

ПАЛЕОЭКОЛОГИЯ. КАМЕННЫЙ ВЕК

УДК 551.794

**Е.В. Безрукова¹, Д.Дж. Андерсон², О.П. Виньковская³,
А.В. Харинский⁴, Н.В. Кулагина⁵**

¹*Иркутская лаборатория археологии и палеоэкологии Института археологии и этнографии СО РАН
ул. Фаворского, 1А, Иркутск, 664033, Россия
E-mail: bezrukova@igc.irk.ru*

²*Университет г. Тромсё, Норвегия
University of Tromsø*

*Breviklia, N 111, Tromsø, 9037, Norway
E-mail: david.anderson@uit.no*

³*Иркутская государственная сельскохозяйственная академия
микрорайон Молодежный, 1/1, Иркутск, 664036, Россия
E-mail: urbanoflora@yandex.ru*

⁴*Иркутский государственный технический университет
ул. Лермонтова, 83, Иркутск, 664074, Россия
E-mail: kharinsky@istu.edu*

⁵*Институт земной коры СО РАН
ул. Лермонтова, 128, Иркутск, 664033, Россия
E-mail: kulagina@crust.irk.ru*

ИЗМЕНЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И КЛИМАТА В КОТЛОВИНЕ БОЛЬШОГО ИНЯПТУКСКОГО ОЗЕРА (СЕВЕРО-БАЙКАЛЬСКОЕ НАГОРЬЕ) В СРЕДНЕМ – ПОЗДНЕМ ГОЛОЦЕНЕ*

В статье представлены новые комплексные данные о динамике природной среды в котловине оз. Большое Иняптукское на Северо-Байкальском нагорье. Результаты палинологического, радиоуглеродного анализа, подсчета частиц угля в суглинисто-торфяных отложениях разреза, расположенного на высоте 1320 м над ур. м., отражают историю растительности и климата за последние 8–9 тыс. лет. Временные границы интервалов перестройки в растительности вблизи разреза Озерный-5 хорошо согласуются с трендом регионального и глобального климата. Однако процесс изменения природной среды в исследованном районе имел свои особенности. Основной причиной смещения временных границ локального проявления крупных глобальных и региональных палеогеографических событий могло быть гипсометрическое положение района и его нахождение в высоких широтах.

Ключевые слова: Сибирь, Северо-Байкальское нагорье, высокоразрешающая палинологическая запись, изменение растительности и климата, средний – поздний голоцен.

Введение

Известно, что растительность Байкальского региона, частью которого является Северо-Байкальское наго-

рье, была очень восприимчива к изменениям глобального и регионального климата в голоцене и отвечала на них относительно быстро [Безрукова, 1999; Demske et al., 2005; Tarasov et al., 2007; Tarasov, Bezrukova, Krivonogov, 2009]. Также доказано, что климатические изменения на этой территории происходили почти синхронно с вариациями климата Северного полушария [Прокопенко et al., 2010]. Для высокогорной части Северо-Байкальского нагорья, представляющего собой крупную внутриконтинентальную систему среднегорных массивов и плосковершинных хребтов с контрастными рельефом, флорой, климатом и слож-

*Работа выполнена при поддержке Норвежского исследовательского совета (NFR 179316, проект «Homes, Hearths and Households in the Circumpolar North»), Совета социальных и гуманитарных наук Канады (SSHRC MCRI 412-2005-1004, Байкальский археологический проект), РФФИ (проект № 12-05-00476а). Авторы благодарны О.Н. Шестаковой за подготовку образцов для палинологического анализа.

ной ледниковой историей, до настоящего времени не было получено непрерывных, датированных, высокоразрешающих палинологических записей изменения природной среды.

В данной статье представлены первые результаты палинологических исследований рыхлых минерогенных и органогенных (торфянистых) отложений из котловины оз. Большое Иняптукское, находящегося на Северо-Байкальском нагорье. Этот материал может рассматриваться как уникальный для исследуемой территории, поскольку методика очень детального отбора образцов позволила получить пыльцевую запись со средним временным разрешением в 180 лет. Столь подробная информация дает возможность проследить разномасштабные по времени вариации палеосреды, реконструировать не только региональную, но и локальную растительность [Kuorppamaa, Goslar, Hicks, 2009; Schlütz, Lehmkuhl, 2007] и выяснить возможные причины ее изменений – климатические или антропогенные. Вопрос об антропогенном воздействии в статье детально не обсуждается, но методика позволяет сделать новые выводы о своеобразном преломлении крупных климатических событий в горных районах.

Общая характеристика района исследования

Разрез Озерный-5 (56°22'49,1" с.ш., 109°54'09,0" в.д.) находится у северо-западного подножия хр. Сынныр, расположенного в центре Северо-Байкальского нагорья, которое является частью Байкальской горной страны и занимает территорию между Становым нагорьем и долинами рек Лены и Витима. Высочайшая вершина Северо-Байкальского нагорья гора Иняптук достигает 2 578 м над ур.м. Озеро Большое Иняптукское лежит в 10 км к западу от горы. В XIX–XX вв. на его западном берегу располагалось стойбище эвенковоленоводов, а в середине прошлого века – поселок геологов [Харинский, 2010]. Разрез Озерный-5 заложен на северо-восточной оконечности стойбища, в 370 м от берега озера.

Климат территории континентальный. Среднегодовая температура воздуха варьирует от –5 до –12 °С. Зима холодная и продолжительная. Средняя температура января ок. –30 °С. Суточные температуры ниже нуля держатся до мая. Лето короткое и умеренно-теплое. Средняя температура июля на высоте 500–600 м не превышает +14 °С, а продолжительность вегетационного периода менее 90 дней [Атлас..., 1967]. Большая часть осад-

ков приходится на июль – август и первую половину осени. В горных районах среднегодовая сумма атмосферных осадков составляет более 500 мм, в межгорных котловинах – 300–350 мм. Мощность снежного покрова сильно колеблется: от 20–30 см до 180–200 см в прилегающих к Байкалу районах. Преобладающим атмосферным переносом является западный. В весенне-летний период усиливается влияние северо-западных ветров. Северо-Байкальское нагорье располагается в зоне прерывистого распространения многолетнемерзлых пород [Байкал..., 1993].

Разнообразие растительных сообществ Северо-Байкальского нагорья обусловлено высотной поясностью. Для этой территории характерны горно-таежный (лиственничные и сосново-лиственничные леса), подгольцовый (с подпооясами лиственничных лесов с темнохвойными породами и кедрового стланика) и горно-тундровый пояса [Зоны..., 1999].

Разрез Озерный-5 находится в пределах пояса подгольцовых лиственничных лесов в долине р. Олокиит у оз. Большое Иняптукское (рис. 1). Днище долины

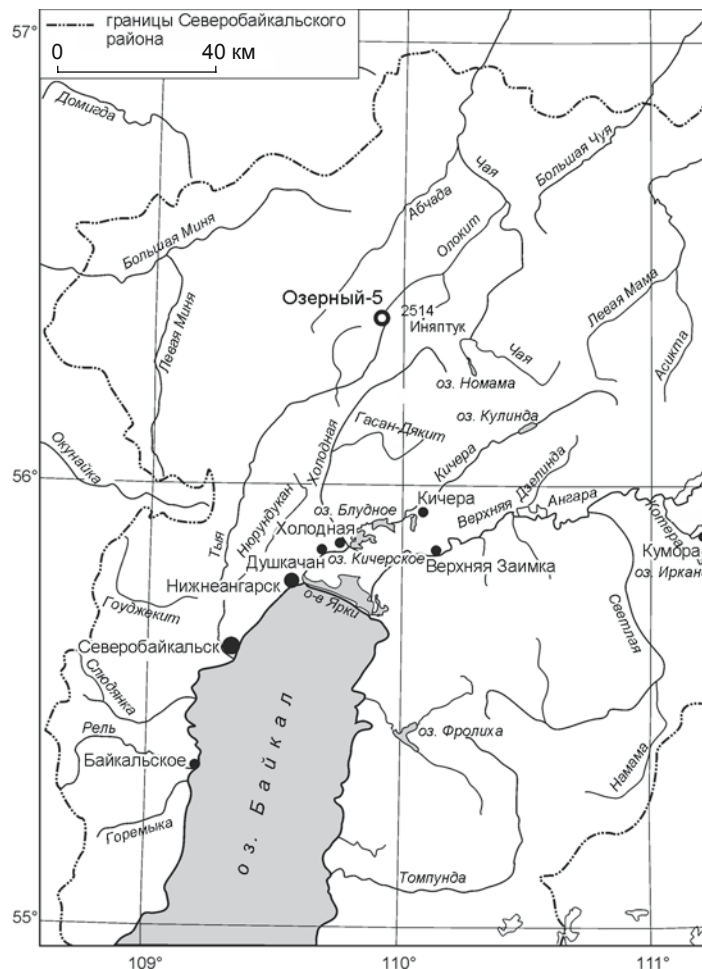


Рис. 1. Расположение разреза Озерный-5.



Рис. 2. Большое Иняптукское озеро, вид с юго-запада.

покрыто обширным калтусом, представляющим собой сочетание ерников и заочкаренных луговин; на южном и западном бортах распространены подгольцовые редколесья из лиственницы с примесью темнохвойных пород или зарослями кедрового стланика (рис. 2), на северном и восточном развиты горно-тундровые растительные сообщества, преимущественно ерники лишайниковые. Растительность вблизи разреза Озерный-5 является частью долинного калтуса, бугры которого покрыты березкой круглолистной (*Betula rotundifolia* Spach) с отдельно стоящими лиственницами (*Larix dahurica* Laws.), встречаются можжевельник (*Juniperus communis* L.), кашкара (*Rhododendron aureum* Georgi), голубика (*Vaccinium uliginosum* L.), кассиопея четырехгранная (*Cassiope tetragona* (L.) D. Don), шикша (*Empetrum sibiricum* V.N. Vassil.), брусника (*Vaccinium vitis-idaea* L.). В напочвенном покрове бугров значительно участие лишайников. Понижения между буграми (западины) заняты ивами (*Salix arctica* Pall., *S. bebbiana* Sarg., *S. coasia* Vill., *S. divaricata* Pall. и др.) и заочкаренными пушицево-осоковыми или разнотравно-осоковыми болотами на мерзлотной луговой почве.

Материалы и методы

Разрез, сложенный суглинистыми отложениями с торфом в верхней части, был вскрыт вблизи бывшего поселка геологов Озёрный, на высоте 1320 м над ур. м. в долине р. Олокит. Его мощность составила 50 см. Положение во влажном месте, в небольшой озерной котловине, недалеко от бывшей стоянки оленеводов обусловило выбор разреза как потенциально важно-

го, в котором должна была сохраниться пыльца узколокальных растений – индикаторов присутствия большого количества домашних животных. Методика выбора подобных объектов отработана для Скандинавии, где положено отбирать пробы на расстоянии 6–50 м от геоархеологического объекта [Aronsson, 1991; Rasanen, Froyd, Goslar, 2007].

Палинологический анализ. Был опробован каждый сантиметр разреза, что в сумме составило 50 образцов. Для экстракции пыльцы и спор в лабораторных условиях отбирался 1 см³ осадка естественной влажности и подвергался стандартной процедуре обработки с использованием плавиковой кислоты и последующим ацетализмом [Faegri, Iversen, 1989]. Перед началом обработки в каждый образец добавлялись две таблетки маркирующих спор *Lycopodium clavatum* (18 584 зерен в

таблетке) для расчета концентрации пыльцы [Maher, 1981]. Подсчет зерен пыльцы и спор велся до того момента, когда их сумма (без учета количества естественных спор рода *Lycopodium*) или сумма маркеров достигала 1000. Относительное обилие или процентное содержание всех пыльцевых таксонов рассчитывалось от количества пыльцы наземной растительности, принятого за 100 %. Процентное содержание спор папоротников, мхов, плаунов было определено уже от суммы всех подсчитанных в каждом образце зерен пыльцы и спор. Одновременно в этих же препаратах проводился подсчет частиц угля. Его микрочастицы диаметром ок. 30 мкм, т.е. близкие к размеру споры экзотического маркера *Lycopodium clavatum*, стали базовой единицей измерения [Innes, Blackford, Simmons, 2004]. Отдельный подсчет частиц угля разной размерности не проводился.

Хронологический контроль. Методом углеродного анализа (ускорительной масс-спектрометрии) в университете г. Упсала (Швеция) датировано общее органическое вещество из двух образцов с глубины 19 и 32 см. Первый получен из основания слоя светло-серого суглинка, второй – из прослойки черного суглинка. Радиоуглеродный возраст датированных уровней 5 935 ± 36 (Ua-38926) и 7 005 ± 40 (Ua-38927) лет соответственно. Калиброванные значения, полученные с использованием программы CalPal [Danzeglocke, Joris, Weninger, 2011], 6 764 ± 50 (68%-ный доверительный интервал: 6 713–6 814 калиброванных лет) и 7 858 ± 56 (68%-ный доверительный интервал: 7 801–7 914 калиброванных лет). Далее в статье используются только калиброванные значения возраста.

Анализ динамики пыльцы светло- и темнохвойных древесных. В группу светлохвойных дре-

весных включены *Pinus sylvestris* и *Larix*, а в группу темнохвойных – *Pinus sibirica*, *Abies sibirica*, *Picea obovata*. Учитывая различные требования данных пород к эколого-эдафическим и климатическим факторам [Быков, 1960; Коропачинский, Встовская, 2002], можно допустить, что вариации сумм пыльцевых зерен этих двух групп отражают относительную изменчивость континентальности климата (относительного увлажнения и контрастности средних температур летнего и зимнего сезонов).

Результаты

Хронология. Для создания возрастной модели разреза Озерный-5 и примерной хронологической оценки границ пыльцевых зон использован метод линейной интерполяции между калиброванными значениями возраста (с допущением нулевого возраста для самого верхнего образца в разрезе) и последующей экстраполяции ниже второго датированного уровня. Для более обоснованной датировки изменений в региональной и/или локальной растительности они сопоставлялись с известными палеогеографическими событиями, обусловившими резкие климатические изменения в Северном полушарии, время проявления и продолжительность которых могут служить дополнительными хронологическими маркерами. Возрастная модель разреза позволяет предположить, что его основание могло начать формироваться до 9 тыс. л. н. (рис. 3).

Расчет скоростей накопления отложений между датированными горизонтами показывает значительное его замедление в верхнем (0–19 см) слое по сравнению с нижним (19–32 см). Возможно, это связано с ландшафтно-климатическими условиями, способствовавшими довольно быстрому формированию черного, а потом серо-желтого суглинков ранее 6,7 тыс. л.н. и аккумуляции очень бедной органикой светло-желтого суглинка примерно с 6,7 до 4 тыс. л.н. Верхний 12-сантиметровый слой дерна мог также накапливаться медленно, поскольку он формировался в период неогляциального похолодания позднее 4 тыс. л.н.

Палиностратиграфия. На спорово-пыльцевой диаграмме на основе визуальной оценки изменения содержания пыльцы индивидуальных таксонов и сумм пыльцы растений темно- и светлохвойного лесных комплексов выделены три локальные пыльцевые зоны, обозначенные OZY и пронумерованные снизу вверх, нижняя подразделена на две подзоны (рис. 3).

OZY-3б (50–32 см, > 9–7,8 тыс. л.н.). Большая часть (18 из 29) спорово-пыльцевых спектров (СПС) данной подзоны содержит менее 100 пыльцевых зерен, а в девяти даже общая сумма пыльцы и спор не превышает 100. И хотя относительное обилие индивидуальных таксонов для этих СПС было расчи-

тано и показано на диаграмме (обозначены точками), они не могут служить основой для надежных реконструкций растительности. В общем для СПС в интервале разреза 50–30 см (> 9–7,7 тыс. л.н.) характерно господство спор *Sphagnum*, *Lycopodium*, в т.ч. представителя современной тундровой растительности *Lycopodium pungens*. Среди пыльцы деревьев преобладают пыльцевые зерна ели (*Picea obovata*) и сосны сибирской (*Pinus sibirica*), в группе пыльцы кустарников – зерна кустарниковых берез (*Betula nana*-type), а в травянистой части спектра доминирует пыльца представителей сложноцветных (Asteraceae), крестоцветных (Brassicaceae) и гераниевых (Geraniaceae). Содержание фрагментов угля в этом интервале низкое.

OZY-3а (32–20 см, ~ 7,8–6,8 тыс. л.н.). В СПС этой подзоны количество подсчитанных пыльцевых зерен наземных растений изменяется от 150 до 1000, позволяя считать все СПС репрезентативными для проведения реконструкций. Преобладает пыльца деревьев (56–72 %), в основном сосны сибирской, сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*), но значительно участие ели и пихты (*Abies sibirica*). В группе пыльцы кустарников доминируют пыльцевые зерна кустарниковых берез и в меньшей мере – ольхи кустарниковой (*Duschekia fruticosa*). Обилие спор *Botrychium*, *Polypodiophyta*, *Lycopodium clavatum* достигает максимума за все время формирования разреза Озерный-5. Концентрация пыльцы и спор в осадках этой подзоны сильно варьирует, оставаясь в целом низкой – от 400 до 56 000 зерен на 1 см³. Количество фрагментов угля возрастает у верхней границы подзоны.

OZY-2 (20–14 см, ~ 6,8–4,3 тыс. л.н.). Относительное обилие пыльцы ели, лиственницы (*Larix* sp.), пихты, кустарниковых берез и полыней (*Artemisia*) достигает максимума. Концентрация пыльцы и спор резко возросла, составив 32–62 тыс. зерен на 1 см³. В отложениях этого интервала содержится максимальное количество фрагментов угля.

OZY-1 (12–0 см, ~ 4,3–0 тыс. л.н.). Отличительными чертами СПС данной зоны является резкое снижение обилия пыльцы ели и кустарниковых берез, повышение процентного содержания пыльцевых зерен сосны обыкновенной и сибирской, ивы (*Salix*), постоянное присутствие спор плаунка (*Selaginella selaginoides*) и господство пыльцы осок (Cyperaceae) в травянистой части спектра. Концентрация пыльцы и спор достигает максимальных значений. Количество подсчитанных фрагментов угля постепенно уменьшается.

Соотношение пыльцы темно- и светлохвойных древесных. На рис. 4 часть графика, которой соответствуют нерепрезентативные СПС, заштрихована. Реконструкции, проведенные по их составу, следует рассматривать как приблизительные. На графике

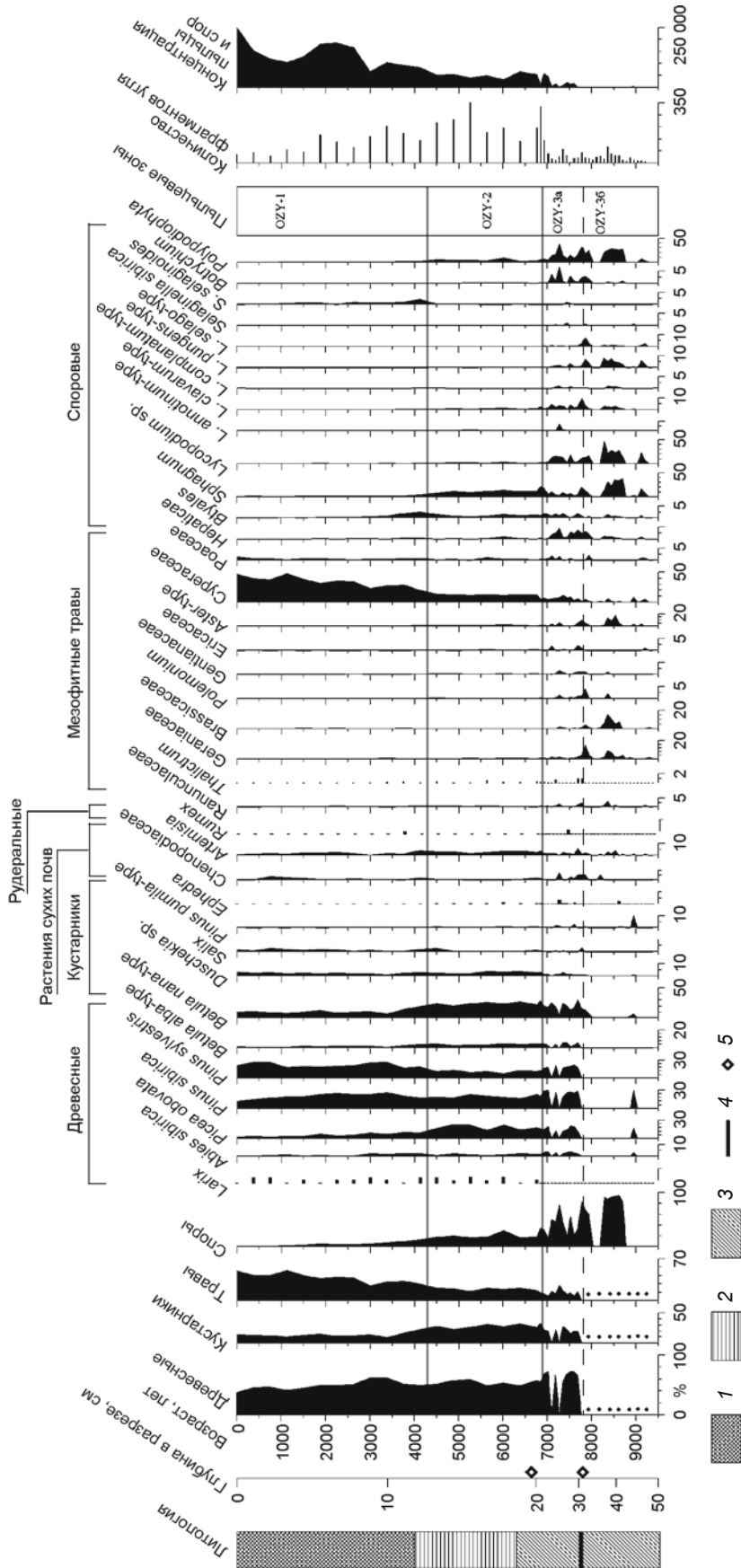


Рис. 3. Упрощенная спорово-пыльцевая диаграмма разреза Озерный-5.
 1 – верхний почвенный слой – дерн; 2 – светло-серый суглинок; 3 – серо-желтый суглинок; 4 – черный суглинок; 5 – положение датированных образцов.

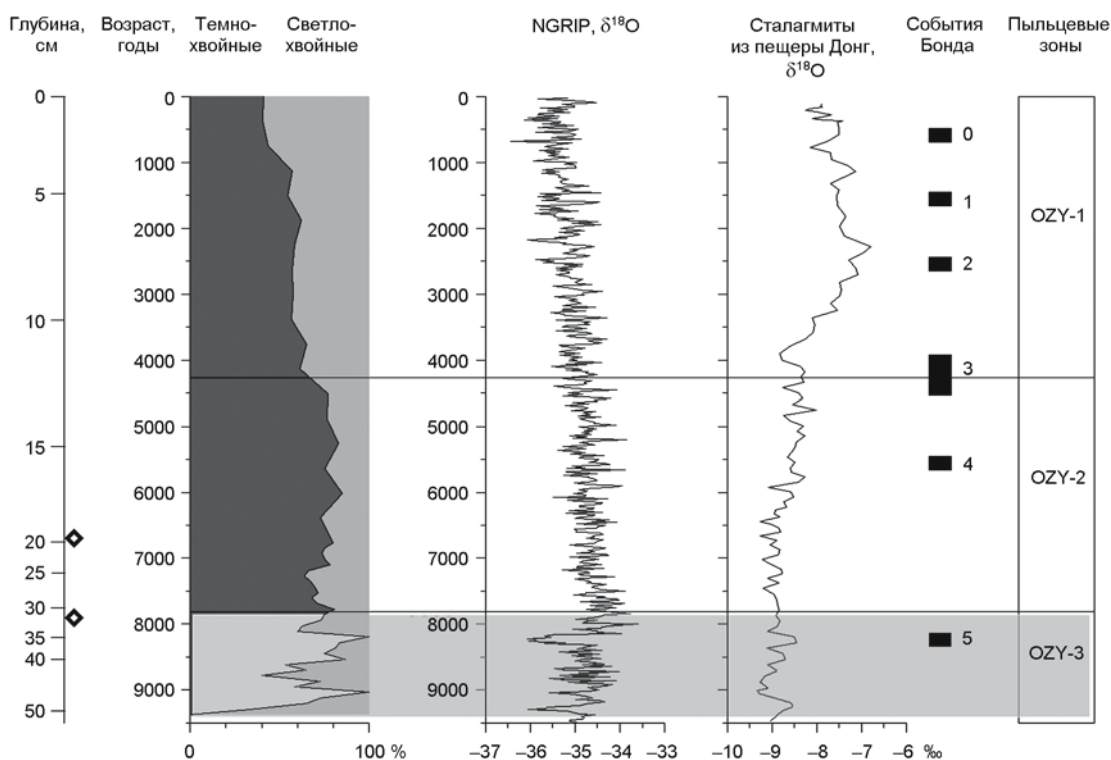


Рис. 4. Динамика темно- и светлохвойного лесных комплексов в районе разреза Озерный-5 в сравнении с вариациями $\delta^{18}\text{O}$ NGRIP – индикатором изменения температуры воздуха в Североатлантическом регионе (по: [Svensson et al., 2008]), временем похолоданий там же, известных как события Бонда [Bond et al., 2001], и вариациями $\delta^{18}\text{O}$ в сталагмитах из пещеры Донг в Китае (по: [Yuan et al., 2004]) – индикатором интенсивности тихоокеанского муссона.

отчетливо выделяются три интервала, для которых характерны значительные различия в соотношении пыльцы темно- и светлохвойных древесных растений. В СПС, сформированных > 9–7,7 тыс. л.н., преобладает пыльца темнохвойных – ели и сосны сибирской, но значения сумм пыльцевых зерен древесных обеих групп очень неустойчивы. Доля пыльцы темнохвойных деревьев остается высокой (65–85 %) в интервале ~ 7,7–4,3 тыс. л.н. В отложениях, накопившихся в последние ~ 4,3 тыс. лет, она постепенно снизилась в среднем с 60 до 50 %, особенно заметно в последние несколько сотен лет.

Интерпретация и обсуждение результатов

Представленные результаты для разреза Озерный-5 позволяют выделить в динамике растительности района за последние примерно 9 тыс. лет три крупных временных интервала, обусловленные изменениями регионального климата и природной среды. Накопление нижней части серо-желтого суглинка произошло несколько ранее 8 тыс. л.н., в интервале > 9–7,7 тыс. л.н. Состав СПС свидетельствует о широком развитии в исследуемом районе сообществ

кустарниково-травянистых тундр с участием кедрового стланика и кустарниковой березки. Эколого-географический анализ современного распространения растительных сообществ такого облика дает основания предполагать существование холодного, но достаточно влажного климата и развитие многолетне-мерзлых пород. Особенности климата, вероятно, были холодные малоснежные зимы, способствовавшие глубокому промерзанию почвы, и относительно теплые, но короткие летние сезоны, обеспечивавшие растениям достаточно почвенной влаги за счет таяния активного слоя мерзлоты. Высокое гипсометрическое положение района и постоянное сильное ветровое воздействие также могли быть важной причиной слабого развития в это время локальной древесной растительности. Присутствие в СПС из отдельных слоев заметного количества пыльцевых зерен ели и сосны (сибирской и обыкновенной), способность пыльцы которых к переносу различными агентами сильно различается [Peterson, 1983; Bezrukova et al., 2005], свидетельствует о возможном существовании еловых редколесий вблизи разреза Озерный-5. Пыльцу сосен следует рассматривать как заносный элемент. Предыдущие реконструкции ландшафтов и климата показали, что послеледниковое потепле-

ние в бассейне оз. Байкал наступило 11–10 тыс. л.н. [Tarasov et al., 2007; Tarasov, Bezrukova, Krivonogov, 2009; Bezrukova et al., 2010], но наиболее теплый и влажный климат реконструирован для интервала 10–7 тыс. л.н. В это время здесь начала доминировать лесная растительность, а участие в ней пихты и ели достигло максимума за весь голоцен. Сосна не играла значительной роли в сложении лесной растительности Байкальского региона и сопредельных территорий [Bezrukova et al., 2005; Prokopenko et al., 2010; Базарова и др., 2011].

Позднее времени аккумуляции прослойки черного суглинка (31–32 см от верха разреза), имеющего возраст 7,8 тыс. лет, формирование верхней части слоя серо-желтого суглинка продолжилось примерно до 6,5 тыс. л.н. Однако верхняя граница зоны OZY-3 проведена на уровне ~ 7–6,8 тыс. л.н. Основанием для этого послужили значительные изменения в составе СПС. Самым важным из них стало устойчивое возрастание обилия пыльцы *Pinus sylvestris*, что соответствует повышению ее роли в указанное время и в других пыльцевых записях из Сибири [MacDonald et al., 2000; Bezrukova et al., 2005; Demske et al., 2005]. Особенно следует отметить удовлетворительную корреляцию этого важнейшего регионального события голоцена в схожих условиях изучаемого района и соседней высокогорной зоны Байкальского хребта [Безрукова и др., 2008]. В целом результаты исследования показали, что ~ 7,8–6,8 тыс. л.н. (OZY-3a) в районе разреза Озерный-5 преобладала древесно-кустарниковая растительность. В составе древесных доминировали темнохвойные группировки из ели и сосны сибирской. Наибольшие значения пыльцы пихты с учетом ее слабой способности к рассеиванию [Безрукова, 1999] позволяют предполагать максимальное участие пихты в локальной растительности в это время, что хорошо согласуется с самым широким за весь голоцен ее распространением на территории Байкальского региона в интервале 10–7 тыс. л.н. Возросшее число фрагментов угля, возможно, объясняется увеличением количества материала для горения из-за расширения площадей и/или возрастания густоты древесно-кустарниковой растительности. Ключевые записи изменения климата Северного полушария показывают постепенное снижение температуры воздуха в Североатлантическом регионе [Svensson et al., 2008], ослабление интенсивности (похолодание) тихоокеанского муссона [Yuan et al., 2004]. Вариации сумм пыльцевых зерен темно- и светлохвойных древесных растений свидетельствуют о господстве темнохвойного лесного комплекса в указанном временном интервале в районе разреза Озерный-5.

Постоянное присутствие пыльцы арктоальпийских кустарников, преимущественно кустарниковых берез и в гораздо меньшем количестве – душекии и кед-

рового стланика, позволяет предполагать значительное участие в локальной растительности в интервале ~ 6,8–4,3 тыс. л.н. (OZY-2) группировок, характерных для кустарниковых тундр. Высокое обилие микроостатков ели может означать наибольшее за весь исследованный период ее распространение в изучаемом районе. Даже незначительное содержание пыльцевых зерен лиственницы (0,1–0,2 %) свидетельствует о ее произрастании вблизи разреза. Такое заключение базируется на знании степени представленности пыльцы лиственницы в региональных СПС [Peterson, 1983; Безрукова, 1999]. Результаты реконструкции темно- и светлохвойного комплексов позволяют предполагать самое широкое за последние 9 тыс. лет распространение в районе разреза Озерный-5 темнохвойной растительности и, соответственно, наступление наименее континентального, умеренно-холодного климата. Максимальное количество фрагментов угля косвенно свидетельствует о существовании густого древесно-кустарникового яруса.

Постепенное снижение обилия пыльцы древесных и повышение содержания пыльцевых зерен травянистых растений в СПС подзоны OZY-1 от ~ 4,3 тыс. л.н. к современности может означать отступление или изреживание лесной растительности. Вполне вероятно, что и некоторое уменьшение количества фрагментов угля произошло по этой же причине. Повышение обилия пыльцы сосны обыкновенной и значительное снижение содержания пыльцевых зерен ели может означать дальнейшее распространение сосны в региональном аспекте и существенное сокращение участия ели в локальной растительности. Подобная динамика древесных характерна и для других районов Байкальского региона [Безрукова и др., 2006, 2008; Белов и др., 2006]. Реконструкция количественных характеристик климата показала, что 4–3 тыс. л.н. в бассейне оз. Байкал среднегодовая сумма атмосферных осадков могла быть на 20–30 мм ниже, а средние температуры летних и зимних сезонов на 1,5–2 °C выше, чем в оптимум голоцена. Существенно понизился и индекс влажности [Tarasov et al., 2007]. Результаты реконструкции растительности вблизи разреза Озерный-5 согласуются с изменениями регионального климата. Они подтверждают непрерывное снижение доли темнохвойных древесных. Такие природно-климатические условия могли способствовать более активному таянию многолетнемерзлых пород в районе исследования, что обеспечивало высокую локальную обводненность и приводило к разрастанию осоковых ассоциаций и появлению по берегам ручьев, в ерниках, на влажных скалах плаунка плаунковидного (*Selaginella selaginoides*). Лиственница оставалась важнейшим элементом локальной лесной растительности. Возможно, высокая влажность почв привела к снижению частоты пожаров, что нашло

выражение в уменьшении количества фрагментов угля в отложениях OZY-1.

Интерпретация усиления позиций осок и постоянного присутствия ив в последние тысячелетия в исследуемом районе может быть двоякой. Не исключено, что такие преобразования обусловлены антропогенным воздействием. В пользу этого может свидетельствовать следующее. В современном растительном покрове осоковые, особенно *Carex caespitosa*, являются доминирующими элементами западных болот, и их обилие рассматривается как следствие перевыпаса копытных животных на переувлажненной почве. В районе оз. Большое Иняптукское обнаружена еще одна важная особенность: заросли ив приурочены преимущественно к западинам, а также к антропогенно преобразованным участкам на вершинах бугров, которые обычно покрыты зарослями кустарниковых берез. Поэтому нельзя исключать того, что при возможном освоении этой территории человеком кустарниковые виды берез, сильно пострадавшие от его деятельности, на вершинах бугров были замещены гораздо быстрее растущими видами ив. Однако те же самые особенности палинологической информации могут быть интерпретированы и с точки зрения естественных сукцессий. Сравнение с уже известными изменениями растительности в других районах Байкальского региона позволяет предполагать природный, а не антропогенный характер преобразований в растительном покрове вокруг разреза Озерный-5. Существенное изменение ландшафтно-климатических условий в сторону похолодания в интервале 3–2 тыс. л.н. известно практически на всей территории умеренных и высоких широт Северного полушария: в Канаде [Tillman et al., 2010], Европе [Wanner et al., 2008; Sjörra et al., 2009], Центральной Монголии [Wang et al., 2009]. В Байкальском регионе это климатическое событие нашло отражение в пыльцевых записях из района нижнего течения Верхней Ангары [Безрукова и др., 2006], Тажеранских степей [Безрукова и др., 2005], с Лено-Ангарского плато [Bezrukova, Belov, Orlova, 2011].

Причины изменений природной среды в районе разреза Озерный-5

Для более ясного понимания возможных причин изменения в локальной и региональной растительности исследуемого района было проведено сравнение последовательности реконструированных палеогеографических событий с ключевыми стратотипическими разрезами, отражающими изменения климата Северного полушария. На рис. 4 показана динамика соотношения темно- и светлохвойного лесных комплексов (ТХ/СХ – индекс относительного изме-

нения континентальности климата). Она сравнивается с вариациями средней температуры воздуха в северной части Атлантического региона, изменчивостью интенсивности тихоокеанского летнего муссона и временем похолоданий, известных как события Бонда. На рисунке хорошо видно, что для интервала ~ 9,2–7,7 тыс. л.н. характерны неустойчивость температуры в Северной Атлантике и активный летний (теплый) тихоокеанский муссон. Также неустойчивы и значения индекса континентальности климата региона (ТХ/СХ). Относительно стабильный теплый период в Северной Атлантике и в Тихоокеанском регионе имел место ~ 7,7–4,3 тыс. л.н. Индекс континентальности также свидетельствует о довольно стабильном умеренно-прохладном и влажном климате в районе разреза Озерный-5 в это время. В Северном полушарии ухудшение климатических условий достигло кульминационной точки ок. 4,5–4 тыс. л.н. (см. рис. 4, событие Бонда 3). Возможно, заметное снижение роли темнохвойной растительности на изучаемой территории ок. 4,5 тыс. л.н. могло произойти в ответ на ухудшение глобального климата. Нарастающий тренд похолодания, видимый в обоих стратотипических разрезах позднее 4,3 тыс. л.н., хорошо согласуется с выраженным усилением континентальности климата в исследуемом районе. Менее ясна связь более позднего (4,3 тыс. л.н. – современность) сокращения темнохвойной растительности вблизи разреза Озерный-5 и вариациями глобального климата в это время (см. рис. 4). Выяснение причин отступления темнохвойных лесов в районе оз. Большое Иняптукское в позднем голоцене требует дальнейших исследований.

Выводы

Применение методики очень детального опробования отложений разреза Озерный-5 позволило впервые получить для этой территории высокоразрешающую запись изменения природной среды, удовлетворяющую современным мировым стандартам временного разрешения при изучении палеосреды голоцена. Несмотря на низкое содержание пыльцы и спор в нижнем интервале разреза, новые палинологические и радиоуглеродные данные показали значительные изменения в составе спектров, а следовательно, и в продуцировавшей их растительности в районе оз. Большое Иняптукское. Качественная и полуколичественная (динамика индекса континентальности) реконструкция пыльцевой записи наряду с информацией о количестве фрагментов угля позволила получить надежную картину истории растительности и климата исследуемой территории за последние 9 тыс. лет. Временные границы интер-

валов перестройки в растительности вблизи разреза Озерный-5 могут быть соотнесены с трендом регионального и глобального климата. Однако процесс изменения природной среды на этой территории имел свои особенности, связанные, очевидно, с географическим и орографическим положением изучаемого района. Так, оптимум развития здесь лесной темнохвойной растительности приходится на интервал ~8–4,3 тыс. л.н., в то время как в бассейне оз. Байкал на ~10–7(6) тыс. л.н. Растительность современного облика в Байкальском регионе начала формироваться после 7(6) тыс. л.н., а в районе разреза Озерный-5 несколько позднее. Основной причиной смещения временных границ локального проявления крупных глобальных и региональных палеогеографических событий могло быть гипсометрическое положение района и его нахождение в высоких широтах.

Список литературы

- Атлас Забайкалья** (Бурятская АССР и Читинская область). – М.; Иркутск: Гл. упр-ние геодезии и картографии при Совете министров СССР, 1967. – 176 с.
- Байкал:** атлас / ред. Г.И. Галазий. – М.: Федеральное агентство геодезии и картографии России, 1993. – 160 с.
- Базарова В.Б., Гребенникова Т.А., Мохова Л.М., Орлова Л.А.** Голоценовое осадконакопление в степной зоне Забайкалья (на примере отложений озера Зун-Соктуй) // Геология и геофизика. – 2011. – Т. 52, № 3. – С. 333–342.
- Безрукова Е.В.** Палеогеография Прибайкалья в позднеледниковье и голоцене. – Новосибирск: Наука, 1999. – 128 с.
- Безрукова Е.В., Белов А.В., Абзаева А.А., Летунова П.П., Орлова Л.А., Соколова Л.П.** Первые детальные записи изменения растительности и климата Северного Прибайкалья в среднем – позднем голоцене // Докл. Акад. наук. – 2006. – Т. 411, № 2. – С. 254–258.
- Безрукова Е.В., Белов А.В., Летунова П.П., Абзаева А.А., Кулагина Н.В., Фишер Е.Э., Орлова Л.А., Шейфер Е.В., Воронин В.И.** Биостратиграфия торфяных отложений и климат северо-западной части горного обрамления озера Байкал в голоцене // Геология и геофизика. – 2008. – Т. 49, № 6. – С. 547–558.
- Безрукова Е.В., Данько Л.В., Снытко В.А., Летунова П.П., Орлова Л.А., Кузьмин С.Б., Вершинин К.Е., Абзаева А.А., Сизых А.П., Хлыстов О.М.** Новые данные об изменении растительности западного побережья озера Байкал в среднем – позднем голоцене // Докл. Акад. наук. – 2005. – Т. 401, № 1. – С. 100–104.
- Белов А.В., Безрукова Е.В., Соколова Л.П., Абзаева А.А., Летунова П.П., Фишер Е.Э.** Растительность Прибайкалья как индикатор глобальных и региональных изменений природных условий Северной Азии в позднем кайнозое // География и природные ресурсы. – 2006. – № 3. – С. 5–18.
- Быков Б.А.** Доминанты растительного покрова Советского Союза. – Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1960. – Т. 1. – 315 с.
- Зоны и типы пояности растительности России и сопредельных территорий:** карта. – 1: 8 000 000. – М.: Экор, 1999.
- Коропачинский И.Ю., Встовская Т.Н.** Древесные растения Азиатской России. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, фил. «Гео», 2002. – 707 с.
- Харинский А.В.** Жилище северобайкальских эвенков-оленьеводов: этноархеологический анализ // Интеграция археологических и этнографических исследований: сб. науч. тр. – Казань: Ин-т истории им. Марджани АН РТ, 2010. – Ч. 1. – С. 190–194.
- Aronsson K.A.** Forest Reindeer Herding AD 1 – 1800. – Umea: Dep. Archaeol., Univ. Umea, 1991. – 125 p. – (An Archaeological and Palaeoecological Study in Northern Sweden: Archaeol. Environ.; vol. 10).
- Bezrukova E.V., Abzaeva A.A., Letunova P.P., Kulagina N.V., Vershinin K.E., Belov A.V., Orlova L.A., Danko L.V.** Post-glacial history of Siberian spruce (*Picea obovata*) in the Lake Baikal area and the significance of this species as a paleoenvironmental indicator // Quatern. Intern. – 2005. – Vol. 136. – P. 47–57.
- Bezrukova E.V., Belov A.V., Orlova L.A.** Holocene vegetation and climate variability in North Pre-Baikal region, East Siberia, Russia // Quatern. Intern. – 2011. – Vol. 237. – P. 74–82.
- Bezrukova E., Tarasov P., Solovieva N., Krivonogov S., Riedel F.** Last glacial–interglacial vegetation and environmental dynamics in southern Siberia: Chronology, forcing and feedbacks // Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. – 2010. – Vol. 296. – P. 185–198.
- Bond G., Kromer B., Beer J., Muscheler R., Evans M.N., Showers W., Hoffmann S., Lotti-Bond R., Hajdas I., Bonani G.** Persistent solar influence on North Atlantic climate during the Holocene // Science. – 2001. – Vol. 294. – P. 2130–2136.
- Danzeglocke U., Joris O., Weninger B.** CalPal-2007^{online}. – URL: <http://www.calpal-online.de/> accesses 2011-11-26.
- Demske D., Heumann G., Granoszewski W., Nita M., Mamakowa K., Tarasov P. E., Oberhansli H.** Late glacial and Holocene vegetation and regional climate variability evidenced in high-resolution pollen records from Lake Baikal // Global Planet. Change. – 2005. – Vol. 46. – P. 55–279.
- Faegri K., Iversen J.** Textbook of Pollen Analysis / eds. K. Faegri, P.E. Kaland, K. Krzywinski. – N.Y.: John Wiley & Sons, 1989. – 328 p.
- Innes J.B., Blackford J.J., Simmons I.G.** Testing the integrity of fine spatial resolution palaeoecological records: microcharcoal data from near-duplicate peat profiles from the North York Moors, UK // Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. – 2004. – Vol. 214. – P. 295–307.
- Kuoppamaa M., Goslar T., Hicks S.** Pollen accumulation rates as a tool for detecting land-use changes in a sparsely settled boreal forest // Veget. Hist. Archaeobot. – 2009. – Vol. 18. – P. 205–217.
- MacDonald G.M., Velichko A.A., Kremenetski C.V., Borisova O.K., Goleva A.A., Andreev A.A., Cwynar L.C., Riding R.T., Forman S.L., Edwards T.W.D., Aravena R., Hammarlund D., Szeicz J.M., Gattaulin V.N.** Holocene treeline history and climate change across northern Eurasia // Quatern. Res. – 2000. – Vol. 53. – P. 302–311.
- Maher L.J.** Statistics for microfossil concentration measurements employing samples spiked with marker grains // Rev. Palaeobot. Palynol. – 1981. – Vol. 32. – P. 153–191.

Peterson G.M. Recent pollen spectral and zonal vegetation in the western USSR // *Quatern. Sci. Rev.* – 1983. – Vol. 2. – P. 281–321.

Prokopenko A., Bezrukova E., Khursevich G., Solotchina E., Kuzmin M., Tarasov P. Climate in continental interior Asia during the longest interglacial of the past 500 000 years: the new MIS 11 records from Lake Baikal, SE Siberia // *Clim. Past.* – 2010. – Vol. 6. – P. 31–48.

Rasanen S., Froyd C., Goslar T. The impact of tourism and reindeer herding on forest vegetation at Saariselka, Finnish Lapland: a pollen analytical study of a high-resolution peat profile // *The Holocene.* – 2007. – Vol. 17. – P. 447–456.

Schlütz F., Lehmkühl F. Climatic change in the Russian Altai, southern Siberia, based on palynological and geomorphological results with implications on teleconnections and human history since the middle Holocene // *Veget. Hist. Archaeobot.* – 2007. – Vol. 16. – P. 101–118.

Sjöppa H., Bjune A.E., Telford R.J., Birks H.J.B., Veski S. Last nine-thousand years of temperature variability in Northern Europe // *Clim. Past.* – 2009. – Vol. 5. – P. 523–535.

Svensson A., Andersen K.K., Bigler M., Clausen H.B., Dahl-Jensen D., Davies S.M., Johnsen S.J., Muscheler R., Parrenin F., Rasmussen S.O., Rothlisberger R., Seierstad I., Steffensen J.P., Vinther B.M. A 60 000 year Greenland stratigraphic ice core chronology // *Clim. Past.* – 2008. – Vol. 4. – P. 47–57.

Tarasov P., Bezrukova E., Karabanov E., Nakagawa T., Wagner M., Kulagina N., Letunova P., Abzaeva A., Granozewski W., Riedel F. Vegetation and climate dynamics during the Holocene and Eemian interglacials derived from Lake Baikal pollen records // *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.* – 2007. – Vol. 252. – P. 440–457.

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 Kotoke // *Clim. Past.* – 2009. – Vol. 5. – P. 285–295.

Tillman P.K., Holzkamper S., Kuhry P., Sannel A.B.K., Loader N.J., Robertson I. Long-term climate variability in continental subarctic Canada: A 6 200-year record derived from stable isotopes in peat // *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.* – 2010. – Vol. 298. – P. 235–246.

Wang W., Ma Yu., Feng Z.D., Meng H.W., Sang Y.L., Zhai X.W. Vegetation and climate changes during the last 8 660 cal. a BP in central Mongolia, based on a high-resolution pollen record from Lake Ugii Nuur // *Chinese Science Bull.* – 2009. – Vol. 54. – P. 1579–1589.

Wanner H., Beer J., Butikofer J., Crowley T.J., Cubasch U., Flückiger J., Goosse H., Grosjean M., Joos F., Kaplan J.O., Kuttel M., Muller S.A., Prentice C., Solomina O., Stocker T.F., Tarasov P., Wagner M., Widmann M. Mid to Late Holocene climate change: an overview // *Quatern. Sci. Rev.* – 2008. – Vol. 27. – P. 1791–1828.

Yuan D., Cheng H., Edwards R.L., Dykoski C.A., Kelly M.J., Zhang M., Qing J., Lin Y., Wang Y., Wu J., Dorale J.A., An Z., Cai Y. Timing, duration, and transitions of the last interglacial Asian monsoon // *Science.* – 2004. – Vol. 304. – P. 575–578.

*Материал поступил в редколлегию 28.07.11 г.,
в окончательном варианте – 01.03.12 г.*