены мезоксерофильные степи. Лугово-болотная растительность встречается на участках, прилегающих к озерам и руслам рек. Кустарниковая растительность из ивы и кустарниковой березы обычна для пологих склонов и речных русел [11].



МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Керн озерных отложений длиной 166 см с ненарушенной последовательностью слоев был отобран в 2007 г. с помощью поршневой трубки в центральной части озера (см. рис. 1) с глубины 15 м в точке с координатами $52^{\circ}12'44,2''$ с. ш., $112^{\circ}53'16,8''$ в. д. Осадок представлял собой обводненный внешне однородный глинисто-органический ил черно-зеленого цвета.

Пробы для палинологического анализа отобраны с шагом 3 см в интервале 0–40 см, 5 см — 40–135 см и 2 см — 133–166 см. Подготовка проб и палинологический анализ проводились в лаборатории геохимии и рудогенеза ИПРЭК СО РАН с применением стандартной методики [12] и с помощью микроскопа Zeiss Axiolab при 400-кратном увеличении. Одновременно с подсчетом и определением спор и пыльцы на этих же слайдах велся подсчет остатков ценобиов зеленых водорослей рода *Pediastrum*. При расчете процентного содержания индивидуальных таксонов в спектрах за 100 % принималось общее количество пыльцы наземных растений без учета пыльцы водных таксонов, спор и водорослей, расчет обилия которых проводился от общего содержания подсчитанных в образце пыльцы и спор.

Результаты ^{14}C -датирования отложений оз. Арахлей и скорость аккумуляции отложений

Глубина от поверхности керна, см	Калиброванный возраст, календ. годы	Скорость аккумуляции, мм/год
14,5	2353,5	0,1
50,0	5087,0	0,12
144,0	13 009,5	0,13

Возрастная модель осадочного разреза отложений оз. Арахлей базируется на трех определениях радиоуглеродного возраста методом ускоренной масс-спектрометрии (см. таблицу). Датирование отложений выполнено по общему органическому веществу в радиоуглеродной лаборатории г. Познань (Польша). Значения прямого радиоуглеродного возраста пересчитаны в калиброванные по отношению к 2005 г. с использованием программы IntCal_09, OxCal v. 4.1 [13]. Возраст слоев, изученных с помощью палинологического анализа, рассчитан методом линейной интерполяции с учетом значений скоростей аккумуляции отложений (см. таблицу). Принимая во внимание интер-

вал отбора образцов (в среднем 4 см), можно сделать вывод о том, что временное разрешение полученной палинологической записи составляет около 250 лет. Далее в тексте все возрастные оценки приведены в калиброванном летоисчислении.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На спорово-пыльцевой диаграмме (рис. 2) выделено семь палинозон, характеризующихся изменением общего состава спорово-пыльцевых спектров (СПС) и их индивидуальных таксонов.

Палинозона 7 (до ~13 500 л. н.) *Poaceae–Cyperaceae*. В СПС доминирует пыльца травянистых растений: полыней, злаков и осок. В составе пыльцы древесных растений встречаются единичные зерна пыльцы ели, березы, кедра и сосны. СПС этой зоны характеризуются высоким содержанием переотложенных мезозойских и неогеновых миоспор.

Палинозона 6 (~13 500–12 850 л. н.) *Salix–Duschekia–Betula alba-type–Betula nana-type*. В СПС повысилось обилие пыльцы ивы и ольховника, а также пыльцы берез обеих секций. Значительно сократилось количество переотложенных миоспор.

Палинозона 5 (~12 850–11 750 л. н.) *Larix–Betula nana-type–Betula alba-type*. В СПС зоны преобладает пыльца древесной березы, хотя содержание пыльцы кустарниковой березы остается довольно высоким. Обилие пыльцы лиственницы изменяется от 1 до 2,2 %. Количество переотложенных форм сократилось до единичных экземпляров. Встречаются остатки водорослей рода *Pediastrum*.

Палинозона 4 (~11 750–10 500 л. н.) *Larix–Betula alba-type*. В СПС зоны обильна пыльца древесной березы (до 30–40 %). Количество пыльцы ели не превышает 3–4 %. В СПС верхней части палинозоны определена пыльца пихты и ильма. В спектрах этой зоны отмечено максимальное содержание *Pediastrum*.

Палинозона 3 (~10 500–9000 л. н.) *Pinus sibirica–Abies–Larix–Picea*. В СПС зоны количество пыльцы ели (до 20 %) достигло максимальных значений, кедр — до 9–18 %, лиственницы — до 4 %. Обилие зеленых водорослей снизилось до единичных значений.

Палинозона 2 (~9000–6500 л. н.) *Betula alba-type–Larix*. В СПС зоны содержание пыльцы темнохвойных элементов сократилось до 1–2 %, приблизившись к их значениям в поверхностной пробе.

Палинозона 1 (~6500 л. н.—современность) *Pinus sylvestris–Larix*. СПС зоны характеризуются господством (60–80 %) пыльцы сосны и лиственницы.

Анализ полученного материала позволил рассмотреть историю растительности Беклемишевской котловины на протяжении заключительной части позднеледниковья и всего голоцена и выделить несколько фаз в ее развитии. Согласно принципам выделения и описания пыльцевых зон [14], наименование зоны дается по названию вида с максимальным содержанием пыльцы и видов, имеющих подчиненное значение, но характерных для данной зоны. При этом вид, пыльца которого преобладает в СПС, в названии зоны ставится на последнее место. При реконструкции растительности в первую очередь учитывается информация об особенностях пыльцевой продуктивности разных растений, распространения пыльцы природными агентами и степени ее сохранности в ископаемом состоянии, и в описании реконструированных растительных группировок в ряде случаев господствующим становится таксон, пыльца которого в СПС составляла незначительную часть. Описание пыльцевых зон и интерпретация палинологического материала в настоящей статье проведены с учетом этих методических аспектов палинологического анализа.

Высокое процентное содержание пыльцы трав (см. рис. 2), особенно злаков, осок, полыней, свидетельствует о мозаичности растительного покрова на заключительном этапе последнего оледенения, ранее 13 500 л. н. (зона 7). Основные площади побережья озера были заняты заболоченными осоково-злаковыми ассоциациями. Постоянное присутствие в СПС пыльцы древесных растений позволяет предполагать существование на водоразделах редколесий из ели и березы. Растительность подобного облика характерна для холодного климата с недостаточным атмосферным увлажнением, одновременно она указывает на высокую степень почвенного увлажнения. Последнее могло быть обусловлено широким развитием многолетней мерзлоты, протаивание которой в летние сезоны и было источником почвенной влаги, достаточной для заболоченных растительных ассоциаций, размыва и разрушения более древних пород, поставлявших в осадки озера миоспоры мезозойского и неогенового возраста.

Позднее, ~13 500–12 850 л. н. (зона 6), наряду с елью и лиственницей началось широкое расселение кустарниковых берез, ивы. Скорее всего, эти древесные растения формировали участки лесотундр, а ивы и кустарниковые березы — кустарниковые тундры. Появление в спектрах пыльцы эфед-

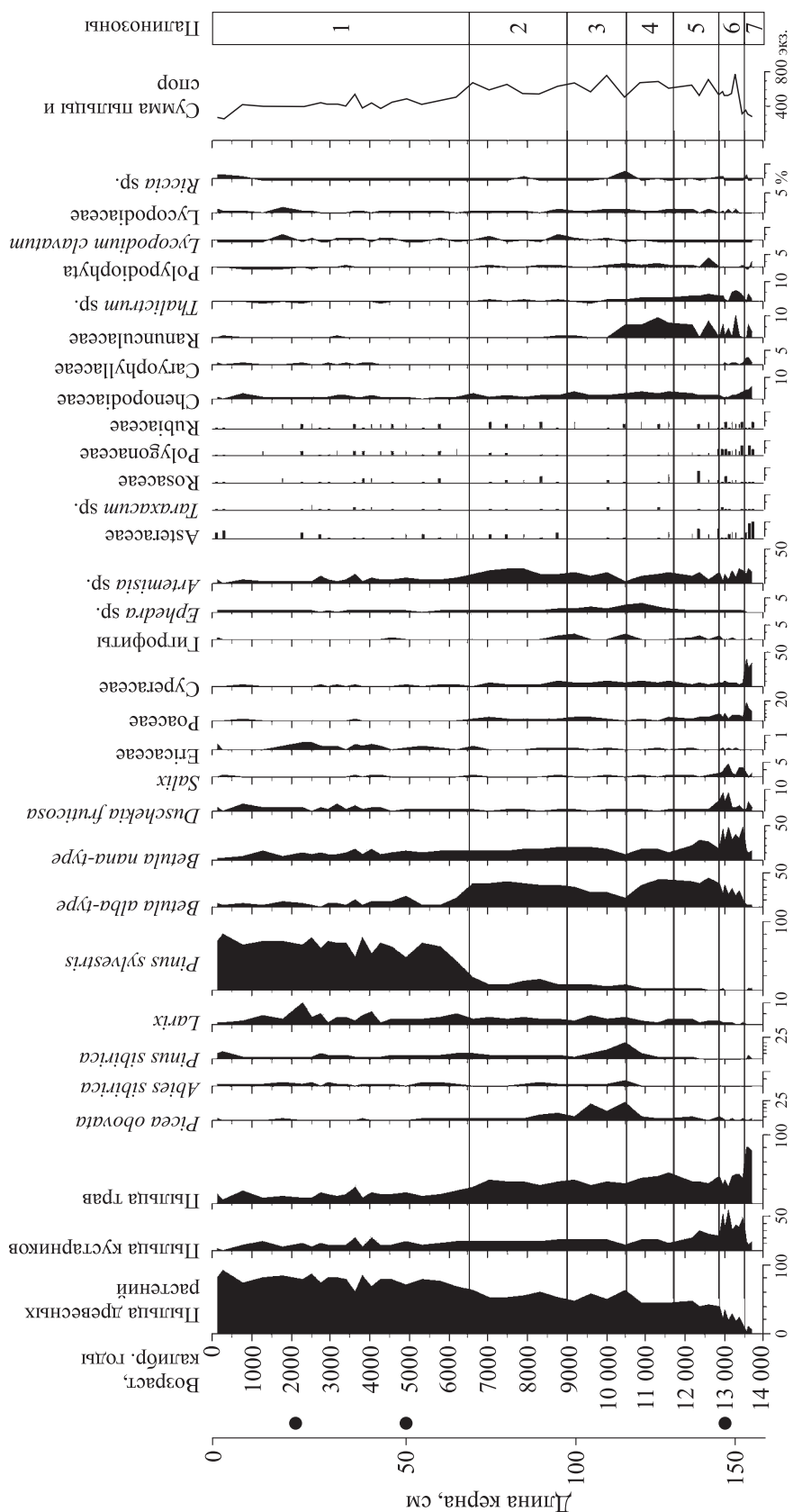


Рис. 2. Сторово-пыльцевая диаграмма донных отложений оз. Арахлей. Точками показаны положения уровней, датированных методом AMS ¹⁴C.

ры (хвойника) свидетельствует о развитии остепненных участков. Климат оставался холодным и недостаточно влажным. Хронологически отложения, вмещающие СПС зоны 6, соответствуют интервалу улучшения климата интерстадиала аллерёд [15].

Значительное расширение лесных ассоциаций из березы древовидной и лиственницы с участием ели, а также мезоксерофитных травянистых сообществ (полынь, лютиковые) стало характерной чертой следующей фазы в развитии региональной растительности Беклемишевской котловины, ~12 850–11 750 л. н. (зона 5). Резкое сокращение ивовых и ольховниковых ассоциаций может свидетельствовать об уменьшении зимних атмосферных осадков, активизации многолетней мерзлоты. В хронологической шкале этот интервал соответствует стадиям поздний дриас [15]. Характер реконструированной региональной растительности позволяет предположить, что ухудшение климата этого времени, проявлявшееся глобально [16, 17] и обычно приводившее к сокращению лесной растительности, в Беклемишевской котловине не препятствовало ее прогрессирующему распространению, хотя климат был холодным и недостаточно влажным. При этом следует заметить, что пыльца березы древовидной разносится ветром на расстояния в несколько десятков километров и рассматривается в качестве индикатора региональной растительности [1, 18]. Содержание пыльцы лиственницы в СПС этой зоны изменяется от 1 до 2,2 %, а пыльцы ели от 5 до 6 %. Присутствие даже такого небольшого количества пыльцы этих древесных растений свидетельствует об их значительном участии в составе растительности вблизи разреза. Такое заключение базируется на сведениях о степени представленности пыльцы лиственницы и ели в региональных СПС [19, 20]. Наряду с пылью лиственницы индикатором локальной растительности рассматривается пыльца и кустарниковой березы, и практически всех трав, представленных в СПС из отложений этого времени [19, 20]. Следовательно, на протяжении интервала времени, аналогичного позднему дриасу, в составе локальной растительности вблизи оз. Арахлей доминировали кустарниковые и травяные тундры с островками лесотундровой растительности из лиственницы и ели. В составе региональной растительности преобладали березовые группировки. Сравнение характера растительности позднего дриаса Беклемишевской котловины с Западным Забайкалем и Прибайкалем показывает, что там также преобладали лесотундровые ассоциации с березой, елью, лиственницей, тундровые группировки из березы кустарниковой и мезоксерофитные травянистые. Разница заключается в более широком распространении еловых лесотундр в Западном Забайкалье и Прибайкалье, чем в Беклемишевской котловине [17].

В период с ~11 750 до ~10 500 л. н. (зона 4) сократились площади кустарниковых тундровых группировок из кустарниковых берез. В составе древесной растительности снизилась доля лиственницы. Вблизи озера существовали мезоксерофитные травянистые группировки. Древесная береза стала основным элементом лесной растительности. Максимум пыльцы хвойника позволяет реконструировать расширение участков полупустынно-степной растительности. Подобные изменения в составе растительности свидетельствуют о кратковременном ухудшении климата, снижении доступной для растений влаги. В это же время отмечается ухудшение условий для древесной растительности и в бассейне оз. Котокель [21].

Наступление умеренно теплого и влажного климата в Беклемишевской котловине произошло после ~10 500 л. н. и ознаменовалось распространением древесной растительности с преобладанием лиственницы, ели, березы. Высокое обилие пыльцы сосны сибирской и пихты свидетельствует о самом широком за весь исследованный интервал времени (~10 500–9000 л. н.) развитии здесь темнохвойной лесной растительности (зона 3). Появление пихты — элемента древесной растительности Сибири, наиболее чувствительного к изменению зимних температур и влажности почв и воздуха, служит индикатором регионального оптимума голоцена. На потепление климата в Беклемишевской котловине в то время указывает и обилие в озере ценобиев зеленых водорослей рода *Pediastrum*. По данным П. Б. Виппера и др. [22], на рубеже 10 500 л. н. в Центральной Монголии влажный и холодный климат сменился теплым и сухим, что привело к обмелению водоемов. Максимальное распространение темнохвойных лесов из ели, пихты с сосной сибирской на смежной территории Прибайкалья также началось 10 500–10 000 л. н. [2, 22–24], означая наступление самого влажного в голоцене климата со сглаженным проявлением сезонных контрастов (пониженной континентальностью), деградацией многолетней мерзлоты. Окончание максимального распространения темнохвойных влажных лесов в Беклемишевской котловине имело место около 9000 л. н., хотя роль ели была значительна почти до 8000 л. н. На территории Прибайкалья завершение влажного периода голоцена с максимумом развития елово-пихтовых лесов произошло позднее, 7000–6000 л. н. [2, 25], а в бассейне оз. Котокель ель деградировала гораздо раньше — около 10 000 л. н. [21], хотя несколько повышенные значения обилия ее пыльцы еще сохранялись примерно до 9000 л. н.

Состав СПС из отложений, сформированных в интервале от 9000–8000 до 6500 л. н. (зона 2), позволяет говорить об ухудшении климатических условий Беклемишевской котловины. В это время сократились площади мезофильных темнохвойных пород. Ель, как и в настоящее время, уже существовала в форме примеси в составе лиственничных лесов. В региональной растительности снова стали преобладать лиственничные и березовые группировки с участием сосны обыкновенной. Вблизи оз. Арахлей локально могли встречаться лиственничники с мезоксерофитным разнотравьем, а прибрежные участки озера были заняты заболоченными ерниковыми группировками.

Около 6500 л. н. произошло резкое изменение состава доминант лесного комплекса Беклемишевской котловины. Березово-лиственничные леса сменились сосново-лиственничными (зона 1) современного облика. Ведущая роль в них стала принадлежать светлохвойной таежной растительности из сосны и лиственницы. Быстрое расселение сосны в то время отмечено и для бассейнов других озер Забайкалья [5]. Вся совокупность палинологических данных свидетельствует о переходе климата Беклемишевской котловины к менее влажному и более континентальному. Распространение сосны обыкновенной на огромной смежной территории бассейна оз. Байкал 7000–6000 л. н. рассматривается как переходный период в голоцене [2, 25]. Реконструкция климата бассейнов озер Байкал и Хубсугул показала, что экспансия сосны обыкновенной началась в условиях повышения средних зимних и летних температур и, наоборот, при значительном снижении среднегодовой суммы атмосферных осадков позднее 7000 л. н. [24–26]. Следовательно, и климат Беклемишевской котловины стал значительно ариднее, с резкой контрастностью средних температур летних и зимних сезонов. Сильное сокращение лиственничных лесов вокруг оз. Арахлей в последние несколько сотен лет могло стать результатом антропогенной нагрузки на эту территорию.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Новая палинологическая запись из донных осадков оз. Арахлей, датированных методом ускорительной масс-спектрометрии (^{14}C), позволила восстановить динамику климатических условий, локальной и региональной растительности Беклемишевской котловины и вблизи озера и выделить основные рубежи ее смен за последние более чем 13 500 лет.

Растительный покров этой территории до 13 500 л. н. характеризовался мозаичностью, сочетанием влажных заболоченных и остепненных группировок в условиях холодного климата с недостаточным атмосферным и высоким почвенным увлажнением. Последнее могло быть связано с развитием многолетней мерзлоты, которая летом была источником почвенной влаги.

С потеплением около 13 500–12 800 л. н., аналогичным по времени улучшению климата интерстиадиала аллерёд, на исследуемой территории началось расселение древесной и кустарниковой растительности с преобладанием лиственницы и березы. Ель занимала незначительные площади, хотя доля ее участия была выше, чем в современной растительности. На протяжении интервала ~12 850–11 750 л. н., аналогичного позднему дриасу, в составе локальной растительности вблизи оз. Арахлей доминировали открытые пространства кустарниковых и травяных тундр с примесью лиственницы и ели. В составе региональной растительности преобладали березовые группировки. Сравнение характера растительности позднего дриаса Беклемишевской котловины с Западным Забайкальем и Прибайкальем показывает, что в Беклемишевской котловине еловые лесотундры распространились не так широко.

Умеренно теплый и влажный климат в Беклемишевской котловине наступил после ~10 500 л. н. и привел к распространению древесной растительности из лиственницы, ели, березы. Озеро, очевидно, мелело и зарастало, о чем свидетельствует развитие колоний водорослей *Pediastrum*. В составе растительности снижалась роль кустарниковой березки и возрастала сухостепных травянистых таксонов — хвойника и полыни. Максимум развития темнохвойной лесной растительности из сосны сибирской, ели с возможным участием пихты приходился на период ~10 500–9000 л. н. и означал наступление регионального оптимума с мягкими и снежными зимними сезонами, высокой влажностью почв и воздуха. Завершение максимума развития темнохвойных влажных лесов в Беклемишевской котловине около 9000 л. н. совпало с его окончанием в соседних регионах.

Изменение состава реконструированной растительности в интервале 9000–8000 ÷ 6500 л. н., когда стали преобладать лиственничные и березовые группировки с участием сосны обыкновенной, позволяет говорить об ухудшении климата Беклемишевской котловины. Около 6500 л. н. произошло резкое изменение состава доминант лесного комплекса котловины с темнохвойных на светлохвойные и началось формирование облика ландшафта, близкого к современному. Ведущая роль принадлежала сосне

и лиственнице. Начало экспансии сосны на исследованной территории совпало с ее широким распространением по всему Сибирскому региону, что позволяет считать глобальное изменение климатической системы основной причиной изменчивости природной среды Беклемишевской котловины.

В целом реконструированные изменения природной среды Беклемишевской котловины хорошо соотносятся с ее вариациями в соседних регионах Центральной Азии. Дальнейшие исследования новых разрезов с получением более детальных записей изменения растительности, климата и ряда новых определений абсолютного возраста помогут лучше понять особенности изменения региональной природной среды и место этих изменений в глобальной климатической системе.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (12–05–00476) и Программы Президиума РАН (№ 4).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безрукова Е. В. Палеогеография Прибайкалья и Забайкалья в позднеледниковье и голоцене. — Новосибирск: Наука, 1999. — 28 с.
2. Безрукова Е. В., Кривоногов С. К., Абзаева А. А. и др. Ландшафты и климат Прибайкалья в позднеледниковье и голоцене по результатам комплексных исследований торфяников // Геология и геофизика. — 2005. — Т. 46, № 1. — С. 21–33.
3. Безрукова Е. В., Кривоногов С. К., Такахара Х. и др. Озеро Котокель — опорный разрез позднеледниковья и голоцена юга Восточной Сибири // Докл. Академии наук. — 2008. — Т. 420, № 2. — С. 248–253.
4. Тарасов П. Е., Дорофеюк Н. И., Виппер П. Б. Динамика растительности Бурятии в голоцене по данным пыльцевого и радиоуглеродного анализов озерных отложений // Стратиграфия. Геологическая корреляция. — 2002. — Т. 10, № 1. — С. 108–117.
5. Виппер П. Б., Голубева Л. В. К истории растительности Юго-Западного Забайкалья в голоцене // Бюл. Комис. по изучению четвертичного периода. — 1976. — Т. 45. — С. 45–55.
6. Базарова В. Б., Мохова Л. М., Климин М. А. и др. Климатические изменения и обстановки осадконакопления в среднем–позднем голоцене в Юго-Восточном Забайкалье // Геология и геофизика. — 2008. — Т. 49, № 12. — С. 1294–1303.
7. Птицын А. Б., Решетова С. А., Бабич В. В. и др. Хронология палеоклимата и тенденции аридизации в Забайкалье за последние 1900 лет // География и природ. ресурсы. — 2010. — № 2. — С. 85–89.
8. Атлас Забайкалья / Ред. В. Б. Сочава. — М.; Иркутск: ГУГК, 1967. — 176 с.
9. Справочник по климату СССР. — Л.: Гидрометеиздат, 1968. — Вып. 23, ч. 3. — 185 с.
10. Пешкова Г. А. Растительность Сибири (Предбайкалье и Забайкалье). — Новосибирск: Наука, 1985. — 144 с.
11. Ивано-Арахлейский заказник: природно-ресурсный потенциал территории. — Чита: Поиск, 2002. — 232 с.
12. Пыльцевой анализ / Под ред. И. М. Покровской. — Л.: Госгеолгиздат, 1950. — 570 с.
13. Reimer P. J., Brown T. A., Reimer R. W. Discussion: Reporting and calibration of post-bomb C-14 data // Radiocarbon. 2004. — N 46 (3). — P. 1299–1304.
14. Волкова В. С. Стратиграфия и история развития растительности Западной Сибири в позднем кайнозое. — М.: Наука, 1977. — 237 с.
15. Roberts N. The Holocene: an environmental history. 2nd edition. — Oxford: Blackwell, 1998. — 315 p.
16. Wang N., Li Z., Li Y. et al. Younger Dryas event recorded by the mirabilite deposition in Huahai lake, Hexi Corridor, NW China // Quaternary International. — 2012. — Vol. 250. — P. 93–99.
17. Bezrukova E., Tarasov P., Solovieva N. et al. Last glacial–interglacial vegetation and environmental dynamics in southern Siberia: Chronology, forcing and feedbacks // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. — 2010. — Vol. 296 (1–2). — P. 185–198.
18. Кабайлене М. В. Формирование пыльцевых спектров и методы их интерпретации с приложением к стратиграфии и истории голоцена Литвы: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. — Вильнюс, 1973. — 39 с.
19. Мальгина Е. А. Результаты спорово-пыльцевого анализа проб с поверхности почвы из Центральной Монголии // Палинология голоцена. — М.: Наука, 1971. — С. 239–258.
20. Bezrukova E. V., Abzaeva A. A., Letunova P. P. et al. Post-glacial history of Siberian spruce (*Picea obovata*) in the Lake Baikal area and the significance of this species as paleoenvironmental indicator // Quaternary International. — 2005. — Vol. 136. — P. 18–32.
21. Tarasov P., Bezrukova E., Krivonogov S. Late Glacial and Holocene changes in vegetation cover and climate in southern Siberia derived from a 15 kyr long pollen record from Lake Kotokel // Climate of the Past. — 2009. — Vol. 5. — P. 285–295.
22. Виппер П. Б., Дорофеюк Н. В., Лийва А. и др. Палеогеография голоцена Центральной Монголии // Изв. АН СССР. Сер. биол. — 1981. — № 30. — С. 74–82.

23. **Takahara H., Krivonogov S. K., Bezrukova E. V. et al.** Vegetation history of the southeastern and eastern coasts of Lake Baikal from bog sediments since the last interstade // *Lake Baikal: A mirror in time and space for understanding global change processes.* — Amsterdam: Elsevier, 2000. — P. 108–118.
24. **Kataoka H., Takahara H., Krivonogov S. K. et al.** Pollen record from the Chivyrkui bay outcrop on the eastern shore of Lake Baikal since the Late Glacial // *Long Continental Records from Lake Baikal.* — Tokyo: Springer-Verlag, 2003. — P. 207–218.
25. **Tarasov P., Bezrukova E., Karabanov E. et al.** Vegetation and climate dynamics during the Holocene and Eemian interglacials derived from Lake Baikal pollen records // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology.* — 2007. — Vol. 252. — P. 440–457.
26. **Demske D., Heumann G., Granoszewski W. et al.** Late Glacial and Holocene vegetation and regional climate variability evidenced in high-resolution pollen records from Lake Baikal // *Global and Planetary Change.* — 2005. — Vol. 46. — P. 255–279.
27. **Prokopenko A. A., Bezrukova E. V., Khursevich G. K. et al.** Paleoenvironmental proxy records from Lake Hovsgol, Mongolia, and a synthesis of Holocene climate change in the Lake Baikal watershed // *Quaternary Research.*— 2007. — N 68. — P. 2–17.

Поступила в редакцию 19 июля 2012 г.
