

УДК 551.8 (571.5)

DOI: 10.21782/GIPR0206-1619-2020-5(141-146)

**Д.В. КОБЫЛКИН, И.Н. ВЛАДИМИРОВ, В.Б. ВЫРКИН, К.Е. ВЕРШИНИН**

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН,  
664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1, Россия,  
agrebrandt@inbox.ru, garisson@irigs.irk.ru, vyrkin@irigs.irk.ru, 278908@gmail.com

### **ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ЮГО-ЗАПАДНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ В ГОЛОЦЕНЕ (НА ПРИМЕРЕ МАЛХАНСКОГО ХРЕБТА)**

*Выявлены эволюционные черты развития ландшафтов Юго-Западного Забайкалья на примере комплексного географического анализа донных осадков золово-подпрудного оз. Рыбное в Малханском хребте. Приведены новые данные о динамике накопления донных осадков этого озера и установлен их абсолютный возраст. Дана палинологическая характеристика донных отложений оз. Рыбное и установлена их стратиграфическая корреляция с оз. Гун-Нур в Северной Монголии. Изучение особенностей строения донных отложений озера, радиоизотопные данные по возрасту и палинологическая оценка позволили оценить динамические характеристики процессов осадконакопления и эволюции растительного покрова в различные климатические стадии голоцена.*

**Ключевые слова:** эволюция ландшафтов, динамика растительности, донные осадки, палинология, абсолютный возраст, Юго-Западное Забайкалье.

**D.V. KOBYLKIN, I.N. VLADIMIROV, V.B. VYRKIN, K.E. VERSHININ**

V.B. Sochava Institute of Geography, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,  
664033, Irkutsk, ul. Ulan-Batorskaya, 1, Russia,  
agrebrandt@inbox.ru, garisson@irigs.irk.ru, vyrkin@irigs.irk.ru, 278908@gmail.com

### **DYNAMICS OF VEGETATION COVER OF SOUTHWESTERN TRANSBAIKALIA IN THE HOLOCENE (A CASE STUDY OF MALKHANSKII RANGE)**

*A comprehensive geographical analysis of bottom sediments of aeolian-dam Lake Rybnoe in Malkhanskii Range revealed evolutionary features in the development of landscapes of Southwestern Transbaikalia. New evidence on the accumulation dynamics of bottom sediments in this lake is presented and their absolute age is determined. A palynological characteristic is given to the bottom sediments of Lake Rybnoe and their stratigraphic correlation with Lake Gun-Nur in Northern Mongolia. A study of the structural features in the lake's bottom sediments, coupled with radioisotope data on the age and a palynological assessment, permitted us to assess the dynamic characteristics of the sedimentation processes and the evolution of vegetation cover in different climatic stages of the Holocene.*

**Keywords:** evolution of landscapes, vegetation dynamics, bottom sediments, palynology, absolute age, Southwestern Transbaikalia.

#### **ВВЕДЕНИЕ**

Проблемам палеогеографии голоцена Северной Евразии уделено значительное внимание, в отличие от территории Юго-Западного Забайкалья. Это обусловлено, прежде всего, отсутствием описаний полноценных рецентных разрезов, несмотря на большое распространение памятников мезолита, неолита, бронзового и железного веков в регионе. В связи с этим в условиях континентального климата изучение донных отложений озер как своеобразного аккумулятора палеогеографической информации исключительно актуально, хотя распространение озер на изучаемой территории локально, что определено особенностями геолого-геоморфологического строения и климатических условий территории.

Самыми древними голоценовыми отложениями в регионе сложен верх разреза первой надпойменной террасы р. Чикой, аллювий же высокой поймы относится к первой половине голоцена, а средней и низкой — ко второй [1].

По схеме развития растительности Западного Забайкалья (бассейны рек Селенги и Чикоя), в голоцене преобладали степь и лесостепь, нередко с участками березовых лесов с присутствием широколиственных пород, а в долинах рек произрастали островные леса из ели и лиственницы в сочетании со злаково-разнотравными ассоциациями [2].

Одна из важных черт изучаемой территории — ее экотонное положение, обуславливающее особенности накопления спорово-пыльцевого материала различных таксонов растений и условия седиментации в зависимости от палеогеографической обстановки. В настоящей работе приводится реконструкция ландшафтной обстановки голоцена Юго-Западного Забайкалья по результатам изучения донных отложений оз. Рыбное.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

На территории Юго-Западного Забайкалья вследствие активной денудации редко присутствуют условия для сохранения непрерывных палеогеографических летописей. Район исследования расположен в пределах центральной части Селенгинского среднегорья на западной оконечности Малханского хребта. На данном участке хребет разделяется на Бичурскую (северную) и Кударинскую (южную) гривы, которые представляют собой низкогорные ответвления, возвышающиеся над днищами долин и впадин на 150–300 м и достигающие абсолютных высот 800–1200 м.

На развитие эолового рельефообразования существенно влияет горно-котловинный характер рельефа. На наветренных склонах многих котловин сформировались мощные толщи эоловых песков. Они связаны как с транзитом песка из днища котловин, нередко представленных речными и озерными террасами, так и с пролювиально-делювиальными подгорными шлейфами. Там, где боковые притоки не справляются с переносом супесчаных и песчаных отложений, могут сформироваться замкнутые, часто пересыхающие водоемы — эоловые озера (рис. 1, б). В ходе эволюции озерных котловин образуются залежи торфа, сапропели, мергели, озерные глины [3].

В основу данной работы положены материалы, полученные в ходе экспедиционных исследований в 2017–2018 гг., в результате анализа которых описаны разрезы, колонки бурения донных отложений.

В качестве опорной точки выбраны донные отложения оз. Рыбное, представляющего собой запрудный водоем, образование которого обязано продвижением согласно основному направлению господствующих ветров песков массива Манхан-Элысу (см. рис. 1, б). Уникальные условия седимен-

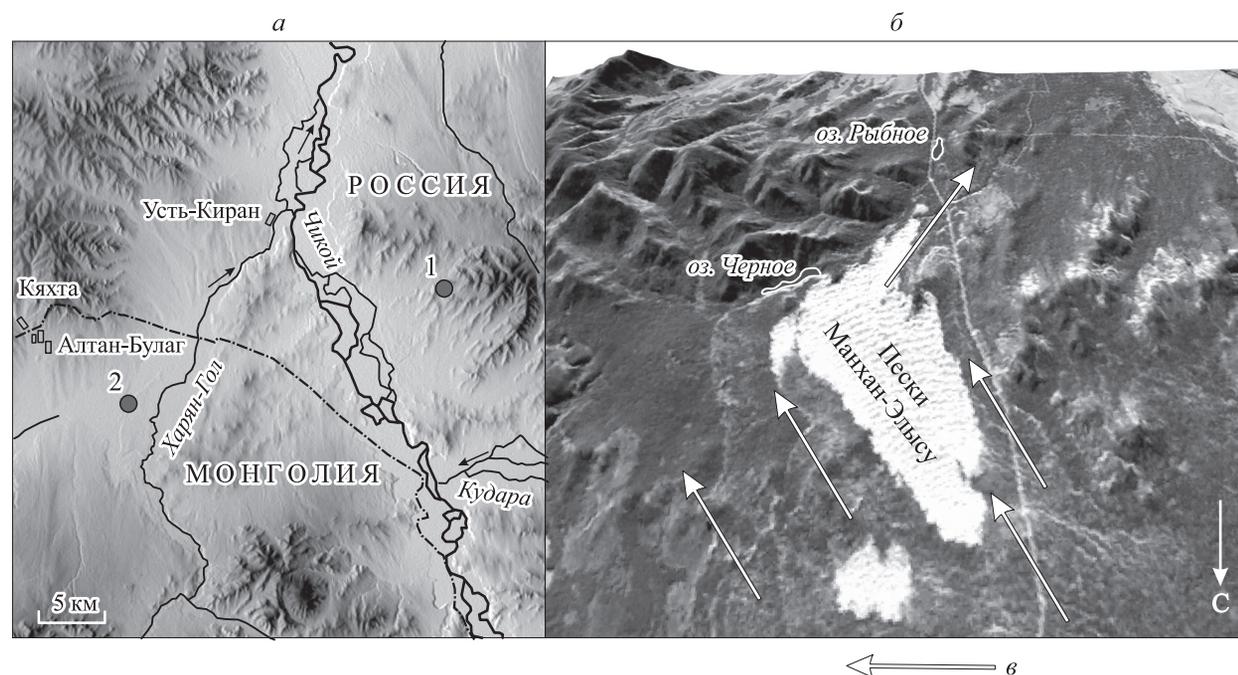


Рис. 1. Обзорная карта района исследований (а), трехмерная модель урочища Манхан-Элысу (б), основное направление движения песков (в).

Озера: 1 — Рыбное, 2 — Гун-Нур.

таци позволили сохраниться здесь непрерывному керну, отражающему палеогеографические события голоцена, начиная с 8000 л. н.

Радиоуглеродные датировки образцов донных отложений были выполнены в лаборатории геоморфологических и палеогеографических исследований полярных регионов и Мирового океана им. В.П. Кёппена (Санкт-Петербургский государственный университет). Календарный возраст приведен на основании калибровочной программы OxCal 4.2, 4.3 (калибровочные кривые IntCal13, Bomb 13 NH1), разработанной К. Бронк Рэмси [4], и обозначается далее по тексту как «кал. лет». Как показали проведенные нами буровые работы на оз. Рыбное (Малханский хребет) (см. рис. 1), образовавшемуся за счет перекрытия песчаным потоком долины р. Лешаковки, осадконакопление в нем началось в бореальную стадию голоцена.

Выполнен спорово-пыльцевой анализ 53 образцов донных отложений оз. Рыбное общей мощностью 255 см с различным шагом согласно отбору. Образцы представлены сочетанием торфоподобных, лёссовидных и суглинистых, преимущественно мелкозернистых, высушенных осадков, при этом ряд проб относится к сильно карбонатным.

Палиноморфы выделялись с использованием стандартной методики для проб озерных отложений, предложенной К. Фегри и Дж. Иверсоном [5], а также изложенной в [6, 7].

Для демонстрации взаимоотношения между бореальным и степным элементами в составе растительного покрова, представляющими собой индикаторы изменения уровня атмосферных осадков, был применен индекс SFI, или степь-лес индекс (steppe-forest index) [5]. Его расчет произведен по формуле

$$(Artemisia + Chenopodiaceae (AC))/(AC + arboreal pollen (AP)) \times 100, \quad (1)$$

где *Artemisia* — количество пыльцевых зерен представителей рода полыни, *Chenopodiaceae* — количество пыльцевых зерен представителей семейства маревых.

Таксоны спорово-пыльцевого спектра на диаграмме расположены согласно систематическому порядку [8], при этом для визуальной наглядности диаграммы был генерализован ряд таксонов.

На каждом горизонте подсчитывалось не менее 200 пыльцевых зерен древесных растений, за исключением ряда горизонтов, где содержание пыльцы древесных крайне мало (интервалы 15–20, 210–215, 235–240, 240–245, 260–265, 265–270 см). Концентрации спор и пыльцы рассчитывались от 100 % общего содержания спорово-пыльцевого материала. На основании полученных данных была построена спорово-пыльцевая диаграмма. Концентрации спор и пыльцы в пробах составили не менее 5500 шт/1000 мкл конечной аликвоты осадка, исключая «немые» горизонты. Всего просмотрено по пять двойных слайд-стекол на каждую пробу (в целом 430 образцов).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Донные отложения оз. Рыбное представлены тонкозернистыми песками, супесями, суглинками, торфом (рис. 2). Исследования проводились в сухой период, когда вода в озере отсутствовала и появилась возможность вскрытия донных отложений раскопом, где были отобраны пробы.

В Санкт-Петербургском государственном университете по отобраным образцам были получены радиоуглеродные даты на глубине: 30–35 см (ЛУ-8351) —  $1470 \pm 50$  лет (1370 ± 50 кал. лет); 100–110 см (ЛУ-8354) —  $5080 \pm 70$  (5820 ± 80 кал. лет); 173–178 см (ЛУ-8352) —  $6350 \pm 50$  лет (7290 ± 60 кал. лет); 225–230 см (ЛУ-8353) —  $7510 \pm 70$  лет (8310 ± 70 кал. лет).

В таксономическом составе спорово-пыльцевых спектров (СПС) отмечается значительное преобладание пыльцы древесных растений, что согласуется с основными лесостепным и лесным типами растительного покрова изучаемой территории. В дендрофлоре абсолютно доминирует сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*) (до 74,73 % в горизонте 25–30 см) со значительным участием пыльцевых зерен лиственницы (*Larix* sp.) (до 2,73 % в горизонте 30–35 см). Большое количество пыльцы сложноцветных (*Asteraceae*) и маревых подчеркивает региональный тип степных ландшафтов Забайкалья, а также автохтонных элементов — осоковых (*Cyperaceae*) и злаковых (*Gramineae*).

При проведении статистического анализа количества и таксономического состава спор и пыльцы были выделены пять локальных палинозон, обозначенных как LPZ — local palynozones (см. рис. 2).

LPZ 1 (горизонты 235–270 см). Данная зона, вероятно, характеризуется периодом начала формирования водоема. Осадки представлены слегка оторфованной субстанцией с примесью мелкого песка, суглинков и глин. Для зоны характерно наименьшее значение концентрации спор и пыльцы.

LPZ 2 (горизонты 175–235 см). Нижние горизонты (200–235 см) представлены слегка оторфованными глинами. СПС этой зоны демонстрируют стабильные условия для развития водно-болотного ценоза, подтвержденные малой изменчивости таксономического состава спорово-пыльцевого ма-

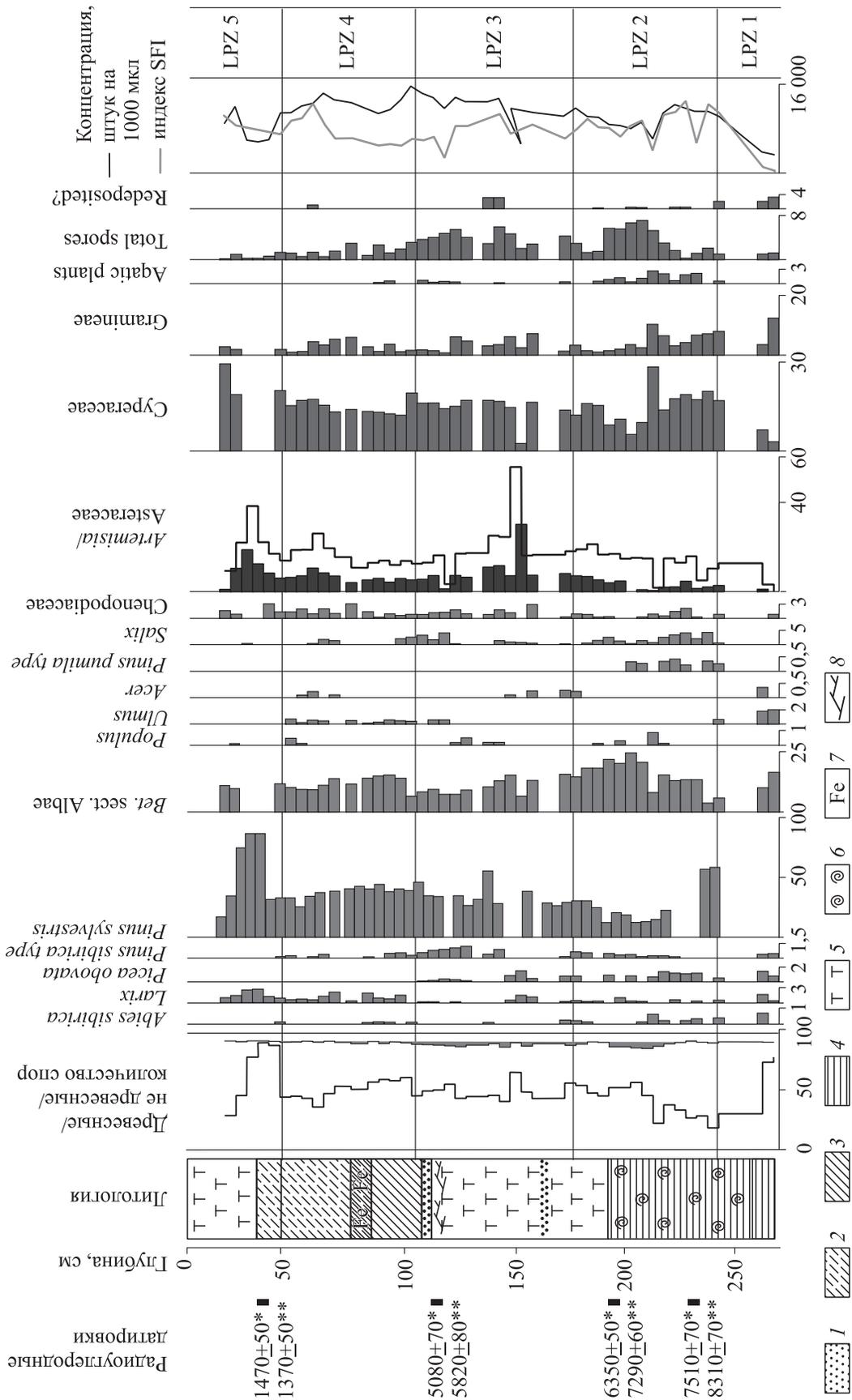


Рис. 2. Литологический состав и пыльцевая диаграмма донных отложений оз. Рыбное [8].

1 — песок тонкозернистый, 2 — супесь, 3 — суглинок, 4 — глина, 5 — торф, 6 — раковины моллюсков, 7 — окислы железа, 8 — ветки и остатки стволов деревьев. Радиоуглеродные даты, отмеченные звездочками, — обозначен календарный возраст.

териала и характеризующиеся его максимальной концентрацией для всего разреза. Повышенное (до 24,2 %) содержание пыльцы березы древесной (Betulaceae) свидетельствует о благоприятных условиях для развития окружающих лесов. Высокое содержание пыльцы темнохвойных растений, вероятно, говорит о более холодных условиях, характерных для периода формирования озерных осадков (около 7000–8000 л.н.). Содержание пыльцевого материала осоковых, злаков и околоводных и водных растений велико и стабильно по всей зоне. Индекс SFI достигает наибольших значений по всему разрезу.

LPZ 3 (горизонты 105–175 см). Зона демонстрирует наибольшее снижение содержания пыльцы ряда древесных — сосны и березы, в то же время велика доля темнохвойных элементов. Вероятнее всего, это связано со значительной долей таежной флоры. Максимальные же значения индекса SFI свидетельствуют о расширении степных и остепненных площадей. Это подтверждается стабильным (у ряда таксонов — максимальным) содержанием пыльцы некоторых кустарников (верескоцветных (*Ericales*)) и березы кустарничковой, не отраженных на представленной диаграмме. Также максимальны и стабильны по всей зоне значения содержания пыльцы кедра и злаковых. При этом мы также наблюдаем максимальные значения пыльцы водных растений и автохтонных споровых. Таким образом, СПС этой зоны формировался в условиях стабильного влагообеспечения самого озера, при этом климат, вероятно, был холоднее и суше. Наличие торфянистых горизонтов в нижней части зоны свидетельствует об озерно-болотной стадии в осадконакоплении.

LPZ 4 (горизонты 45–105 см). Критерием для выделения зоны послужило наибольшее и стабильное содержание пыльцы доминирующих древесных, при этом зона характеризуется самым обильным за все время седиментации отложений разреза содержанием пыльцы лиственницы. Отличительная черта зоны — это значительное содержание пыльцы кустарников и споровых с довольно стабильным количеством пыльцы злаковых и осоковых. Наиболее значительные изменения произошли в составе древесной растительности. Из ее состава постепенно исчезает ель сибирская (*Picea obovata*), пихта сибирская (*Abies sibirica*), увеличивается доля лиственницы, а содержание сосны остается стабильным. Обращает на себя внимание присутствие практически на всем промежутке формирования зоны пыльцы вяза (*Ulmus* sp.). В первую очередь, это свидетельствует об увеличении разнообразия окружающих ландшафтов с сокращением доли темнохвойных элементов и расширении площадей степей и лесостепей с уменьшением влагообеспеченности. Об общей нестабильности в структуре растительных сообществ свидетельствует максимальная доля представителей маревых. Окружающие ландшафты в этот период голоцена, согласно датировке, можно характеризовать как лесостепные, что типично для котловинных и низкогорных южных и центральных районов Западного Забайкалья [10, 11].

LPZ 5 (горизонты 0–45 см). Зона выделяется понижающимися значениями количества пыльцы кустарников, ряда древесных, пиковым содержанием пыльцы сложноцветных и сосны и практически полной элиминацией споровых. При этом для зоны характерно максимальное значение количества пыльцы осок — до 29,1 % в верхних слоях горизонта. Это может свидетельствовать о благоприятных влажностных и температурных условиях для развития растительного покрова прибрежных территорий.

Отмечено сходство кривых SFI и концентрации спорово-пыльцевого материала, отражающее вероятную аридизацию и похолодание в период малого ледникового периода (верхние горизонты LPZ 5).

Стратиграфический аналог разреза оз. Рыбное — это донные отложения оз. Гун-Нур, расположенного в 31 км юго-западнее [12]. Здесь из отложений мощностью около 5 м выделен споро-пыльцевой спектр голоценового возраста (самая древняя дата —  $9550 \pm 150$  л.н.), дифференцированный на четыре палинозоны (GN). Корреляция разрезов донных отложений озер указывает на значительное сходство во флористическом составе, структуре и динамике растительности. Нижняя часть изученных нами отложений (LPZ 1) синхронна зоне GN2 оз. Гун-Нур, характеризующейся небольшими березовыми колками с ольхой кустарничковой (*Alnus fruticosa*) и доминирующими степными и сухостепными сообществами, в обоих разрезах отмечено минимальное количество или отсутствие пыльцы сосны обыкновенной. Состав пыльцевого спектра GN3 позволил реконструировать островные сосново-березовые леса с примесью лиственницы и вяза. В зоне GN4 доминантом становится сосна с участием ели, лиственницы и ольхи.

Общие тенденции в динамике растительного покрова в разрезах донных отложений озер Рыбное и Гун-Нур заключаются в постепенном выпадении из таксономического состава пыльцевого спектра темнохвойных элементов, постепенном доминировании светлохвойных и сокращении доли березовых лесов на протяжении голоцена. Характерная черта обоих разрезов — это активное участие в формировании древостоя вяза. Отсутствие его пыльцы в верхних слоях разрезов, несмотря на значительное участие в современных насаждениях, позволяет предполагать большую долю его участия в формировании растительности голоцена на юге Западного Забайкалья.

На рубеже периода, начавшегося 5800 л.н., в разрезе оз. Рыбного отмечается прослой, насыщенный остатками древесной растительности и сосновыми шишками, перекрытый прослоем мелкозернистого песка. Вероятнее всего, в это время произошло полное зарастание котловины озера древесной растительностью, а поверхностный водоем целиком исчез. Разрез оз. Гун-Нур демонстрирует в это время резкий скачок в содержании пыльцы сосны.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате изучения разреза донных отложений оз. Рыбное и внутрирегиональной корреляции полученных данных Малханского хребта с соседними территориями Забайкалья России и Северной Монголии установлена направленность эволюции ландшафтов Юго-Западного Забайкалья в голоцене. В бореальной стадии голоцена отмечается господство лесостепных ландшафтов с доминированием смешанных, хвойно-широколиственных лесов и разнотравных степей. На рубеже бореальной и атлантической стадий происходит смена ландшафтной обстановки в связи с уменьшением влагообеспеченности. В породном составе древесной растительности появляется, а позже становится доминантой, сосна с ограниченным участием лиственницы, большое распространение получают сухие степи. Суббореальная фаза фиксируется по снижению уровня озера, ландшафты того времени представлены лесостепными группировками с доминированием в травостое представителей злаковых и маревых. Небольшое повышение увлажнения происходило в позднем суббореале, в это время отмечено увеличением доли широколиственных и смешанных лесов. Дальнейшая ландшафтная обстановка (позднее 2000 л.н.) была, по всей видимости, близка к современной.

*Исследование выполнено за счет средств государственного задания (№ госрегистрации темы АААА-А17-117041910171-7) и при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 17-29-05089.*

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Базаров Д.Б. Кайнозой Прибайкалья и Западного Забайкалья. — Новосибирск: Наука, 1986. — 181 с.
2. Тарасов П.Е., Дорофеюк Н.И., Виппер П.Б. Динамика растительности Бурятии в голоцене по данным пылецевого и радиоуглеродного анализов озерных отложений // Стратиграфия. Геологическая корреляция. — 2002. — Т. 10, № 1. — С. 94–102.
3. Кобылкин Д.В., Выркин В.Б., Фролов А.А. Развитие ландшафтов песчаных массивов западной части Малханского хребта (Западное Забайкалье) // Вестн. Бурят. ун-та. Сер. биология, география. — 2019. — № 4. — С. 41–54.
4. Oxford Radiocarbon Accelerator Unit [Электронный ресурс]. — <https://c14.arch.ox.ac.uk> (дата обращения 7.09.2020).
5. Faegri K., Iversen J. Textbook of Pollen Analysis. — New York: John Wiley & Sons, 1989. — 328 p.
6. Traverse A. Paleopalynology. — Boston; London; Sydney; Wellington: Unwin Hyman, 1988. — 600 p.
7. Berglund B.E., Polska-Jasiewiczowa M. Pollen analysis and pollen diagrams // Handbook of Holocene. Paleocology and Palaeohydrology. Interscience. — New-York: John Wiley & Sons, 1986 — P. 455–484.
8. Конспект флоры Сибири: сосудистые растения / Под ред. К.С. Байкова. — Новосибирск: Наука, 2005. — 362 с.
9. Кобылкин Д.В., Голубцов В.А., Опекунова М.Ю. Эоловые озера Селенгинского среднегорья // Третьи Виноградовские чтения. Грани гидрологии / Под ред. О.М. Макарьевой. — СПб.: Изд-во «Научное издание технологий», 2018. — С. 590–595.
10. Базарова В.Б., Мохова Л.М., Климин М.А., Орлова Л.А., Базаров К.Ю. Климатические изменения и обстановки осадконакопления в среднем–позднем голоцене в Юго-Восточном Забайкалье // Геология и геофизика. — 2008. — Т. 49, № 12. — С. 1294–1303.
11. Птицын А.Б., Решетова С.А., Бабич В.В., Дарьин А.В., Калугин И.А., Овчинников Д.В., Паниззо В., Мыглан В.С. Хронология палеоклимата и тенденции аридизации в Забайкалье за последние 1900 лет // География и природ. ресурсы. — 2010. — № 2. — С. 85–89.
12. Дорофеюк Н.И., Тарасов П.Е. Растительность и уровни озер севера Монголии за последние 12 500 лет, по данным палинологического и диатомового анализов // Стратиграфия. Геологическая корреляция. — 1998. — Т. 6, № 1. — С. 93–107.

*Поступила в редакцию 07.10.2020*

*После доработки 02.11.2020*

*Принята к публикации 02.11.2020*