

- [21] Kuznetsova Ye. S. Nekotorye zakonomernosti geograficheskoy izmenchivosti kulturnikh rasteniy // Tr. po prikl. botanike, genetike i selektsii. 1952. T. 29, vyp. 3. S. 27—41.
- [22] Kuptsov A. I., Ramenskaya M. E. Geograficheskie kontseptsii N. I. Vavilova i sovremennost // Vestnik MGU. Ser. 5: Geogr. 1978. N 2. S. 17—21. Poslednee izdanie: Vavilovskoe nasledie v sovremennoi biologii. M.: Nauka, 1989. S. 147—154.
- [23] Murzaev E. M. Geograficheskoe myshlenie N. I. Vavilova // Izv. AN SSSR, ser. 5 geogr. 1988. N 2. S. 109—119.
- [24] N. I. Vavilov. Dokumenty. Fotografii. SPb.: Nauka, 1995. 167 s. s ill.
- [25] Pomerantsev P. P. N. I. Vavilov v Geograficheskom obschestve SSSR // Voprosy geografii kul'turnykh rasteniy i N. I. Vavilov / Nauchnaya sessia, posv'ashchennaya 75-letiju so dnja rozhdenija Nikolaja Ivanovicha Vavilova. M.; L.: Nauka, 1966. S. 95—116.
- [26] Roskin A. Karavany, dorogi, kolos'a. M., 1932. 240 s. s ill. Poslednee izdanie: Saratov: OOO Privolzhskoe kn. izd-vo, 2010. 160 s. S predislovиеm Yu. N. Vavilova i N. N. Saltykovi.
- [27] Treoshnikov A. F. Akademik N. I. Vavilov i Geograficheskoe obschestvo SSSR // Izv. VGO. 1988. T. 120, vyp. 3. S. 201—209.
- [28] Vavilov N. The new systematics of cultivated plants // The new systematics. Oxford, 1940. P. 549—566.

Изв. РГО. 2017. Т. 149, вып. 1

ПРИРОДНЫЕ ЗОНЫ РАВНИН ЕВРАЗИИ ВО ВРЕМЯ СРЕДНЕГОЛОЦЕНОВОГО КЛИМАТИЧЕСКОГО ОПТИМУМА

© **М. И. АМОСОВ**

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург
E-mail: mamosov@mail.ru

Статья посвящена особенностям природной зональности равнин Евразии во время среднеголоценового климатического оптимума (около 6 тыс. л. н.). Показано, что отличия структуры природных зон этого времени от современной картины зональности были связаны с двумя факторами. С одной стороны, границы зон изменялись под воздействием глобального потепления климата. Этот фактор наиболее отчетливо проявился в северных районах Евразии, где северная граница леса продвигалась в высокие широты, а также на востоке материка. С другой — на значительных территориях изменения границ зон (по сравнению с их современным положением) происходили благодаря переменам в увлажнении. Улучшение увлажнения привело к значительному сокращению пространства пустынных ландшафтов в Центральной и Южной Азии, а также на Аравийском полуострове. Экспансия степей в северном направлении была обусловлена некоторым уменьшением увлажнения в полосе перехода к лесостепям и широколиственным лесам. Замещение жестколистных лесов широколиственными лесами в ряде районов Средиземноморья происходило благодаря изменениям внутригодового режима осадков. В статье помещена карта природных зон Евразии, составленная для временного среза 6 тыс. л. н.

Ключевые слова: природные зоны, среднеголоценовый оптимум, глобальное потепление, изменение увлажнения.

Введение. В 2015 г. в «Известиях РГО» автором была опубликована работа [2] о природной зональности Евразии во время максимума последнего оле-

денения. Настоящая статья посвящена не менее интересному периоду прошлого — оптимуму середины голоцена (далее используется сокращение МНО¹), когда климатическая система Земли оказывалась в состоянии лучшей теплообеспеченности, чем когда-либо в течение последних 100 тыс. лет.

В последние десятилетия вышли в свет несколько работ, в которых содержатся карты природных зон или типов растительности Евразии и ее крупных частей, относящиеся к периоду МНО [22, 27, 30]. Значительный массив палинологической информации по территории Евразии был обобщен в рамках глобального проекта «BIOME 6000» [32, 34, 36, 37].

Вместе с тем имеющиеся картографические материалы обладают рядом недостатков. Как правило, в них используются зональные классификации, существенно отличающиеся от тех, которые применяются для современных ландшафтов, в частности, в большинстве случаев не проводится выделение «переходных» зон — лесостепей, лесотундр и т. п.

Кроме того, карты в работах [21, 22, 27] охватывают только северную часть Евразии, а карты из работ [32, 37] показывают природные зоны МНО для отдельных стран. На картах проекта «BIOME 6000» сведения о растительности МНО даны в дискретном виде с показом зональной принадлежности по отдельным точкам.

При написании настоящей работы ставилась задача создать карту природных зон периода МНО для всех равнинных территорий Евразии на основе применения единой классификации природных зон, учитывающей подходы, используемые при создании карт современной зональности.

Методы исследования и использованные данные. В одной из предшествующих работ, выполненной под руководством автора [3], была представлена карта современных природных зон мира, при создании которой использовалась традиционная зональная классификация природных зон, но без привязки к климатическим поясам. При этом ландшафты, расположенные в разных климатических поясах, но обладающие схожей растительностью и почвами, объединялись в одну зону.

Так, к зоне постоянно-влажных гилей были отнесены не только вечнозеленые леса Малакки и Больших Зондских островов (расположенные в экваториальном поясе), но и схожие с ними вечнозеленые предгорные леса на побережьях Индостана, Индокитая и Филиппин (субэкваториальный пояс).

Листопадно-вечнозеленые леса, расположенные в областях с невыраженным снижением зимних температур (главным образом в субэкваториальном поясе), выделены в зону переменного-влажных гилей, а все территории с преобладанием влажных лесов с вечнозелеными лиственными породами, но с отчетливо выраженным зимним снижением температур отнесены к зоне гемигилей.²

Аридные территории, расположенные в различных климатических поясах, отнесены в этой классификации к единой зоне пустынь.

Существенно, что предложенная классификация природных зон может быть применена при составлении карт периода МНО, для которого использо-

¹ МНО — Mid-Holocene Optimum — среднеголоценовый оптимум. Наиболее теплый период голоцена, кульминация которого относится ко времени около 6 тыс. л. н.

² При разграничении этой зоны и зоны широколиственных лесов к зоне гемигилей были отнесены лесные сообщества, в которых хотя бы для одного из древесных ярусов характерно широкое распространение вечнозеленых видов.

вание более сложных вариантов классификации (с показом климатических поясов) весьма затруднено.

При обобщении крайне неоднородных материалов, относящихся к периоду МНО (палинологические и палеопочвенные данные, сведения о палеоклиматических характеристиках и др.), и при построении на их основе карты природной зональности использовался методический подход, описанный в [2, 4]. В его основе лежит представление о том, что сдвиги границ природных зон, происходившие в прошлом, были обусловлены изменениями климатических параметров (летних и зимних температур, годового количества осадков и др.). Соответственно имеющиеся реконструкции климатических параметров прошлого [5, 10, 20, 22, 31] и данные о климатических нишах современных природных зон, опубликованные в [2], позволяют составить достаточно ясное представление о масштабах сдвигов зональных границ периода МНО по сравнению с их современным положением.

В качестве отправной точки исследования зональности прошлого использовалась карта современных природных зон Евразии, составленная при подготовке работы [2] (рис. 1), с которой проводилось сравнение вновь созданной карты природных зон периода МНО (рис. 2).

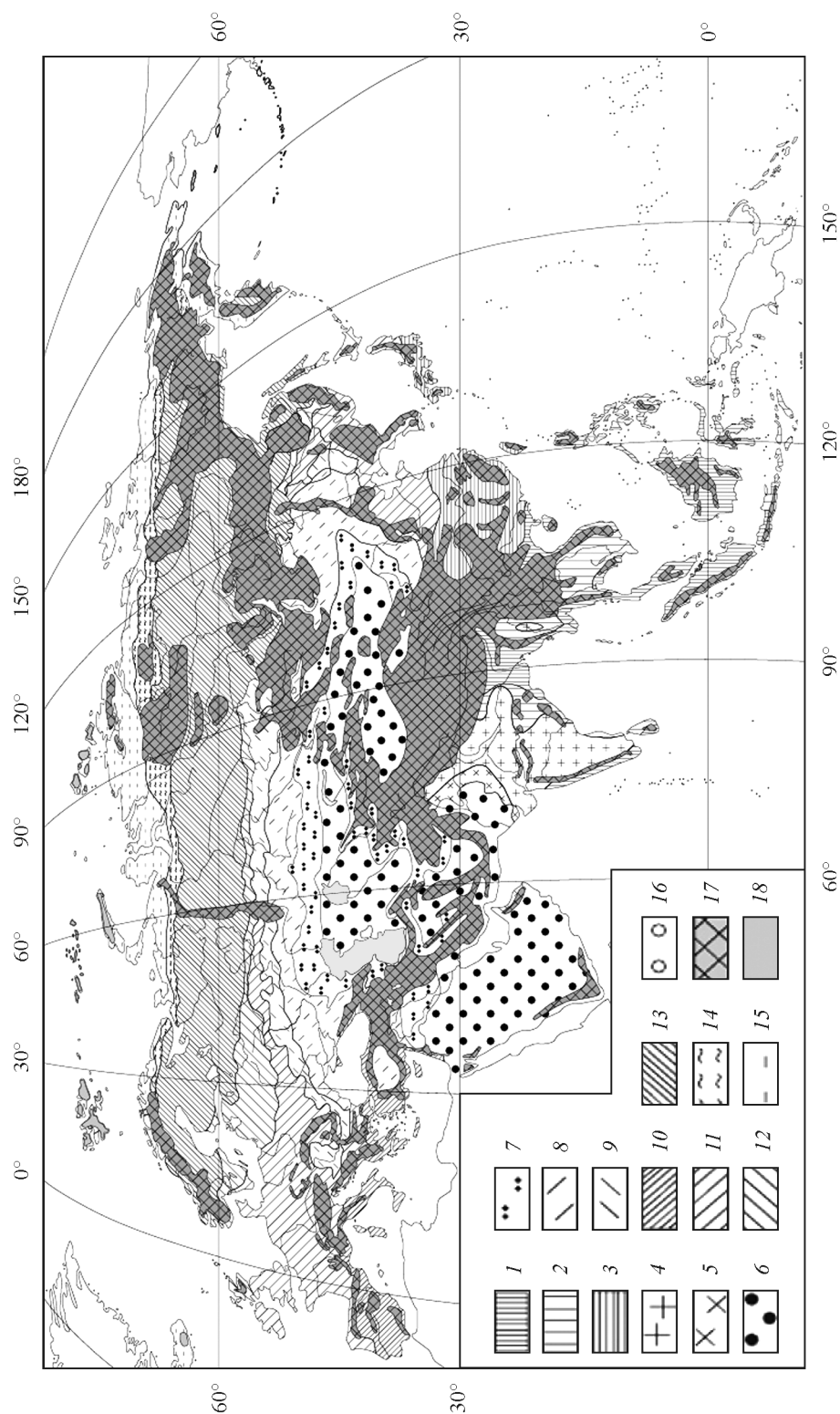
Создание карты зональности для периода МНО проводилось в несколько этапов. На предварительном этапе исследования сопоставлялись сведения, содержащиеся на ранее опубликованных картах природных зон или биомов [21, 22, 27, 30, 32, 36, 37], и выделялись территории, в отношении которых имеются публикации, по-разному показывающие их зональную принадлежность. Затем для этих территорий проводился дополнительный анализ с использованием данных о температурах и количестве осадков в период МНО, содержащихся в [5, 10, 20, 22]. В случае отсутствия такой информации использовались оценки палеоклиматических параметров, полученные участниками проекта «РМIP 2» [31] при численном моделировании палеоклиматов. Все эти сведения сопоставлялись с параметрами климатических ниш современных природных зон, которые служили «ключом» для определения положения границ природных зон в период МНО.

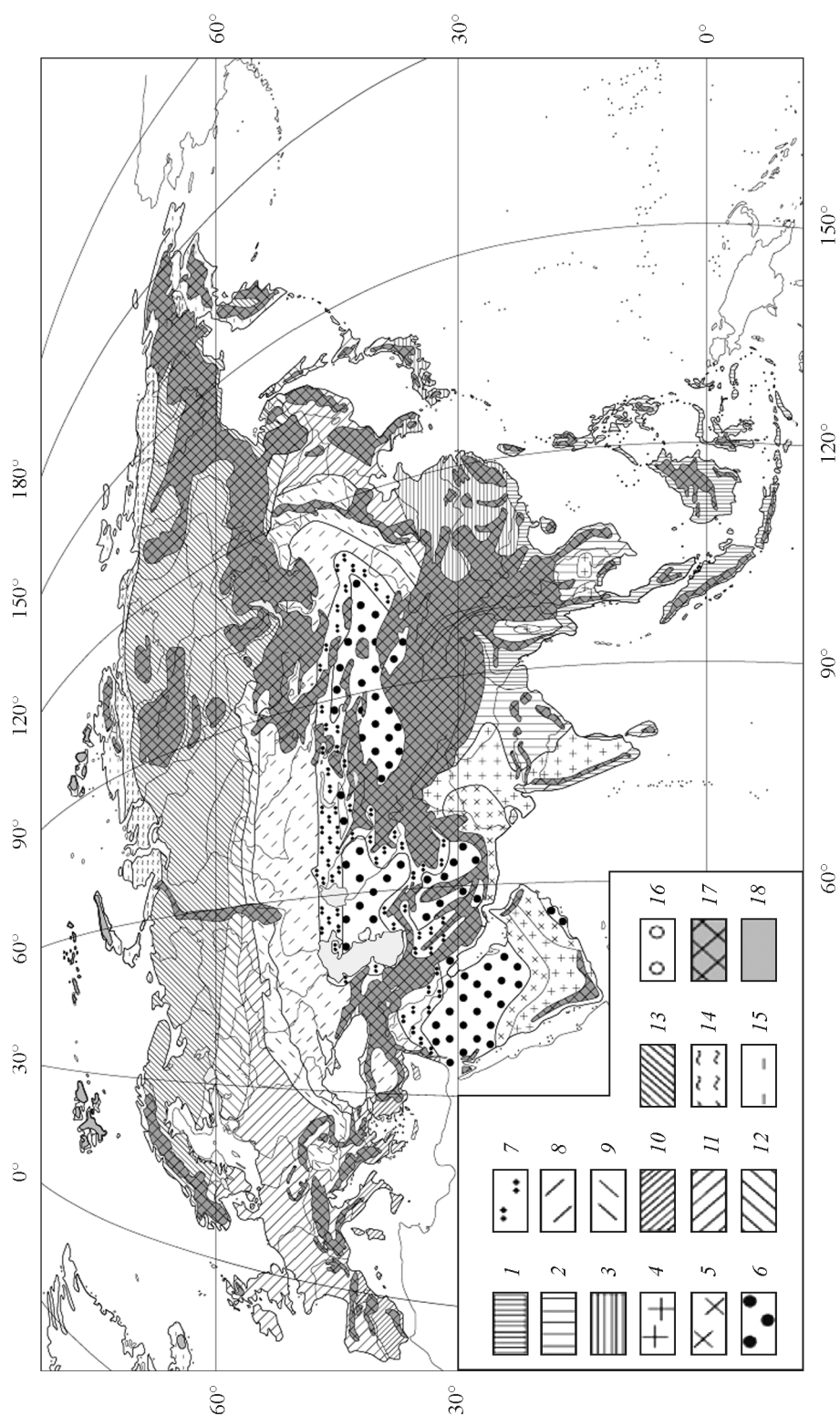
Ниже приводится краткое описание климата периода МНО и обоснование положения границ природных зон в это время для различных регионов Евразии.

Климатические особенности периода МНО. По сравнению со второй половиной XX в. в период МНО глобальный уровень теплообеспеченности был повышен, а среднегодовая температура атмосферы Земли была на 0.7—1 °C выше показателей второй половины XX в. [7, 22]. Наиболее ярко потепление проявилось на крайнем севере Евразии, где среднегодовые температуры были повышены на 2—3 °C, а разница температур самого теплого месяца была еще более значительной — до 4 °C и более [10]. По направлению к экватору разница между температурами периода МНО и их значениями в совре-

Рис. 1. Современные природные зоны Евразии.

1 — гилей постоянно-влажные, 2 — гилей переменнo-влажные, 3 — гемигилей, 4 — саванны типичные и влажные, 5 — саванны опустыненные, 6 — пустыни, 7 — полупустыни, 8 — степи, 9 — лесостепи, 10 — жестколистные леса, 11 — широколиственные леса, 12 — субтайга (подтайга), 13 — тайга, 14 — лесотундра, 15 — тундра, 16 — арктические пустыни; 17 — горные области, 18 — ледники.





менную эпоху постепенно снижается. На экваторе потепление не было выражено [7].

Сравнение климатических карт, характеризующих условия увлажнения в регионах Северного полушария в разные периоды голоцена, указывает на наличие определенной связи между глобальным потеплением и распределением осадков [6, 10, 20, 22]. В период МНО в связи с лучшим прогревом суши происходила активизация летних муссонов и возрастало увлажнение в приморских районах Восточной и Южной Азии [18, 32, 33]. Рост увлажнения наблюдался также на юге Аравийского полуострова и в районе Больших Зондских островов и п-ова Малакка. Вместе с тем количество летних осадков на севере Филиппин и в некоторых районах Индокитая могло снижаться [31].

Вследствие лучшего прогрева суши во время МНО происходила общая интенсификация западного переноса, однако в отдельных районах этот процесс мог ослабевать, что было связано со смещением барических центров над Атлантикой. В связи с этим картина изменения осадков над Европой и Западной Сибирью была довольно сложной. Происходило повышение осадков в северных областях (выше 65° с. ш.). В то же время в некоторых районах между 50 и 60° с. ш. уровень осадков снижался на 50 — 100 мм от современных годовых сумм, южнее количество осадков вновь могло повышаться [6, 20, 22].

Сдвиги в положении границ природных зон, обусловленные изменениями температур. Непосредственное влияние роста температуры на положение границ природных зон отчетливо проявилось только в двух регионах Евразии — на севере и на востоке материка, т. е. там, где повышение температур в период МНО было значительным, и в то же время, где благодаря избыточному увлажнению развитие растительности лимитировалось уровнем теплообеспеченности.

На крайнем севере материка рост температур улучшал условия вегетации, поэтому северная граница леса смещалась в сторону полюса. Согласно палинологическим данным [34, 36], этот сдвиг на севере Сибири составлял около 200 — 300 км. Тайга выходила к Северному Ледовитому океану на Кольском полуострове [16] и протягивалась вдоль берега океана почти до Пай-Хоя. Далее на побережье располагались лесотундры, занимавшие также южную часть Ямала и берег моря Лаптевых [21]. В это же время в Европе значительно сдвигались на север границы тайги и субтайги (подтайги), субтайги и широколиственных лесов [22]. В Западной Сибири граница тайги и субтайги также была смещена севернее ее современного положения [11, 36].

На востоке Азии вдоль побережья Тихого океана в настоящее время сменяются несколько лесных зон, границы которых термически обусловлены. Повышение среднегодовых температур в этом регионе в период МНО было весьма существенным. В долине Янцзы оно составило около 2°C , в более северных районах — до 3°C , на северном побережье Южно-Китайского моря — около 1°C [35]. На этом фоне границы между лесными природными

Рис. 2. Природные зоны Евразии во время среднеголоценового климатического оптимума.

1 — гилеи постоянно-влажные, 2 — гилеи переменного-влажные, 3 — гемигилеи, 4 — саванны типичные и влажные, 5 — саванны опустыненные, 6 — пустыни, 7 — полупустыни, 8 — степи, 9 — лесостепи, 10 — жестколистные леса, 11 — широколиственные леса, 12 — субтайга (подтайга), 13 — тайга, 14 — лесотундра, 15 — тундра, 16 — арктические пустыни; 17 — горные области, 18 — ледники.

зонами разных типов смещались к северу, причем масштабы сдвигов прямо зависели от величины потепления. Так, зона гемигилей, современная северная граница которой проходит к северу от Янцзы, продвигалась на север, охватывая долину Хуанхэ в ее нижнем течении и оттесняя широколиственные леса примерно на 500 км. Одновременно граница между постоянно-влажными гилеями и гемигилеями в районе побережья Южно-Китайского моря перемещалась на север только на 100—120 км.

Потепление проявлялось также в Японии, Приамурье и в других частях Восточной Азии с гумидным климатом, где вследствие роста теплообеспеченности также происходили сдвиги границ природных зон в северном направлении [32, 37].

За пределами рассмотренных регионов положение границ природных зон в Евразии зависит главным образом от увлажнения.

Сдвиги в положении границ природных зон, обусловленные изменениями увлажнения. Наиболее важным следствием изменений в увлажнении равнин Евразии в период МНО были значительное сокращение площадей аридных пустынь и увеличение площадей лесов различных типов.

На юге Аравийского полуострова значительные площади занимали саванны, конфигурацию их границ можно определить, опираясь на материалы исследования Ф. Фамборг [38]. На части южного побережья полуострова сохранялись пустыни, что могло быть связано с усилением апвеллинга на прилегающей акватории Аравийского моря, о котором говорят результаты океанологических исследований [18].

Значительные изменения происходили в Южной Азии, в пределах которой усиливалось воздействие летних муссонов, приносящих влагу на материк [18, 33]. В районе пустыни Тар, где в настоящее время среднегодовое количество осадков около 100—200 мм, в период МНО этот показатель мог увеличиваться на 200 мм [10]. В результате пустынные ландшафты замещались опустыненными саваннами. На востоке и в центре Индостана, а также на его западном побережье в условиях возросшего увлажнения расширялись территории, покрытые различными типами гилей, уменьшались площади саванн.

На юго-востоке Азии в период МНО благодаря усилению муссонной циркуляции улучшилось увлажнение Больших Зондских островов и п-ова Малакка, однако изменений в положении границ природных зон не произошло, так как даже при современном уровне осадков здесь господствуют постоянно-влажные гилеи — наиболее хорошо увлажненные ландшафты внутритропического пространства. Одновременно на юге Индокитая и на севере Филиппин происходило некоторое снижение летних осадков, которое для периода с июля по сентябрь могло достигать величины в 200 мм по сравнению с современными суммами летних осадков [31]. В наибольшей степени эти перемены могли сказаться на внутренних равнинах Индокитая, где годовая сумма осадков составляет в настоящее время около 1200 мм. Эта величина для внутритропического пространства представляет собой рубеж, отделяющий саванны от переменного-влажных гилей [2, 3]. Считается, что в современных условиях на равнинах Индокитая в естественном состоянии (без воздействия хозяйственной деятельности) произрастали бы листопадные леса [19], которые, согласно принятой в настоящей работе классификации, относятся к зоне переменного-влажных гилей. В период МНО благодаря упомянутому снижению осадков в тех частях региона, которые получают меньше всего осадков

(бассейн р. Чаупхрая и плато Корат), на месте современных гилей могли быть распространены ландшафты саванн.

Усиление интенсивности летних муссонов в районе Тихоокеанского побережья Азии привело к росту осадков на восточной периферии Центральной Азии. В районе Лессового плато почти исчезали полупустыни, большее, чем сейчас, распространение получали лесостепи, а степные ландшафты продвинулись в глубь материка. Увеличивались площади лесов и лесостепей на равнинах Маньчжурии. Продвижение лесов в западном направлении могло достигать 2—3° широты [32], т. е. около 250—300 км.

Значительные изменения в положении природных зон наблюдались и в тех частях Центральной Азии, которые находятся под воздействием западного переноса. Палинологические материалы из района оз. Убсу-Нур, относящиеся к периоду МНО, свидетельствуют о росте увлажнения [23]. Находки макроостатков деревьев в восточной части Монгольского Алтая доказывают распространение пихты, ели и лиственницы в той части гор, где в настоящее время древесная растительность отсутствует [13]. По мнению Н. И. Дорофеюк [15], наличие остатков пихты предполагает, что годовое количество осадков должно было быть на 150 мм больше, чем сейчас. Можно сделать вывод о том, что прилегающие к горам участки Котловины Больших озер также были лучше увлажнены. Это приводило к развитию степей и сдвигу на юг полупустынь. Еще южнее — за Гобийским Алтаем и в Таримской впадине — сохранялись пустыни, о чем свидетельствует постоянное присутствие в пыльцевых спектрах сухолюбивых видов [22].

Для западной части Центральной Азии и Северного Прикаспия также есть признаки повышенного увлажнения в период МНО. Предполагается, что здесь увеличивалось количество осадков, а на месте нынешних пустынь и полупустынь существовали степные или саванноподобные ландшафты [5, 20]. Однако Н. А. Хотинский и С. С. Савина [28] отмечали, что «степная и пустынная зоны ... в конце атлантического периода [т. е. в МНО. — М. А.] занимали те же территории, что и теперь, хотя и имели более мезофитный характер».

Прояснить вопрос помогают археологические материалы и палеопочвенные данные. Изучение курганов Северного Прикаспия позволило составить представление о строении древних почв [8, 17], а также о составе пыльцы в них [11], об изменениях в дефляции песчаных массивов [17]. Эти сведения указывают на то, что в районе Ергеней в МНО могло выпадать около 400 мм осадков за год [8]. В среднем течении Урала увеличение осадков по сравнению с современным периодом составляло 75—100 мм/год [9]. В районе Рын-Песков в МНО существовали сухие степи с каштановыми почвами, тогда как сейчас здесь распространены полупустыни [17]. Изучение палеопочв северной части Казахского мелкосопочника показало, что увлажнение в МНО было близко к современным показателям или несколько превышало их [17].

Уровень бессточного оз. Балхаш в это время был повышен на 5 м, а на известняковом плато Устюрт реконструируется наличие многочисленных пресных водоемов, что, очевидно, указывает на повышение увлажнения. Рост осадков для обоих регионов по сравнению с современными значениями оценивается величиной не менее 50—100 мм [9, 29].

Таким образом, в западной части Центральной Азии и на Прикаспийской низменности во время МНО на фоне повышенного увлажнения могло происходить продвижение на юг степных и полупустынных ландшафтов и сокращение площади пустынь.

В районах современных Кызылкумов и Каракумов в период МНО происходило увеличение увлажнения («лявляканский плювиал») [14], однако масштабы этого явления не вполне ясны. В отличие от более северных районов для этой территории нет сведений о существенном усилении процессов почвообразования в период МНО. В связи с этим можно предположить, что даже в условиях некоторого увеличения количества осадков на этих территориях сохранялись пустынные ландшафты. Возможно, происходило незначительное расширение полупустынь на подгорных равнинах, примыкающих к Копетдагу, Памиру и Тянь-Шаню.

В средней части Русской равнины и в Западной Сибири (в полосе от 50 до 60° с. ш.) количество осадков уменьшалось. Это влияло на положение границ природных зон в полосе перехода от степей до широколиственных лесов. Границы зон в этой части материка смещались на север — местами до 100 км и более. Такая трансформация зональной структуры в пограничье леса и степи подтверждается палеопочвенными данными [1, 11, 26] и материалами палинологических исследований [24, 25].

На юге Европы в период МНО по сравнению с современной картиной зональности произошло важное изменение — широколиственные леса продвинулись в сторону Средиземноморья, вытеснив зону жестколистных лесов и редколесий со значительных территорий на севере Апеннинского и Пиренейского полуостровов, а также из района Далматинского побережья [22, 34].

Для понимания климатических механизмов, вызвавших эти изменения, существенно, что наступление на юг более северной зоны в условиях глобального потепления могло быть обусловлено только изменениями в увлажнении. По мнению А. А. Величко и В. А. Климанова [10], увеличение годового количества осадков в МНО на севере Средиземноморья составляло около 50 мм. Вместе с тем при сравнении данных о количестве осадков в широколиственных и жестколистных лесах выясняется, что климатические ниши зон широколиственных и жестколистных лесов весьма схожи (550—900 и 400—800 мм/год соответственно) [2]. Поэтому столь незначительное увеличение осадков не могло быть причиной продвижения широколиственных лесов в сторону Средиземноморья. По-видимому, этот сдвиг в период МНО мог быть обусловлен перемещением на юг полосы прохождения летних циклонов, что вызывало уменьшение или полное исчезновение летних засух, столь характерных для климата жестколистных лесов.

Заключение. Полученная карта природных зон для периода среднеголоценового оптимума показывает, что общий рисунок зональности Евразии в это время во многом напоминал современный, хотя и происходили существенные изменения в положении границ природных зон. Эти сдвиги были обусловлены двумя причинами.

Во-первых, на севере и на востоке материка изменения в положении зональных границ были обусловлены улучшением теплообеспеченности. В связи с этим произошло продвижение северных границ широколиственных лесов, субтайги, тайги и лесотундры в северном направлении. В результате значительная часть европейского побережья Северного Ледовитого океана была занята тайгой, в сибирском секторе в нескольких местах к океану выходила зона лесотундры. В Притихоокеанском секторе на север сдвигались зоны субтайги, широколиственных лесов, гемигилей, а также граничащая с гемигилеями зона постоянно-влажных гилей. Особенно заметным был сдвиг северной границы зоны гемигилей.

Вторая группа изменений была обусловлена сменой режима увлажнения. В большинстве регионов Евразии условия увлажнения улучшились по сравнению с современными показателями. На юге материка и в его центральной части это привело к уменьшению площадей пустынь и к соответствующей экспансии злаковников (различные типы саванн и степи). На ряде территорий Евразии происходило незначительное снижение уровня увлажнения, что могло способствовать некоторому росту территорий саванн в Индокитае, а также продвижению на север степей в Восточной Европе и Западной Сибири.

В результате сочетания различных факторов имели место случаи, когда отдельные природные зоны раздвигали свои границы как в северном, так и в южном направлении. В Западной Европе расширялось пространство, занимаемое широколиственными лесами: сдвиг границы на север был обусловлен термическим фактором, а продвижение этой зоны на юг было вызвано лучшим увлажнением. В Восточной Европе и на юге Западной Сибири увеличивалась площадь степей, так как на северной границе этой зоны становилось суше, а на южной — влажнее.

Феномен расширения степей одновременно и на север и на юг, выявленный при создании карты древних природных зон для периода МНО, ранее не был описан в научной литературе.

Список литературы

- [1] Александровский А. Л., Александровская Е. И. Эволюция почв и географическая среда. М.: Наука, 2005. 223 с.
- [2] Амосов М. И. Природные зоны равнин Евразии во время максимума последнего оледенения // Изв. РГО. 2016. Т. 148, вып. 4. С. 13—27.
- [3] Амосов М. И., Артемьев Ю. М., Москаленко И. Г., Сыромятина М. В. Температурно-влажностные условия природных зон мира // Вестн. СПбГУ. Сер. 7. Геология, география. 2011, вып. 3. С. 100—108.
- [4] Амосов М. И., Москаленко И. Г., Муханова М. В., Сыромятина М. Г. Изменение границ природных зон Африки в позднем плейстоцене—голоцене // Изв. РГО. 2013. Т. 145, вып. 4. С. 12—24.
- [5] Борзенкова И. И. Увлажнение аридных районов Северного полушария в позднеледниковье—голоцене // Изв. АН СССР. Сер. географ. 1990. № 2. С. 28—38.
- [6] Борзенкова И. И., Зубаков В. А. Климатический оптимум голоцена как модель глобального климата начала XXI века // Метеорология и гидрология. 1984. № 8. С. 69—77.
- [7] Борзенкова И. И., Зубаков В. А., Лапенис А. Г. Реконструкции глобального климата теплых эпох прошлого // Метеорология и гидрология. 1992. № 8. С. 25—37.
- [8] Борисов А. В., Демкина Т. С., Демкин В. А. Палеопочвы и климат Ергеней в эпоху бронзы, IV—II тыс. до н. э. М.: Наука, 2006. 210 с.
- [9] Варущенко С. И. Усыхает ли Средняя Азия? Новые факты к решению проблемы // Вестн. МГУ. Сер. 5. География. 1984. № 1. С. 51—58.
- [10] Величко А. А., Климанов В. А. Климатические условия Северного полушария 5—6 тысяч лет назад // Изв. АН СССР. Сер. географ. 1990. № 2. С. 73—78.
- [11] Гаджиев И. М. Эволюция почв южной тайги Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1982. 279 с.
- [12] Гольева А. А. Фитолиты и их информационная роль в изучении природных и археологических объектов. М.: Наука, 2001. 200 с.

- [13] Динесман Л. Г., Киселева Н. К., Князев А. В. История степных экосистем Монгольской Народной Республики. М.: Наука, 1989. 215 с.
- [14] Долуханов П. М. Аридная зона Старого Света в позднем плейстоцене и голоцене // Изв. ВГО. 1985. Т. 117, вып. 1. С. 16—23.
- [15] Дорофеюк Н. И. Реконструкция природных условий Внутренней Азии в позднеледниковье и в голоцене (по материалам палинологического и диатомового анализов озерных осадков Монголии). Дис. ... д-ра биол. наук. М., 2008. 402 с.
- [16] Елина Г. А., Лукашов А. Д., Токарев П. Н. Картографирование растительности и ландшафтов на временных срезах голоцена таежной зоны Восточной Фенноскандии. СПб.: Наука, 2005. 112 с.
- [17] Иванов И. В. Эволюция почв степной зоны в голоцене. М.: Наука, 1992. 144 с.
- [18] Иванова Е. В. Глобальная термохалинная палеоциркуляция. М.: Научный мир, 2006. 320 с.
- [19] Исаченко А. Г., Шляпников А. А. Природа мира: Ландшафты. М.: Мысль, 1989. 504 с.
- [20] Клименко В. В. Климат: непрочитанная глава истории. М.: Изд. дом МЭИ, 2009. 408 с.
- [21] Марков К. К., Бурашникова Т. А., Муратова М. В., Суетова И. А. Климатическая модель и географические зоны времени голоценового оптимума на территории СССР // Антропогенные факторы в истории развития современных геосистем. М.: Наука, 1981. С. 230—240.
- [22] Палеоклиматы и палеоландшафты внетропического пространства Северного полушария. Поздний плейстоцен—голоцен. Атлас-монография / Под ред. А. А. Величко. М., 2009. 120 с.
- [23] Севастьянов Д. В., Селиверстов Ю. П., Чернова Г. М. К истории развития ландшафтов Убсу-Нурской котловины // Вестн. СПбГУ. Сер. 7. Геология, география. 1993. Вып. 4. С. 71—81.
- [24] Серебрянная Т. А. Динамика границ Центральной лесостепи в голоцене // История биогеоценозов СССР в голоцене (X Чтения памяти академика В. Н. Сукачёва). М.: Наука, 1992. С. 54—71.
- [25] Спиридонова Е. А. Эволюция растительного покрова бассейна Дона в позднем плейстоцене—голоцене. М.: Наука, 1991. 221 с.
- [26] Чендев Ю. Г. Естественная эволюция почв центральной лесостепи в голоцене. Белгород: Изд-во БелГУ, 2004. 200 с.
- [27] Хотинский Н. А., Климанов В. А. Растительность голоцена // Динамика ландшафтных компонентов и внутренних морских бассейнов Евразии за последние 130 000 лет / Под ред. А. А. Величко. М.: ГЕОС, 2002. С. 87—105.
- [28] Хотинский Н. А., Савина С. С. Температура и осадки в бореальном и атлантическом периодах на территории СССР по палинологическим данным // Колебания климата за последнее тысячелетие. Л.: Гидрометеиздат, 1988. С. 97—110.
- [29] Хрусталева Ю. П., Черноусов Я. Г. К голоценовой истории развития озера Балхаш // Изв. РГО. 1992. Т. 124, вып. 2. С. 164—171.
- [30] Adams J. M., Faure H. Preliminary Vegetation Maps of the World since the Last Glacial Maximum: An aid to Archaeological Understanding // Journal of Archaeological Science. 1997. Vol. 24, N 7. P. 623—647.
- [31] Braconnot P., Otto-Bliesner B., Harrison S., Joussaume S., Peterchmitt J.-Y., Abe-Ouchi A., Crucifix M., Driesschaert E., Fichefet T., Hewitt C. D., Kageyama M., Kitoh A., Laîné A., Loutre M.-F., Marti O., Merkel U., Ramstein G., Valdes P., Weber S.-L., Yu Y., Zhao Y. Results of PMIP2 coupled simulations of the Mid-Holocene and Last Glacial Maximum — Part 1: experiments and large-scale features // Climate of the Past. 2007. N 3. P. 261—277.

- [32] *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 types // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 2010. N 289. P. 44—61.
- [33] *Overpeck J., Anderson D., Trumbore S., Prell W.* The south-west Indian Monsoon over the last 18 000 years // *Climate Dynamics*. 1996. N 12. P. 213—225.
- [34] *Prentice I. C., Jolly D. and BIOME 6000 participants.* Mid-Holocene and glacial-maximum vegetation geography of the northern continents and Africa // *Journal of Biogeography*. 2000. N 27. P. 507—519.
- [35] *Shi Y. F., Kong Z. C., Wang S. M., Tang L. Y., Wang F. B., Yao T. D., Zhao X. T., Zhang P. Y., Shi S. H.* Climates and environments of the Holocene megathermal maximum in China // *Science in China. Series B*. 1994. Vol. 37. N 4. P. 481—493.
- [36] *Tarasov P. E., Webb T. III, Andreev A. A., Afanas'eva N. B., Berezina N. A., Bezusko L. G., Blyakharchuk T. A., Bolikhovskaya N. S., Cheddady R., Chernavskaya M. M., Chernova G. M., Dorofeyuk N. I., Dirksen V. G., Elina G. A., Filimonova L. V., Glebov F. Z., Guiot J., Gunova V. S., Harrison S. P., Jolly D., Khomutova V. I., Kvavadze E. V., Osipova I. M., Panova N. K., Prentice I. C., Saarse L., Sevastyanov D. V., Volkova V. S., Zernitskaya V. K.* Present-day and Mid-Holocene biomes reconstructed from pollen and macrofossil data from the former Soviet Union and Mongolia // *Journal of Biogeography*. 1998. N 25. P. 1029—1053.
- [37] *Takahara H., Sugita S., Harrison S. P., Miyoshi N., Morita Y., Uchiyama T.* Pollen-based reconstruction of Japanese biomes at 6000 and 18 000 ¹⁴C yr BP // *Journal of Biogeography*. 2000. N 27. P. 665—683.
- [38] *Vamborg F.* Vegetation — albedo — precipitation interaction in North Africa during the Holocene / PhD Dissertation // *Reports of Earth System Science*. 2011. N 94. 97 pp.

Поступило в редакцию
24 декабря 2015 г.

Geographical zones of Eurasian plains during Mid-Holocene Optimum

© M. I. Amosov

St. Petersburg State University, St. Petersburg
E-mail: mamosov@mail.ru

This article is dedicated to main features of geographical zones of Eurasian plains during the Mid-Holocene Optimum (around 6 thousand years ago). It is shown that differences of geographical (including vegetation) zones structure of that time and of current time were caused by two factors. On the one hand, the zone boundaries changed under the influence of global warming. This factor most clearly appeared in the Northern regions of Eurasia, where the Northern forest boundary moved in high latitudes, as well as in the East of the continent. On the other hand, large territories of geographical zones (compared with their present position) appeared due to moisture changes. Better moisture resulted in a significant reduction of the desert landscape in Central and South Asia and the Arabian Peninsula. The steppes expansion to the North was caused by certain decrease of moisture in the transition area of forest-steppes and broad-leaf and deciduous forests. Substitution of sclerophyllous forests by broad-leaved forests was caused by the changes in intra-annual precipitation regime in the area. The article contains the map of geographical zones of Eurasia made for a time-slice of 6 thousand years ago.

Key words: geographical zone, Mid-Holocene Optimum, global warming, moisture changes.

References

- [1] *Aleksandrovskiy A. L., Aleksandrovskaya E. I.* E'volyutsiya pochv i geograficheskaya sreda. M.: Nauka, 2005. 223 s.
- [2] *Amosov M. I.* Prirodnye zony ravnin Evrazii vo vremya maksimuma poslednego oledeneniya // *Izvestiya RGO*. 2016. T. 148, vyp. 4. S. 13—27.
- [3] *Amosov M. I., Artemiev Y. M., Moskalenko I. G., Syromyatina M. G.* Temperaturno-vlagnostnye usloviya prirodnih zon mira // *Vestnik SPbGU. Ser. 4. Geology, geography*. 2011. Vyp. 3. S. 100—108.
- [4] *Amosov M. I., Moskalenko I. G., Mukhanova M. V., Syromyatina M. G.* Izmenenie granits prirodnih zon Afriki v pozdnem pleistotsene—golotsene // *Izvestiya RGO*. 2013. T. 145, vyp. 4. S. 12—24.
- [5] *Borzenkova I. I.* Uvlazhnenie aridnykh rajonov Severnogo polushariya v pozdnelednikov'e—golotsene // *Izvestiya AN SSSR. Ser. geograf.* 1990. N 2. S. 28—38.
- [6] *Borzenkova I. I., Zubakov V. A.* Klimaticheskij optimum golotsena kak model' global'nogo klimata nachala XXI veka // *Meteorologiya i gidrologiya*. 1984. N 8. S. 69—77.
- [7] *Borzenkova I. I., Zubakov V. A., Lapenis A. G.* Rekonstruktsii global'nogo klimata tyoplykh epokh proshlogo // *Meteorologiya i gidrologiya*. 1992. N 8. S. 25—37.
- [8] *Borisov A. V., Dyomkina T. S., Dyomkin V. A.* Paleopochvy i klimat Ergenej v epokhu bronzy, IV—II tys. do n. e'. M.: Nauka, 2006. 210 s.
- [9] *Varushchenko S. I.* Usykhaet li Srednyaya Aziya? Novye fakty k resheniyu problemy // *Vestnik MGU. Ser. 5. Geografiya*. 1984. N 1. S. 51—58.
- [10] *Velichko A. A., Klimanov V. A.* Klimaticheskie usloviya Severnogo polushariya 5—6 tysyach let nazad // *Izvestiya AN SSSR. Ser. geograf.* 1990. N 2. S. 73—78.
- [11] *Gadzhiev I. M.* Evolyutsiya pochv yuzhnoi taigi Zapadnoi Sibiri. Novosibirsk: Nauka, 1982. 279 s.
- [12] *Gol'eva A. A.* Fitolity i ikh informatsionnaya rol' v izuchenii prirodnih i arkhologicheskikh obyektov. M.: Nauka, 2001. 200 s.
- [13] *Dinesman L. G., Kiselyova N. K., Knyazev A. V.* Istoriya stepnykh ekosistem Mongol'skoi Narodnoi Respubliki. M.: Nauka, 1989. 215 s.
- [14] *Dolukhanov P. M.* Aridnaya zona Starogo Sveta v pozdnem pleistocene i golotsene // *Izvestiya VGO*. 1985. T. 117, vyp. 1. S. 16—23.
- [15] *Dorofeyuk N. I.* Rekonstruktsiya prirodnih usloviy Vnutrennei Azii v pozdnelednikovye i v golotsene (po materialam palinologicheskogo i diatomovogo analizov ozyornykh osadkov Mongolii). Dis. ... doktora biologich. nauk. M., 2008. 402 s.
- [16] *Elina G. A., Lukashov A. D., Tokarev P. N.* Kartografirovaniye rastitel'nosti i landshaftov na vremennykh srezakh golotsena taezhnoi zony Vostochnoi Fennoskandii. SPb: Nauka, 2005. 112 s.
- [17] *Ivanov I. V.* Evolyutsiya pochv stepnoi zony v golotsene. M.: Nauka, 1992. 144 s.
- [18] *Ivanova E. V.* Globalnaya termokhalinnaya paleotsirkulyaciya. M.: Nauchnyi mir, 2006. 320 s.
- [19] *Isachenko A. G., Shlyapnikov A. A.* Priroda mira: Landshafty. M.: Mysl', 1989. 504 s.
- [20] *Klimenko V. V.* Klimat: neprochitannaya glava istorii. M.: Izd. dom ME'I, 2009. 408 s.
- [21] *Markov K. K., Burashnikova T. A., Muratova M. V., Suetova I. A.* Klimaticheskaya model' i geograficheskie zony vremeni golotsenovogo optimuma na territorii SSSR // *Antropogennyye faktory v istorii razvitiya sovremennykh geosistem*. M.: Nauka, 1981. S. 230—240.
- [22] *Paleoklimaty i paleolandshafty vnetropicheskogo prostranstva Severnogo polushariya. Pozdniy pleistotsen—golotsen. Atlas-monografiya / Pod red. A. A. Velichko. M., 2009. 120 s.*
- [23] *Sevast'yanov D. V., Seliverstov Yu. P., Chernova G. M.* K istorii razvitiya landshaftov Ubsu-Nurskoi kotloviny // *Vestnik SPbGU. Ser. 7. Geologiya, geografiya*. 1993. Vyp. 4. S. 71—81.

- [24] *Serebryannaya T. A.* Dinamika granits Central'noi lesostepi v golotsene // *Istoriya biogeotsenozov SSSR v golotsene* (X chteniya pamyati akademika V. N. Sukachyova). M.: Nauka, 1992. S. 54—71.
- [25] *Spiridonova E. A.* Evolyutsiya rastitel'nogo pokrova basseina Dona v pozdnem pleistotsene—golotsene. M.: Nauka, 1991. 221 s.
- [26] *Chendev Yu. G.* Estestvennaya evolyutsiya pochv central'noi lesostepi v golotsene. Belgorod: Izd-vo BelGU, 2004. 200 s.
- [27] *Khotinski N. A., Klimanov V. A.* Rastitelnost golotsena // *Dinamika landshaftnykh komponentov i vnutrennikh morskikh basseinov Evrazii za poslenie 130 000 let / Pod red. A. A. Velichko*. M.: GEOS, 2002. S. 87—105.
- [28] *Khotinski N. A., Savina S. S.* Temperatura i osadki v boreal'nom i atlanticheskom periodakh na territorii SSSR po palinologicheskim dannym // *Kolebaniya klimata za poslednee tysyacheletie*. L.: Gidrometeoizdat, 1988. S. 97—110.
- [29] *Khrustalyov Yu. P., Chernousov Ya. G.* K golotsenovoi istorii razvitiya ozera Balkhash // *Izvestiya RGO*. 1992. T. 124, vyp. 2. S. 164—171.
- [30] *Adams J. M., Faure H.* Preliminary Vegetation Maps of the World since the Last Glacial Maximum: An aid to Archaeological Understanding // *Journal of Archaeological Science*. 1997. Vol. 24, N 7. P. 623—647.
- [31] *Braconnot P., Otto-Bliesner B., Harrison S., Joussaume S., Peterchmitt J.-Y., Abe-Ouchi A., Crucifix M., Driesschaert E., Fichefet T., Hewitt C. D., Kageyama M., Kitoh A., Laine A., Loutre M.-F., Marti O., Merkel U., Ramstein G., Valdes P., Weber S.-L., Yu Y., Zhao Y.* Results of PMIP2 coupled simulations of the Mid-Holocene and Last Glacial Maximum — Part 1: experiments and large-scale features // *Climate of the Past*. 2007. N 3. P. 261—277.
- [32] *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 types // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 2010. N 289. P. 44—61.
- [33] *Overpeck J., Anderson D., Trumbore S., Prell W.* The south-west Indian Monsoon over the last 18 000 years // *Climate Dynamics*. 1996. N 12. P. 213—225.
- [34] *Prentice I. C., Jolly D. and BIOME 6000 participants.* Mid-Holocene and glacial-maximum vegetation geography of the northern continents and Africa // *Journal of Biogeography*. 2000. N 27. P. 507—519.
- [35] *Shi Y. F., Kong Z. C., Wang S. M., Tang L. Y., Wang F. B., Yao T. D., Zhao X. T., Zhang P. Y., Shi S. H.* Climates and environments of the Holocene megathermal maximum in China / *Science in China. Series B*. 1994. Vol. 37, N 4. P. 481—493.
- [36] *Tarasov P. E., Webb T. III, Andreev A. A., Afanas'eva N. B., Berezina N. A., Bezusko L. G., Blyakharchuk T. A., Bolikhovskaya N. S., Cheddady R., Chernavskaya M. M., Chernova G. M., Dorofeyuk N. I., Dirksen V. G., Elina G. A., Filimonova L. V., Glebov F. Z., Guiot J., Gunova V. S., Harrison S. P., Jolly D., Khomutova V. I., Kvavadze E. V., Osipova I. M., Panova N. K., Prentice I. C., Saare L., Sevastyanov D. V., Volkova V. S., Zernitskaya V. K.* Present-day and Mid-Holocene biomes reconstructed from pollen and macrofossil data from the former Soviet Union and Mongolia // *Journal of Biogeography*. 1998. N 25. P. 1029—1053.
- [37] *Takahara H., Sugita S., Harrison S. P., Miyoshi N., Morita Y., Uchiyama T.* Pollen-based reconstruction of Japanese biomes at 0. 6000 and 18.000 ¹⁴C yr BP // *Journal of Biogeography*. 2000. N 27. P. 665—683.
- [38] *Vamborg F.* Vegetation — albedo — precipitation interaction in North Africa during the Holocene / PhD Dissertation // *Reports of Earth System Science*. 2011. N 94. 97 pp.