

УДК 910 : 911

© М. И. АМОСОВ

ОЗЕРА И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ В ПЕРИОД МАКСИМУМА ПОСЛЕДНЕГО ОЛЕДЕНЕНИЯ

Введение. Центральная Азия — регион, протянувшийся с востока на запад от Большого Хингана и Лёссового плато до Каспия, а с севера на юг — от Алтае-Саян и Хэнтэя до Тибета, Памира и Копетдага. Такое понимание границ региона восходит к классическим трудам А. Гумбольдта и В. А. Обручева. Характерные черты природы региона: аридность климата, наличие обширных бессточных равнин с многочисленными озерами и горных систем с развитым оледенением.

Во многих работах о прошлом природы Центральной Азии констатируется синхронность высоких уровней озер и развития оледенения [11, 23, 34, 35, 53]. Наиболее отчетливо такая связь прослеживается для периода максимума последнего оледенения (далее используется международное сокращение — LGM).¹

Сведения об изменениях уровней озер часто используют при палеогеографических реконструкциях. Так, многочисленные данные о повышенном обводнении озер Центральной Азии в период LGM рассматриваются как доказательство большего климатического увлажнения. По-видимому, исходя из кажущейся очевидности такой связи построены некоторые палеогеографические реконструкции количества осадков на равнинах Центральной Азии в период LGM [1, 5, 38].

Представления о хорошем увлажнении Центральной Азии в период LGM нашли отражение и на картах древней природной зональности. Так, для равнинных территорий Средней Азии, которые в настоящее время занимают пустыни, для периода LGM в [27] показано распространение полупустынь. Схожая трактовка дана и в ряде других работ [28, 30].

Между тем в последнее время появляются публикации, в которых утверждается, что высокие уровни озер в период LGM в ряде регионов мира могли сочетаться с развитием растительности более сухолюбивой, чем современная. Впервые такое сочетание было установлено для Средиземноморского регио-

¹ LGM — Last Glacial Maximum — максимум последнего оледенения. За начало LGM обычно принимают рубеж 25—24 тыс. л. н., окончание относят ко времени около 17 тыс. л. н.; наиболее суровые условия имели место 22—18 тыс. л. н. [22, 51]. Здесь и далее указаны некалиброванные даты.

на [47], где согласно палинологическим данным в период LGM преобладала степная растительность, а жестколистные леса сохранялись лишь в небольших рефугиумах [39, 44]. Одновременно с этим происходили обводнение озер и повышение их уровней, что было подтверждено при исследовании водоемов Апеннин [48], оз. Конья в Малой Азии [49], Мертвого моря [23] и др.

Сочетание высоких уровней озер с большей ксерофитностью растительности в период LGM объясняют спецификой сезонов года в Средиземноморье [47], где большая часть осадков выпадала во время холодных зим и оказывалась недоступной для растительности. Схожая картина для периода LGM была выявлена для района оз. Зерибар в горах Загроса [49, 54], где также преобладают зимние осадки.

Недавно вывод о сочетании в период LGM высоких уровней озер с растительностью более сухолюбивой, чем современная, был сделан при палеогеографической реконструкции биомов с летним максимумом осадков на западе Китая [45]. Упоминание о подобном сочетании применительно к горам Средней Азии содержится в диссертации А. Е. Додонова [13].

Цель настоящей работы — провести сопоставительный анализ развития озер и растительности на всем пространстве Центральной Азии в период LGM и наметить пути объяснения развития природы региона в это время.

Обводнение озер в период LGM. В пределах Центральной Азии расположено большое количество озер (см. рисунок). Во многих случаях имеются сведения об уровне стояния их вод в период LGM, полученные благодаря геоморфологическим и биостратиграфическим исследованиям. Часто об обводнении озер судят по данным о палеосолености вод.

Обобщенная картина положения уровней озер и солености их вод в период LGM представлена в таблице. В число исследованных озер включены бессточные водоемы, два проточных озера — Зайсан и Сонг-Кель, а также солончаки Лобнор и Чархан-Яньху, превращавшиеся в прошлом в бессточные озера. Ниже приводятся краткие сведения о состоянии 18 озер и солончаков в период LGM, в необходимых случаях они сгруппированы по регионам.

Аральское море. Имеются различные представления об обводнении этого бассейна в период LGM. Одна из точек зрения связана с гипотезой о существовании в Западной Сибири в период LGM крупного озера — Мансийского моря, подпруженного на севере ледниковым щитом. Предполагается, что Арал был хорошо обводнен и через него проходил сток из Мансийского моря в сторону Каспия [1, 2]. Однако новые данные по истории ледниковых покровов [51] позволяют сделать вывод о том, что в Западной Сибири в период LGM оледенение отсутствовало и Арал не получал притока вод с севера.

Согласно другой версии, Арал — молодое озеро, возникшее только в голоцене, а до этого сток Амударьи направлялся по ныне сухому руслу Узоя в сторону Каспийского моря. Уровень воды мог быть на 17 м ниже зеркала Арала середины XX в. [16]. Только в начале голоцена произошел прорыв Амударьи в сторону Арала [17, 31].

Приверженцы третьей точки зрения считают, что в период LGM уровень Арала был значительно повышен [23, 29, 35]. При этом подразумевается, что канал стока Амударьи в Арал существовал непрерывно, а повышенное обводнение водоема было предопределено лучшим увлажнением водосборного бассейна. Существенно, что именно в этом случае изменение обводнения Арала рассматривается как результат климатических изменений.



Положение озер и солончаков, описываемых в статье, на орографической схеме Центральной Азии.

Пунктирная линия — границы Центральной Азии по [32]; точки — положение озер и солончаков: 1 — Аральское море, 2 — Балхаш, 3 — Зайсан, 4 — Иссык-Куль, 5 — Сонг-Кель, 6 — Чатыр-Кель, 7 — Каракуль, 8 — Убсу-Нур, 9 — Хяргас-Нур, 10 — Манас, 11 — Баркель, 12 — Лобнор, 13 — Тяньшуйхай, 14 — Аксайчин, 15 — Аччиккель, 16 — Улан-Ула-Нур, 17 — Чархан-Яньху, 18 — Кукунор.

Состояние озер Центральной Азии во время максимума последнего оледенения

Название озера	Страна/Регион	Широта (сев.), град	Долгота (вост.), град	Современный уровень озера, м	Соленость вод в период LGM (по сравнению с настоящим временем)	Уровень озера в период LGM (по сравнению с настоящим временем)	Источник
1	2	3	4	5	6	7	8
Аральское море	Казахстан/Узбекистан	45	60	53	Нет данных	А) выше: +72—73 м Б) ниже: -17 м	[23, 29, 35] [16, 17]
Балхаш	Вост. Казахстан	46	75	342	Ниже (или как в настоящее время)	Выше: +10—15 м и более	[7, 12, 16]
Зайсан	Вост. Казахстан	48	84	386	Нет данных	Выше: +3—5 м и более	[16]
Иссык-Куль	Кыргызстан	42	77	1607	Ниже	Выше: +33 м	[16, 23, 26]
Сонг-Кёль	»	41.8	75.0	3013	»	Выше: +30 м	[25, 33]
Чатыр-Кёль	»	40.6	75.3	3530	»	Выше: +12 м	[21, 25, 33]
Каракуль	Таджикистан	39.0	73.4	3914	»	Выше: +15—18 м	[24, 33]
Убсу-Нур	Зап. Монголия/Россия	50.4	92.8	753	Нет данных	А) выше: +50 м Б) ниже	[11, 37] [40]
Хяргас-Нуур	Зап. Монголия	49.2	93.4	1028	»	Выше: +20—30 м	[11]
Манас	Китай: Джунгария	45.4	86.0	251	Выше (?)	Ниже (?)	[50]
Баркёль	То же	43.7	92.8	1575	Ниже	Выше	[53]
Солончак Лобнор	Китай: Кашгария	39.8—40.8	90.2—91.4	780	»	»	[53]
Тяньшуйхай	Китай: Сев. Тибет	35.7	79.4	4800	Нет данных	Выше: +40 м	[53]
Аксайчин	То же	35.2	79.8	4840	»	Выше: +3—4 м и более	[53]
Аччиккёль	»	37.1	88.4	4225	»	Выше: +50 м	[53]
Улан-Ула-Нур	»	34.8	90.5	4854	»	Выше: +1.5 м	[53]
Солончак Чархан-Яньху	»	36.6—37.2	93.7—96.2	2677	Ниже	Выше	[53]
Кукунор (Цинхай)	»	36.9	100.1	3205	Нет данных	Ниже	[53]

Примечание. В столбце «5» указаны уровень Аральского моря по состоянию на 1961 г., уровень оз. Зайсан — до сооружения Бухтарминской ГЭС в середине XX в.

Балхаш. Все исследователи сходятся во мнении, что в период LGM озеро имело более высокий уровень, чем в настоящее время. К. В. Курдюков [18, 19] предполагал значительный подъем уровня (примерно на 60 м) и считал, что во время последнего оледенения существовал единый водоем, объединявший озера Балхаш, Сасыколь и Алаколь. Было также высказано мнение о том, что уровень озера не поднимался выше чем на 10—15 м [12].

Более поздние данные о видовом составе палеофауны, а также сведения о составе озерных отложений указывают на соленость, близкую к современной или более низкую [7, 16]. Это позволяет сделать вывод о том, что в период LGM уровень Балхаша повышался, хотя и не столь значительно, как это представлялось К. В. Курдюкову.

Зайсан. В период LGM, как и сейчас, озеро представляло собой проточный водоем. Как считают авторы [16], «в период позднего плейстоцена на фоне похолодания» (т. е. во время LGM) произошло формирование террас высотой 3—5 м, что указывает на повышение уровня озера.

Озера Тянь-Шаня и Памира (Иссык-Куль, Сонг-Кёль, Чатыр-Кёль и Каракуль). В четвертичное время уровень Иссык-Куля испытывал неоднократные колебания. Большинство исследователей указывает на то, что трансгрессии озера совпадали с периодами развития ледников на окружающих горных хребтах [16, 23], хотя высказывалась и иная точка зрения [4].

Изучение озерных отложений Иссык-Куля свидетельствует о понижении солености вод в период LGM [16, 26], что хорошо согласуется с точкой зрения В. Э. Мурзаевой и других [23] о подъеме уровня до отметки 1640 м.

Проточное оз. Сонг-Кёль относится к бассейну Арала и окружено горными хребтами в настоящее время не несущими оледенения. В период LGM ледники были хорошо развиты, некоторые из них спускались к окраинам дна котловины Сонг-Кёля. Уровень озера поднимался на 30—40 м — такова высота самой верхней террасы и примерная граница распространения типичных озерных отложений [25]. По мнению авторов упомянутой работы, трансгрессия происходила за счет обильного стока с ледников и вследствие запруживания стока моренами или слившимися концами ледников. Впрочем, последнее не подтверждается какими-либо конкретными данными.

Изучение отложений в котловине Чатыр-Кёля показало, что по своим размерам верхнеплейстоценовый водоем в несколько раз превышал современный. О времени этой трансгрессии можно судить благодаря шести радиоуглеродным датировкам, полученным для образцов из отложений озерных террас [25]. Все датировки относятся к интервалу от 21 500 (± 400) до 16 300 (± 420) л. н., что позволяет говорить о трансгрессии озера в период LGM. Максимальный подъем произошел 20 тыс. л. н., когда сформировалась 12-метровая терраса [21].

Озеро Каракуль «во время последней фазы наступления позднеплейстоценового оледенения» было хорошо обводнено; в это время была сформирована терраса высотой 15—18 м [24]. Судя по имеющейся радиоуглеродной датировке озерных отложений (около 27 700 л. н.), трансгрессия могла начаться еще до начала периода LGM.

В период LGM не только Сонг-Кёль, но и другие озера Тянь-Шаня и Памира, упомянутые в настоящем разделе, были проточными [26, 33].

Озера Западной Монголии (Хяргас-Нуур и Убсу-Нур). Озеро Хяргас-Нуур расположено в бессточной межгорной котловине Больших озер и представляет собой конечное звено целой системы озер и рек, стекающих с гор Мон-

гольского Алтая и Хангая. Вопрос о возможной связи колебаний озера с динамикой оледенения рассмотрен в работах [11, 20, 23, 34], где высказывается мнение о том, что во время оледенений уровень водоема был выше современных отметок. По мнению Е. В. Девяткина и других [11], в период последнего оледенения была сформирована терраса высотой 20—30 м; имеется термолюминесцентная датировка слагающих ее отложений (около 26 тыс. л. н.), что позволяет предположить, что в период LGM уровень Хяргас-Нуура был выше современного.

В отношении оз. Убсу-Нур большинство исследователей придерживаются мнения о том, что в позднеплейстоценовое время уровень озера мог существенно повышаться [11, 20, 37, 40]. Однако отсутствие датировок древних озерных отложений вносит неопределенность в вопрос о времени и масштабах этой трансгрессии. По аналогии с историей Хяргас-Нуура и следуя схеме Ю. П. Селиверстова [34] о связи развития озер котловины Больших озер и оледенения Алтая, можно сделать вывод о повышенном уровне Убсу-Нура в период LGM. Зеркало озера поднималось примерно на 50 м [37].

Иного взгляда придерживаются Й. Грунерт и Ф. Лемкуль [40], изучавшие развитие песчаных массивов на западе Монголии. Согласно их реконструкции в начале оледенения наблюдались холодные и влажные условия, уровень Убсу-Нура в это время повышался, но в период LGM произошла аридизация, а озеро вступило в регрессивную фазу, вплоть до возможного исчезновения. Для оценки этой гипотезы существенно, что она опирается на датировки возраста эоловых песчаных образований, а не на сведения об озерных отложениях. Кроме того, ее авторы не дают палеоклиматических объяснений своему предположению о смене гумидной и аридной фаз внутри периода одного оледенения. Поэтому более обоснованной представляется точка зрения о том, что в период LGM Убсу-Нур находился в трансгрессивной фазе развития.

Озера Джунгарии и Кашгарии (Манас, Баркёль и Лобнор). Наиболее надежные данные о состоянии водоема в период LGM имеются для оз. Баркёль. Изучение отложений со дна озера, в том числе их радиоуглеродное датирование, позволяет утверждать, что для временного интервала от 20 730 (± 500) до 17 800 (± 470) л. н. была характерна меньшая соленость вод, чем в настоящее время. Это означает, что в период LGM Баркёль был хорошо обводнен [53].

Лобнор в настоящее время превратился в солончаковую равнину, но в период LGM и вплоть до конца плейстоцена он представлял собой соленое озеро, что подтверждается составом озерных отложений и несколькими радиоуглеродными датировками [53].

Сведения об оз. Манас в период LGM более противоречивы. Наличие соляных корок, окружающих озеро, указывает на бывшей более высокий уровень. Вместе с тем исследования донных отложений позволяют предположить, что в интервале от 32 100 (± 750) до 10 120 (± 100) л. н. озеро мелело и временами превращалось в солончаковую равнину, что трактуется как свидетельство регрессии во время LGM [50]. Однако другие авторы [53] считают, что этот вывод недостаточно хорошо обоснован.

Озера Северного Тибета (Тяньшуйхай, Аксайчин, Аччиккёль, Улан-Ула-Нур, Чархан-Яньху, Кукунор). Радиоуглеродные датировки отложений террас окружающих большинство озер этой группы (кроме Кукунора) позволяют сделать вывод о повышенном положении их уровней в период LGM [53].

В Цайдамской котловине в прошлом существовал обширный водоем [46], на месте которого теперь располагается солончак Чархан-Яньху. Радиоуглеродные датировки позволяют отнести время существования Цайдамского озера к интервалу от 25 до 8 тыс. л. н. [53].

Кукунор (Цинхай) — наиболее восточный водоем из всех рассматриваемых в настоящей статье. В отличие от других озер поступление влаги в его бассейн обеспечивается благодаря летнему восточно-азиатскому муссону, а не за счет западного переноса. Во время плейстоценовых похолоданий летние муссоны ослабевали, сухость климата усиливалась [15]. По-видимому, с этим связаны особенности развития Кукунора в прошлом. В период LGM этот водоем регрессировал [53].

Подводя итоги обзора данных об изменениях обводнения озер, можно констатировать, что для 14 из 18 палеоводоемов с достаточной определенностью установлено повышение уровня в период LGM. К этой группе с некоторой осторожностью можно отнести также Арал и Убсу-Нур. Лишь в двух случаях (Манас и Кукунор) отмечается понижение уровня озер.

Растительность в период LGM. Реконструкция растительности прошлого основывается в первую очередь на сведениях, получаемых в результате палинологических исследований. Кроме того, в условиях Центральной Азии важное значение для оценки прошлых изменений развитости растительного покрова имеют данные о смене периодов интенсивного накопления лёссов и интервалов формирования древних почв (лёссово-почвенные серии).

Палинологические данные. В отношении Центральной Азии имеется относительно ограниченное количество палинологических разрезов затрагивающих период LGM, причем большая часть информации относится к горным территориям. Эти сведения обобщены в [45, 52] и позволяют сделать вывод о том, что в период LGM в ряде случаев распространение получали сообщества более сухолюбивые, чем характерные для этих мест в настоящее время. Так, в некоторых пунктах Тибета на месте современных степей и тундростепей были представлены пустынные сообщества [45], а в районе Чатыркёля степи уступали место пустыням, более сухим вариантам степей [52] или полупустыням [3]. Данные из района Каракуля указывают на сохранение степной растительности, но с признаками опустынивания [52]. Для северной части Тянь-Шаня также выявлено совпадение периодов похолодания и ксерофитизации растительности [10]. Все это свидетельствует о распространении в Центральной Азии во время LGM растительности более сухолюбивой, чем современная.

Существует, однако, и иная точка зрения, согласно которой растительность Средней Азии развивалась в условиях повысившегося увлажнения.¹ Так, палинологический анализ донных отложений Аральского моря [8] для периода LGM показывает высокое содержание пыльцы злаков (в основном тростника) и спор папоротников, а также присутствие прибрежно-водных растений; роль ксерофильных растений, напротив, была понижена. Данные для предгорий Ферганской котловины [36] свидетельствуют об увеличении в период LGM роли лугово-болотной растительности и древесных видов (можжевельник, береза, ива) при одновременном сокращении роли сухолю-

¹ Под Средней Азией в настоящей статье понимается западная часть Центральной Азии, полностью или частично включающая территории Кыргызстана, Таджикистана, Узбекистана, Казахстана и Туркменистана.

бывых растений — полыней, эфедры, маревых. На основании этих и некоторых других материалов Р. А. Халмухамедова [36] пришла к заключению о том, что климат предгорий Тянь-Шаня в период LGM отличался повышенным увлажнением. Одновременно Р. А. Халмухамедова вслед за Г. Н. Бердовской [3] констатировала ксерофитизацию растительности в высокогорном районе Чатыркёля.

Таким образом, палинологические материалы, полученные для горных территорий Средней Азии, указывают на климатическое иссушение. Вместе с тем данные для равнин и предгорий на первый взгляд могут интерпретироваться как свидетельство повышения увлажнения.

В отношении оценки состояния природных зон на равнинах Западного Китая и Монголии каких-либо разночтений не возникает. Существующие реконструкции для периода LGM [27, 28, 45], как и для настоящего времени, показывают там распространение пустынной растительности.

Лёссово-почвенные серии — важный источник информации об изменении природной зональности Центральной Азии в плейстоцене, который позволяет провести оценку растительного покрова на различных этапах плейстоцена.

В периоды глобальных похолоданий (в том числе и в LGM) интенсивность накопления лёссов существенно возрастала, что свидетельствует о деградации растительного покрова и иссушении климата. Напротив, во время глобальных потеплений эоловые процессы шли на убыль, активизировались процессы «нормального» почвообразования — это расценивается как подтверждение лучшей климатической увлажненности и лучшего развития растительности. Эти закономерности подтверждены в результате исследований лёссово-почвенных толщ в различных частях Центральной Азии: как на Лёссовом плато в Китае [42, 43], так и в Средней Азии [13, 27]. Та же картина наблюдалась в соседних регионах: в Западной Сибири [14] и на севере Ирана [41].

Таким образом, данные о развитии лёссово-почвенных серий подтверждают мнение об аридизации климата, об общей деградации растительного покрова и наступлении пустынь в Центральной Азии в период LGM.

Заключение. Проведенное сравнение данных о положении уровней озер и развитии растительности позволяет сформулировать гипотезу о том, что в период LGM на большей части Центральной Азии наблюдалась парадоксальная картина: происходило повышение уровней большинства водоемов при одновременной аридизации климата равнин и ксерофитизации растительности как равнинных, так и горных ландшафтов.

Повышение уровней озер в Центральной Азии могло быть связано, в первую очередь, с изменениями речного стока. Современные реки региона имеют преимущественно снеговое и ледниковое питание, обеспеченное почти полностью за счет горных территорий, где слой стока может превышать 500 и даже 1000 мм/год; на равнинах значения этого показателя опускаются ниже 10 мм/год [28], в ряде мест сток отсутствует.

В период LGM происходила криоаридизация климата Центральной Азии: климатическое иссушение сочеталось с понижением температуры воздуха. Расчеты, выполненные для горного массива Монгун-Тайга (расположен северо-западнее Убсу-Нура), позволяют предположить сокращение осадков примерно на 30 % от современного уровня; несмотря на это, снеговая линия опускалась на 690 м вследствие понижения летних температур, оцениваемого в

3.6 °C [°]. На этом фоне происходило расширение оледенения. Ресурсы снегового и ледового питания рек также должны были существенно возрастать. Таким образом, при криоаридизации возникали условия для повышения уровня озер. По-видимому, схожие перемены происходили и в других горных системах региона.

В рамках предлагаемой гипотезы возможно объяснение отмеченного ранее противоречия между данными о ксерофитизации растительности гор Средней Азии в период LGM и палинологическими материалами из районов Приаралья и предгорий Ферганы, где тогда же фиксируется сокращение доли ксерофитов. По-видимому, следует учесть тот факт, что упомянутые палинологические материалы [8, 36] указывают на вытеснение ксерофитов за счет большей доли пыльцы прибрежных растений (ив, берез, лугово-болотных видов и др.), а это могло быть следствием роста площадей пойменных ландшафтов, происходившего при увеличении речного стока.

Закономерности, намеченные в данной статье, не распространяются на восточную периферию Центральной Азии (Кукунор, а также Внутренняя Монголия), увлажнение которой зависит от силы летнего восточно-азиатского муссона.

Другое исключение — район оз. Манас, где в период LGM могло происходить понижение уровня, синхронное с ксерофитизацией растительности. Этот случай требует дополнительного изучения, хотя можно предположить, что «неправильность» оз. Манас связана с особенностями его положения на Джунгарской равнине. Видимо, следует обратить внимание на то, что из всей совокупности озер, рассматриваемой в настоящей статье, Манас — одно из наиболее низко расположенных озер. По этому показателю оно уступает только Аралу. При этом оба озера занимают пониженные и пологие части обширных равнин, а питание получают за счет рек, текущих с гор. Именно для таких озер весьма вероятно изменение стока вследствие блуждания рек и перестроения гидрографической сети. Поэтому низкое положение уровня оз. Манас в период LGM могло быть следствием того, что часть рек, питающих его в настоящее время, в прошлом не доходила до водоема.

Описанное в настоящей статье парадоксальное сочетание в изменениях растительности и уровней озер в Центральной Азии, происходившее в связи с криоаридизацией климата в период LGM, хорошо согласуется с существующими представлениями о переменах в циркуляции атмосферы [6, 9, 13]. Во время оледенения в холодное время года возрастала роль Сибирского антициклона, а летом происходило ослабление западного переноса и восточно-азиатского муссона, приносящих влагу в Центральную Азию.

Список литературы

- [1] Атлас снежно-ледовых ресурсов мира. М.: Изд-во ВИНТИ, 1997. Т. 2, кн. 2. 270 с.
- [2] Бабкин А. В. Увлажнение областей внутреннего стока Евразии (на примере бассейнов Аральского моря, Каспийского моря и озера Балхаш) // Дис. ... д-ра геогр. наук. СПб., 2005. 355 с.
- [3] Бердовская Г. Н. Палинологическая характеристика верхнеплейстоценовых отложений озера Чатыркель // Изв. ВГО. 1978. Т. 110, вып. 2. С. 154—161.
- [4] Бондарев Л. Г. О возрасте 100-метровой регрессии Иссык-Куля // Проблемы исследования крупных озер СССР. Л., 1985. С. 203—276.

- [5] Борзенкова И. И. Об особенностях увлажнения суши Северного полушария в различные геологические эпохи // Метеорология и гидрология. 1987. № 10. С. 53—61.
- [6] Величко А. А. Широтная асимметрия в состоянии природных компонентов ледниковых эпох в Северном полушарии, гипотеза ее климатической обусловленности // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1980. № 5. С. 5—14.
- [7] Верзилин Н. Н. Использование геохимических особенностей донных осадков Балхаша для реконструкции его палеосолености // Изв. ВГО. 1987. Т. 119, вып. 2. С. 159—165.
- [8] Вронский В. А. Маринопалинология южных морей. Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского ун-та, 1976. 200 с.
- [9] Горный массив Монгун-Тайга / К. В. Чистяков, Д. А. Ганюшкин, И. Г. Москаленко, Е. С. Зелепукина, М. И. Амосов, И. В. Волков, А. Б. Глебова, Н. И. Гузэль, С. А. Журавлев, Т. Н. Прудникова, Г. В. Пряхина / Под ред. К. В. Чистякова. СПб.: Арт-Экспресс, 2012. 310 с.
- [10] Григина О. М. Результаты палинологических исследований плейстоценовых отложений Северной Киргизии // Северный Тянь-Шань в кайнозое. Фрунзе: Илим, 1979. С. 79—100.
- [11] Девяткин Е. В., Малаева Е. М., Мурзаева В. Э., Шелкопяс В. Н. Плювиальные плейстоценовые бассейны котловины Больших Озер Западной Монголии // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1978. № 5. С. 89—99.
- [12] Джуркашиев Т. Н. Антропогеновая история Балхаш-Алакольской впадины. Алма-Ата: Наука, 1972. 126 с.
- [13] Додонов А. Е. Четвертичный период Средней Азии: стратиграфия, корреляция, палеогеография // Дис. ... д-ра геол.-мин. наук. М., 2001. 401 с.
- [14] Зыкин В. С., Зыкина В. С. Лёссово-почвенная последовательность и эволюция природной среды и климата Западной Сибири в плейстоцене. Новосибирск: Гео, 2012. 477 с.
- [15] Иванова Е. В. Глобальная термohалинная палеоциркуляция. М.: Научный мир, 2006. 320 с.
- [16] История озер Севан, Иссык-Куль, Балхаш, Зайсан и Арал / Отв. ред. Д. В. Севастьянов. Л.: Наука, 1991. 301 с.
- [17] Кесь А. С. Естественная история Арала и Приаралья // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1991. № 4. С. 36—46.
- [18] Курдюков К. В. О колебаниях уровня озера Ала-Куль // Вопр. географии. 1951. Т. 24. С. 117—133.
- [19] Курдюков К. В. Древние озерные бассейны юго-восточного Казахстана и климатические условия времени их существования // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1952. № 2. С. 11—24.
- [20] Лимнология и палеолимнология Монголии. СПб.: Наука, 1994. 304 с.
- [21] Максимов Е. В. Историческая география горных озер Средней Азии. СПб.: Изд-во СПбГУ, 1992. 304 с.
- [22] Мол И. Определение временных интервалов. Изменение климата и ландшафтов Европы в последнее оледенение; обзор данных // Эволюция экосистем Европы при переходе от плейстоцена к голоцену (24—8 тыс. л. н.) / Отв. ред. А. К. Маркова, Т. ван Кольсхофтен. М.: Т-во КМК, 2008. С. 73—87.
- [23] Мурзаева В. Э., Коноплёва В. И., Девяткин Е. В., Серебрянный Л. Р. Плювиальные обстановки позднего плейстоцена и голоцена в аридной зоне Азии и Африки // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1984. № 4. С. 15—25.
- [24] Никонов А. А., Пахомов М. М., Шумова Г. М. Новые данные о палеогеографии Каракульской котловины на Памире // Докл. АН СССР. 1979. Т. 244, № 1. С. 170—174.
- [25] Озера Тянь-Шаня и их история / Ред. А. В. Шнитников. Л.: Наука, 1980. 230 с.

- [26] Озеро Иссык-Куль и тенденции его природного развития / Отв. ред. Д. В. Севастьянов и Н. П. Смирнова. Л.: Наука, 1986. 256 с.
- [27] Палеоклиматы и палеоландшафты внетропического пространства Северного полушария. Поздний плейстоцен—голоцен. Атлас-монография / Под ред. А. А. Величко. М.: ГЕОС, 2009. 120 с.
- [28] Природа и ресурсы Земли. Атлас. Т. 1. М.; Вена, 1998. 93 карты.
- [29] Пиенин Г. П., Стеклёнков А. П., Черкинский А. Е. Новые данные о происхождении и абсолютном возрасте доголоценовых террас Арала // Докл. АН СССР. 1984. Т. 276, № 3. С. 675—677.
- [30] Растительный мир Земли / Под ред. Ф. Фукарека. Т. 1. М.: Мир, 1982. 69 с.
- [31] Свиточ А. А. Корреляция палеогеографических событий в плейстоцене // География, общество и окружающая среда. Т. 1. Структура, динамика и эволюция природных геосистем. М.: ИД «Городец», 2004. С. 599—619.
- [32] Севастьянов Д. В. Факторы и процессы лимногенеза в горных ландшафтах Внутренней Азии // География и современность. СПб.: Изд-во СПбГУ, 1999. Вып. 8. С. 75—131.
- [33] Севастьянов Д. В., Бердовская Г. Н., Лийва А. А. Озера Восточного Памира в голоцене // Вестн. СПбГУ. Сер. 7. Геология, география. 1992, вып. 1. С. 41—51.
- [34] Селиверстов Ю. П. Ритмика создания гляциальных образований гор. 2. Причины и ранговость ритмов горных оледенений // Вестн. СПбГУ. Сер. 7. Геология, география. 1993, вып. 4 (№ 28). С. 60—70.
- [35] Серебрянный Л. Р., Пиенин Г. П., Пунинг Я. Оледенение Тянь-Шаня и колебания уровня Арала (поэтапный анализ позднечетвертичной истории Средней Азии) // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1980. № 2. С. 52—65.
- [36] Халмухамедова Р. А. История растительности Ферганской долины и юго-западных отрогов Чаткальского хребта в позднем плейстоцене и голоцене (по данным спорово-пыльцевого анализа) // Дис. ... канд. биол. наук. Ташкент, 1984. 182 с.
- [37] Чистяков К. В., Селиверстов Ю. П. Геосистемы северо-запада Внутренней Азии и их современная динамика // География и современность. СПб.: Изд-во СПбГУ, 1999. Вып. 8. С. 75—131.
- [38] Atlas of Palaeoclimates and Palaeoenvironments of the Northern Hemisphere: Late Pleistocene—Holocene / Ed. by B. Frenzel, M. Pecsli, A. Velichko. Budapest, Stuttgart, 1992. 79 p.
- [39] Elenga H., Peyron O., Bonnefille R., Jolly D., Cheddadi R., Guiot J., Andrieu V., Bottema S., Buchet G., Beaulieu J.-L., Hamilton A. C., Maley J., Marchant R., Perez-Obiol R., Reille M., Riollet G., Scott L., Straka H., Taylor D., Van Campo E., Vincens A., Laarif F., Jonson H. Pollen-based biome reconstruction for southern Europe and Africa 18,000 yr BP // J. of Biogeography. 2000. N 27. P. 621—634.
- [40] Grunert J., Lehmkuhl F. Aeolian sedimentation in arid and semi-arid environments of Western Mongolia // Palaeoecology of Quaternary Drylands, Lecture Notes on Earth Sciences / Eds Smykatz-Kloss W., Felix-Henningsen P. Berlin: Springer, 2004. P. 195—218.
- [41] Kehl M. Quaternary climate change in Iran — The state of knowledge // Erdkunde. 2009. Vol. 63, N 1. P. 1—17.
- [42] Kohfeld K. E., Harrison S. P. Glacial-interglacial changes in dust deposition on the Chinese Loess Plateau // Quaternary Science Review. 2003. N 22. P. 1859—1878.
- [43] Kukla G., An Z. Loess stratigraphy in Central Asia // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 1989. N 72. P. 203—225.
- [44] Medail F., Diadema K. Glacial refugia influence plant diversity patterns in the Mediterranean Basin // J. of Biogeography. 2009. N 36. P. 1333—1345.
- [45] Ni J., Yu G., Harrison S. P., Prentice I. C. Palaeovegetation in China during the late Quaternary: Biome reconstructions based on a global scheme of plant functional ty-

- pes // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoceanology*. 2010. N 289. P. 44—61.
- [46] Owen L. A., Finkel R. C., Ma H., Barnard P. L. Late Quaternary evolution in the Kunlun Mountains and Qaidam Basin, Northern Tibet: A framework for examining the links between glaciation, lake-level changes and alluvial fan formations // *Quaternary International*. 2006. N 154—155. P. 73—86.
- [47] Prentice I. C., Guyot J., Hurrison S. P. Mediterranean vegetation, lake-levels and palaeoclimate at the Last Glacial Maximum // *Nature*. 1992. N 360. P. 658—660.
- [48] Ramrath A., Zolischka B., Wulf S., Negendank J. F. W. Late Pleistocene climatic variations as recorded in two Italian maar lakes (Lago di Mezzano, Lago Grande di Monticchio) // *Quaternary Science Reviews*. 1999. N 18. P. 977—992.
- [49] Roberts N., Wright H. E. Vegetational, lake-level and climatic history of the Near East and Southwest Asia // *Global climate since the last glacial maximum* / Eds Wright H. E., Kutzbach J. E., Webb T., Ruddiman W. F., Street-Perrott F. A., Bartlein P. J. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1993. P. 194—219.
- [50] Rhodes T. E., Gasse F., Lin R. F., Fontes J.-C., Wei K., Berrand P., Gilbert E., Melieres F., Tucholka P., Wang Z., Cheng Z. Y. A Late Pleistocene—Holocene lacustrine record from Lake Manas, Zunggar (northern Xinjiang, western China) // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoceanology*. 1996. N 120. P. 105—121.
- [51] Svendsen J. I., Astakhov V. I., Bolshiyakov D. Y., Demidov I., Dowdswell J. A., Gataullin V., Hjort C., Hubberten H.-W., Larsen E., Mangerud J., Melles M., Molle P., Saarnisto M., Siegert M. J. Maximum extent of the Eurasian ice sheets in the Barents and Kara Sea region during the Weichselian // *Boreas*. 1999. Vol. 28. P. 234—242.
- [52] Tarasov P. E., Volkova V. S., Webb T. III., Guiot J., Andreev A. A., Bezusko L. G., Bezusko T. V., Bykova G. V., Dorofeuk N. E., Kvavadze E. V., Osipova M. I., Panova N. K., Sevastyanov D. V. Last glacial maximum biomes reconstructed from pollen and plant macrofossil data from Northern Eurasia // *J. of Biogeography*. 2000. N 27. P. 609—620.
- [53] Yu G., Xue B., Liu J., Chen X. LGM lake records from China and an analysis of climate dynamics using a modeling approach // *Global and Planetary Change*. 2003. N 38. P. 223—256.
- [54] Van Zeist W., Wright H. E. Preliminary pollen studies at Lake Zeribar, Zagros Mountains, south-western Iran // *Science*. 1963. N 140. P. 65—67.

Санкт-Петербург
 mamosov@mail.ru
 Санкт-Петербургский государственный университет

Поступило в редакцию
 29 апреля 2014 г.