

УДК 551.583: 551.89(497.1-43)

## ПАЛИНОКЛИМАТОСТРАТИГРАФИЯ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПЛЕЙСТОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПЕЩЕРЫ ТРЛИЦА (ЧЕРНОГОРИЯ)

Н.С. Болиховская<sup>1</sup>, В.А. Ульянов<sup>2</sup>, М.В. Шуньков<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет,

<sup>3</sup> Институт археологии и этнографии СО РАН, Новосибирск, отдел археологии каменного века

<sup>1</sup> Научно-исследовательская лаборатория новейших отложений и палеогеографии плейстоцена, вед. науч. сотр.; кафедра геоморфологии и палеогеографии, проф., д-р геогр. наук; e-mail: natbolikh@mail.ru

<sup>2</sup> Кафедра геоморфологии и палеогеографии, науч. сотр., канд. геогр. наук; e-mail: v.a.ulyanov@yandex.ru

<sup>3</sup> Зав. отделом, д-р ист. наук, чл.-корр. РАН; e-mail: shunkov@archaeology.nsc.ru

По результатам палинологического анализа выполнено климатостратиграфическое расчленение плейстоценовых отложений пещеры Трлица, расположенной в окрестностях г. Плевля на севере Черногории. Палинологическая запись подтверждает значительные перерывы в осадконакоплении, выявленные при полевом литолого-генетическом анализе. Реконструированы изменения ландшафтно-климатических условий, происходившие на протяжении времени формирования изученной плейстоценовой толщи. Установлены особенности флоры и растительности трех этапов заключительной части раннего плейстоцена, отвечающих МИС 22, МИС 21, МИС 20, а также трех этапов первой половины среднего плейстоцена, соответствующих МИС 19, МИС 18 и МИС 15. На протяжении всего периода формирования плейстоценовых отложений Трлицы в горных ландшафтах окрестностей пещеры были развиты преимущественно лесные формации, испытывавшие значительные трансформации их состава при смене межледниковых обстановок этапами похолоданий. Материалы палинологического анализа четвертичных осадков Черногории весьма скудны. В связи с этим спорово-пыльцевые данные разреза Трлица и установленные климато-фитоценологические сукцессии трех межледниковых и трех относительно холодных (ледникового ранга) этапов раннего и среднего плейстоцена, представленные в настоящей статье, являются важным вкладом в изучение природной среды плейстоцена Балканского полуострова.

**Ключевые слова:** ранний и средний плейстоцен, спорово-пыльцевой анализ, климатостратиграфия, флора, растительность

DOI: 10.55959/MSU0579-9414.5.78.6.10

### ВВЕДЕНИЕ

Прогностические модели изменения биоты базируются на изучении закономерностей ее развития в прошлые эпохи. Для выявления закономерностей развития растительности и климата в различных страторайонах Северной Евразии проводятся детальные палинологические исследования опорных разрезов, в которых плейстоценовые отложения представлены наиболее полно и охарактеризованы всем комплексом палеогеографических исследований. На основании подробных палинологических записей изученных опорных разрезов установлены закономерности направленного, ритмического, метакронного и циклического развития растительности и климата равнинных областей Северной Евразии в последние 900 тыс. лет [Болиховская, 2007]. Наряду с этим пристальное внимание уделяется изучению особенностей развития плейстоценовой растительности и климата в горных районах юга Северной Евразии [Болиховская и др., 2011, 2017].

С целью изучения особенностей изменения флоры, растительности и климата плейстоцена в одном из горных районов юго-запада Северной Евразии был выполнен спорово-пыльцевой анализ толщ рыхлых осадков пещеры Трлица (43°20'38" с. ш., 19°23'00,2" в. д.), расположенной на севере Республики Черногория, в 2,5 км юго-восточнее г. Плевля (рис. 1). Геоморфологические исследования и полевой литолого-генетический анализ плейстоценовых отложений пещеры проведен В.А. Ульяновым.

Палеоботанические материалы по плейстоценовым осадкам Черногории весьма скудны. Детальный палинологический анализ с целью климатостратиграфического расчленения и палиноиндикации ландшафтно-климатических условий их формирования ранее не проводился. Полученные для разреза Трлица спорово-пыльцевые данные и выполненные климато-фитоценологические реконструкции, представленные в настоящей статье, являются важным вкладом в изучение природной среды плейстоцена Балканского полуострова.



Рис. 1. Расположение пещеры Трлица на севере Черногории

Fig. 1. Location of the Trlica cave in northern Montenegro

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Пещера Трлица расположена на склоне обширной межгорной депрессии тектонического происхождения, на абс. высоте 925 м, в 1,6 км к северо-западу от устья каньона р. Чеотина. Склон юго-западной экспозиции, крутизной 15–20°, покрыт разреженным сосновым лесом и ксерофитным кустарником. Почвенный покров на склоне сильно редуцирован, местами на поверхность выходят глыбы шраттированных известняков триаса, в массиве которых выработана пещера. Междуречные пространства в ближайших окрестностях пещеры представляют собой пологохолмистую поверхность (абс. выс. 1000–1050 м), с многочисленными карстовыми блюдцами и воронками размерами от 30 до 100 м в плане при относительной глубине от 5 до 15 м. Чехол рыхлых отложений на междуречьях и склонах депрессии сильно редуцирован, повсеместно преобладают выходы скального известняка.

Пещера Трлица является сохранившимся фрагментом нижней части карстового колодца, верхняя часть которого (карстовая воронка с понором) была срезана в процессе склоновой денудации. Пещера вскрыта и частично уничтожена при строительстве

шоссе. Уцелевшая часть представляет собой карстовую полость, большая часть которой заполнена рыхлыми отложениями.

В толще плейстоценовых отложений Трлицы (рис. 2А) выделено 12 слоев общей мощностью более 5,5 м (рис. 2Б) [Деревянко и др., 2011]. Период их образования, судя по литологическим признакам, палеофаунистическим и палинологическим данным, характеризовался несколькими продолжительными седиментационными перерывами. Накопление осадков слоев 10–12 происходило в субаквальной обстановке, что подтверждено присутствием в них пресноводных зеленых водорослей *Botryococcus* и *Pediastrum*, а также высоким содержанием пыльцы водных и прибрежно-водных растений и спор *Salvinia natans*. Осадки средней толщи (слои 5–9) формировались преимущественно делювиально-пролювиальными процессами. Верхняя пачка отложений мощностью ~1,5 м (слои 1–4) представляет собой почвенно-осадочный комплекс. Об этом свидетельствуют результаты полевых исследований, тафономические особенности выделенных из этих слоев палиноморф, а также эколого-ценотические характеристики продуцировавших пыльцу и споры растений.



Рис. 2. Пещера Трлица:

А – карстовая полость пещеры, вскрытая при строительстве шоссе; Б – слои 1–12 плейстоценовых отложений пещеры

Fig. 2. The Trlica cave:

А – the karst cavity of the cave, opened during the construction of a highway; Б – layers 1–12 of Pleistocene deposits in the cave

При изучении представительной коллекции костных остатков мелких и крупных млекопитающих, отобранных из отложений слоев 5–6 и 10–11, И.А. Вислобоковой и А.К. Агаджаняном [2016] выделены два фаунистических комплекса. Фаунистический комплекс слоев 10 и 11 датирован ими второй половиной раннего плейстоцена – от субхрона Олдувей до середины позднего виллафранка (т. е. хронологическим интервалом от ~1,8 до ~1,4 млн лет). Фауна мелких млекопитающих слоев 5 и 6 по своему эволюционному уровню отвечает началу среднего плейстоцена (т. е. ее абсолютный возраст ~0,780 млн лет).

Как указывалось выше, полноценное палинологическое изучение плейстоценовых разрезов Черногории ранее не проводилось. Немногочисленные палиноморфы были получены J. Argant [Argant, Dimitrijević, 2007], выполнившей анализ шести образцов копролитов гиены (*Pachycrocuta brevirostris*) из нижней части отложений пещеры Трлица, содержащих костные остатки раннеплейстоценовой фауны. Пять образцов содержали единичные зерна

пыльцы и спор. Реконструкции растительности сделаны по данным одного образца, из которого выделены 76 зерен – пыльца ольхи, дуба, лещины, сосны, пихты, бука, березы, граба, самшита (*Buxus*), можжевельника, злаков, осоковых, подорожника, вереска (*Calluna*, Ericaceae), рогоза и споры *Sphagnum*. На основании эколого-ценотического анализа этих таксонов сделан вывод о преобладании в изученный отрезок раннего плейстоцена лесных биотопов при относительно прохладном и влажном климате. Предположено, что самые высокие уровни горного склона занимали древостой из сосны, пихты и бука, а также открытые биотопы с можжевельником, вереском, самшитом и травами. На склонах росли дуб и граб, а в днище котловины – заболоченные ольшаники с участием в наземном покрове сфагновых мхов.

Проведенный Н.С. Болиховской в 2012–2015 гг. рекогносцировочный анализ рыхлых отложений пещеры Трлица показал, что осадки большинства слоев имеют относительно низкое содержание пыльцы и спор (2–5 зерен/г осадка). Применение модифи-

цированной версии сепарационной методики, разработанной для извлечения пыльцы и спор из субэаральных и бедных растительными микроостатками осадков плейстоцена [Болиховская, 1995], а также обработка больших (50–100 г) порций породы позволили получить палинологические данные для предварительных выводов о геологическом возрасте пещерных отложений и изменениях растительности во время их формирования [Bolikhovskaya, Shunkov, 2016]. В дальнейших исследованиях для получения репрезентативных данных предпринято выделение пыльцы и спор из новых (50–100 г) порций образцов пещерных осадков. При дополнительном анализе 39 образцов репрезентативные спорово-пыльцевые спектры получены для 24 проб, характеризующих все слои рыхлых осадков пещеры. Вкупе с автохтонными палинофлорами они составили палинологическую запись, ставшую основой климатостратиграфического расчленения плейстоценовых отложений Трлицы и выявления особенностей изменения флоры и растительности в основные этапы их образования. Для реконструкции палеорастительности использовались субрецентные спорово-пыльцевые спектры современных разнофациальных отложений, образцы которых были отобраны на пробных площадках фитоценозов различных горных поясов окружающей территории. Как показали результаты анализа (им будет посвящена специальная статья), субрецентные спектры большей частью адекватно отражают продуцирующие пыльцу и споры фитоценозы изучаемого горного района.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

**Литолого-генетическая характеристика отложений.** Заполняющие самые нижние уровни пещеры осадки слоя 12 представляют собой отложения постоянного водотока со стабильным гидрологическим режимом, о чем свидетельствует хорошая сортировка песчано-гравийного материала. В то же время, несмотря повсеместное распространение известняковых пород, воды отличались достаточно высокой химической агрессивностью, о чем свидетельствует некарбонатность отложений слоя 12. В нижней части слоя встречаются обломки коренных известняков удлиненной формы с острыми гранями, образование которых обычно характерно для обстановок морозного выветривания. Вероятно, слой 12 формировался в достаточно влажных и прохладных климатических условиях, когда водосборной площади карстовой воронки хватало для обеспечения непрерывного функционирования подземного ручья в пещере. Сама же воронка являлась коллектором не только влаги, но и органиче-

ских остатков, обусловивших агрессивный кислотный химизм водной среды.

В отложениях слоев 11, 10 наблюдается последовательное ухудшение сортированности материала и появление прослоев переотложенной из миоценовых толщ сильновыветрелой гальки, для транзита которой необходимы в несколько раз более высокие скорости водного потока, чем для транспортировки дресвяно-песчаного материала слоя 12. Это свидетельствует о возросшей пульсационной активности водотока, когда фазы повышенной обводненности чередовались с фазами водного дефицита, и характер транзита материала начал склоняться к пролювиальному типу. Строение и состав слоя 10 отражают дальнейшее усиление нестабильности функционирования водотока. Слой состоит из вложенных друг в друга вследствие локальных перемывов прослоев суглинков, супесей и песков, в различной степени сцементированных карбонатным цементом. Характерны включения крупных фрагментов костей и зубов травоядных животных, местами формирующих сплошные прослои. Судя по характеру омарганцевания костного материала, мацерация его происходила в промежуточном коллекторе с агрессивной закисной обстановкой – возможно, в заболоченном водоеме в днище поля над пещерой – и лишь потом осуществлялся пролювиальный транзит на место нынешнего захоронения в слое.

Отложения слоя 9, вложенные в отложения слоя 10 с размывом, знаменующим седиментационный перерыв неустановленной продолжительности, характеризуются увеличением содержания галечно-щебнистой фракции с четкой косою слоистостью в своем строении. Это отражает усиление осадко-накопления по флювиальному типу и, вероятно, соответствует стадии относительной гумидизации климата.

Отложения слоя 8 вложены в слой 9 с угловым несогласием, частично перебивая их прикровельную часть. Для осадка слоя 8 характерно интенсивное развитие вторичного омарганцевания, свидетельствующее, вероятно, о влажных и, возможно, прохладных условиях. Вместе с тем отмечается уменьшение гранулометрического состава галечной фракции, увеличение содержания алевритистых супесей в составе заполнителя, а в прикровельной части на контакте со слоем 7 – развитие карбонатной цементации. По-видимому, осадок верхней части слоя 8 формировался в условиях пониженной водообеспеченности при постепенном переходе к потеплению и снижению гумидности климата.

Палеогеографическая интерпретация литологических особенностей слоя 7 противоречива. С одной стороны, слой 7 выделен как горизонт мощной карбонатной цементации, предполагающий поступ-

ление сильно насыщенных карбонатными растворами вод при отсутствии промывного режима. Это свидетельствует о цементации в теплую суховатую фазу. С другой стороны, в составе слоя 7 отмечается массовое появление прочных железистых новообразований правильной сферической формы размером 1–2 мм. Подобные оолиты, состоящие преимущественно из гидроокислов железа, в настоящее время образуются в заболоченных водоемах Центральной и Северной Европы и имеют историческое название «озерная руда». Включения невыветрелого острогранного известнякового щебня позволяют охарактеризовать климатические условия как влажные и прохладные. Очевидно, осадок слоя 7 является полигенетическим образованием, в составе которого присутствует сформированный в различных геохимических обстановках материал, впоследствии переотложенный пролювиальным потоком. Поверхность кровли слоя 7 неровная, с понижениями и буграми вертикальной амплитудой 10–30 см, местами с кавернами, сформировавшимися в результате падения капель с выступов стен и свода пещеры, очень прочная. Вероятно, она маркирует поверхность длительного экспонирования и соответствует длительному перерыву осадконакопления.

Отложения слоя 6, заполняющие понижения в кровле слоя 7, представлены в разрезе фрагментарно. По вещественному составу представляют собой зону постепенного перехода от слоя 7 к вышележащей части разреза. Слой 6 отражает начало осадконакопления в пещере в субаэральных условиях. Очевидно, к этому времени карстовая воронка над пещерой была разрушена и перестала выполнять функции водосбора.

Слой 5 представляет собой пачку охристо-желтых алевритистых суглинков субаэрального генезиса мощностью 1,0–1,3 м. Отсутствие локальных переувлажнений свидетельствует об обстановке слабой увлажненности. В слое присутствуют включения округлого и эллипсоидного сечения (до 25 см в поперечнике), похожие на заполнение ходов крупных землероев (возможно, дикобраза, остатки которого встречаются во всей толще слоев 10–5 [Вислобокова, Агаджанян, 2016]). Это свидетельствует о том, что во время формирования слоя 5 пещера уже могла являться зоной постоянного обитания достаточно крупных наземных животных. Кровля слоя 5 бронирована массивной, местами монолитной толщиной карбонатной цементации заполнителя мощностью от 20 до 40 см. На ней залегают резко отличающиеся по своим литологическим характеристикам осадки слоев 4–1, что свидетельствует о смене условий осадконакопления и длительном седиментационном перерыве после формирования слоя 5.

Слои 4–1 представлены суглинками средними и тяжелыми красно-коричневого цвета, обогащенными щебнем, поступавшим со стен пещеры в результате десквамации. В нижней части слоя 4 прослеживаются несколько горизонтов образования натечных корок из крупнокристаллического шестоватого кальцита. Мощность натечных корок достигает 2–7 см, на отдельных участках на них сформированы сталагмиты высотой до 20 см и до 6 см в диаметре. Микрослои осажденного кальцита отличаются высокой чистотой и прозрачностью, что свидетельствует о стабильности условий формирования, отсутствии пыли в воздухе и глинистых частиц в карбонатных растворах. Вероятно, формирование его проходило в стабильно влажных климатических условиях.

**Климатостратиграфия и климато-фитоценотические реконструкции.** Согласно результатам палинофауномических и палиноморфологических исследований, комплекс автохтонной палинофлоры плейстоценовых отложений разреза Трлица составили свыше 100 видов, родов и семейств древесно-кустарниковых, травяно-кустарниковых и высших споровых растений. Группа деревьев и кустарников содержит пыльцу ~60 таксонов: *Taxodiaceae* (cf. *Taxodium*, *Cryptomeria japonica*, cf. *Sciadopitys*, cf. *Sequoia*), *Cupressaceae* (*Cupressus* spp., *Juniperus* spp.), cf. *Podocarpus*, *Pinaceae* (*Tsuga* cf. *canadensis*, *T.* cf. *acullata*, *T.* type *piccolo*, *Keteleeria* sp., *Abies*, *Picea* sect. *Omorica*, *P.* s. *Picea*, *P. schrenkiana*, *Cedrus*, *Pinus* s.g. *Haploxylon*, *Pinus* s. *Cembra*, *Pinus* s. *Strobus*, *P.* s.g. *Diploxylon*, *P. sylvestris*, *Larix*), *Betula* sect. *Costatae*, *B.* s. *Albae*, *B.* cf. *pubescens*, *Betula* (кустарниковая форма), *Alnus incana*, *A. glutinosa*, cf. *Pistacia*, *Parrotia persica*, *Fagus sylvatica*, *Quercus* cf. *ilex*, *Q.* spp., *Carpinus betulus*, *C. orientalis*, *Ostrya* cf. *carpinifolia*, *Corylus avellana*, *Tilia cordata*, *T. argentea/tomentosa*, *Celtis*, *Ulmus*, *Fraxinus*, *Morus*, *Myrica*, *Salix*, *Elaeagnus*, *Humulus*, *Rosaceae* и др. Группа трав и кустарничков включает ~35 таксонов: *Ericales*, *Poaceae*, *Cyperaceae*, *Chenopodiaceae*, *Artemisia* s.g. *Euartemisia*, *A.* s.g. *Seriphidium*, *A.* s.g. *Dracunculus*, *Amaranthaceae*, *Plumbaginaceae*, *Saxifragaceae*, *Apiaceae*, *Polygonaceae*, *Polygonum amphibium*, *Rumex*, *Fabaceae*, *Brassicaceae*, *Lamiaceae*, *Campanulaceae*, *Rubiaceae*, *Plantago*, *Urtica*, *Alliaceae*, *Liliaceae*, *Iridaceae*, *Asteraceae*, *Ambrosia*, *Cichoriaceae*, *Aquatica* (*Alismataceae*, *Typha*, *Sparganium*, *Potamogeton*, *Myriophyllum*, *Lemna*). В группе высших споровых растений: *Bryales*, *Sphagnum*, *Polypodiaceae*, *Pteridium aquilinum*, *Dryopteris filix-mas*, *Ophioglossum*, *Botrychium*, *B.* cf. *matricariifolium*, *Huperzia*, *Lycopodium clavatum*, *Lycopodium* sp., *Equisetum*, *Salvinia natans*.

Изменения состава и процентного содержания основных компонентов спорово-пыльцевых спектров отложений разреза Трлица и характерных таксонов деревьев и кустарников представлены на упрощенной палинологической диаграмме (рис. 3).

На основании всестороннего анализа определенной палинофлоры и репрезентативных спорово-пыльцевых спектров изученного разреза, а также их сопоставления с результатами палинологических исследований плейстоценовых разрезов прилегающих районов Северного Средиземноморья и субрецентными спектрами зональных и локальных растительных сообществ горных ландшафтов в окрестностях г. Плевля, выполнено стратиграфическое расчленение толщи рыхлых отложений пещеры Трлица, определен возраст выделенных климатостратиграфических подразделений, охарактеризованы ландшафтно-климатические условия, особенности флоры и растительности трех межледниковых этапов и трех относительных похолоданий (ледникового ранга) конца раннего и начала среднего плейстоцена. Палинологическая летопись палеогеографических событий внесла коррективы в выводы о климатических условиях формирования горизонтов разреза Трлица, сделанные при их полевом литолого-генетическом анализе.

Присутствие пыльцы субтропических и умеренных неогеновых реликтов – cf. *Podocarpus*, *Keteleeria*, *Tsuga* spp., *Cedrus*, *Cupressus*, *Parrotia persica*, *Celtis*, cf. *Taxodium*, cf. *Sciadopitys*, *Cryptomeria japonica* и др., являющихся показательными компонентами межледниковых флор раннего и первой половины среднего плейстоцена разрезов Средиземноморского историко-флористического региона [Popescu et al., 2010; Manzi et al., 2011; Combourieu-Nebout et al., 2015], подтвердило вывод, сделанный по палеофаунистическим данным [Вислобокова, Агаджанян, 2016], о ранне- и среднеплейстоценовом возрасте рыхлых отложений Трлицы.

Анализ литературных данных о хронологии появления, расцвета и исчезновения экзотических таксонов в плейстоценовых флорах разрезов Средиземноморья [Combourieu-Nebout et al., 2015] свидетельствует о многообразии региональных и локальных особенностей этих процессов. С. Жоаннин с соавторами [Joannin et al., 2007], исходя из материалов палинологического изучения разрезов Италии и Греции, указывают, что для ранне- и среднеплейстоценовых межледниковий центральной части Средиземноморской области было свойственно господство широколиственных и хвойно-широколиственных лесов с субтропическими элементами, тогда как переходным периодам отвечали фазы преобладания лесов из темнохвойных пород (с участием тсуги, кедра и других экзотов).

Отмечается следующая особенность растительности климатических ритмов ледникового ранга: холодным и сухим условиям соответствовали фазы расширения участия степных элементов (*Artemisia*, *Amaranthaceae*, *Chenopodiaceae*), а при похолоданиях и увлажнениях были развиты хвойные леса среднего и высокогорного типа.

В связи тем что в плейстоценовой толще Трлицы фиксируются перерывы в осадконакоплении, свидетельствующие об отсутствии палеогеографической информации для значительных временных отрезков изученного интервала конца раннего и начала среднего плейстоцена, полученные для рыхлых отложений пещеры Трлица палинологические данные позволили относительно подробно рассмотреть сукцессии флоры и растительности установленных межледниковых периодов и лишь отдельные климато-фитоценотические фазы холодных этапов.

Спорово-пыльцевые спектры 18 выделенных палинозон (далее ПЗ) свидетельствуют, что на протяжении всего периода формирования плейстоценовых отложений Трлицы в горных ландшафтах окрестностей пещеры были развиты преимущественно лесные формации, испытывавшие значительные трансформации их состава при смене межледниковых обстановок этапами похолоданий. В теплые этапы доминировали хвойно-широколиственные и широколиственные леса, а во время похолоданий преобладающую роль играли хвойные леса с незначительной примесью широколиственных пород или чистые хвойные древостои.

В настоящее время в исследуемом районе естественная растительность в значительной степени уничтожена: в горах – многовековым выпасом домашнего скота, в межгорной котловине вблизи пещеры Трлица – обширным карьером по добыче бурого угля. В условиях современного умеренно-континентального климата сохранившуюся здесь естественную зональную растительность представляют горные леса. В верхнем горно-лесном поясе развиты хвойные леса из кедровидной сосны (*Pinus peuce*), ели (*Picea abies*), пихты (*Abies alba*) и сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*). Следующий горно-лесной пояс образуют смешанные леса, в которых наряду с хвойными породами растут дуб (*Quercus petraea*, *Q. pubescens*), бук, граб, вяз, клен, ясень. В нижнем горно-лесном поясе встречаются небольшие участки широколиственных сообществ из дуба, граба обыкновенного (*Carpinus betulus*) и грабинника (*C. orientalis*). В основаниях склонов в местах вырубленных лесов распространены кустарниковые формации из можжевельника, держидерева, дикой сирени, сливы, шиповника и др.

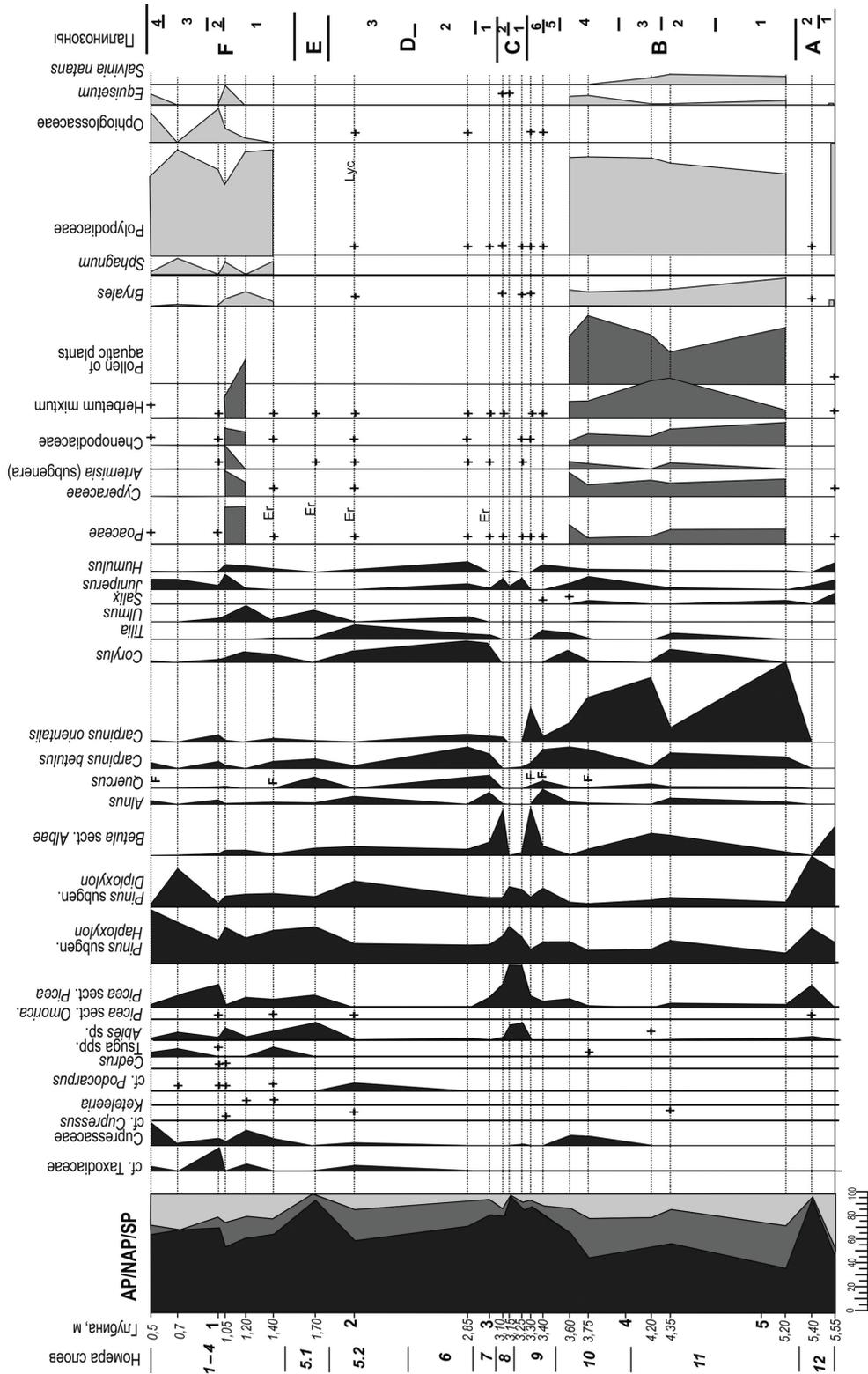


Рис. 3. Спорно-пыльцевая диаграмма плейстоценовых отложений, вскрытых в пещере Трлица:

AP – пыльца деревьев и кустарников; NAP – пыльца трав и кустарников; SP – споры высших споровых растений; (+) – менее 2%; F – *Fagus*; Er – Ericales (единичные пыльцевые зерна); Лус. – Лусородиaceae (единичные споры). Сводная колонка AP/NAP/SP – содержание пыльцы деревьев и кустарников, трав и кустарничков, а также спор показаны в процентах от общей суммы пыльцы и спор. Процентное содержание пыльцы или спор каждого таксона рассчитано по отношению к его содержанию в группе: таксоны деревьев и кустарников в процентах от суммы деревьев и кустарников; таксоны трав и кустарничков в процентах от суммы трав и кустарничков; таксоны споровых растений в процентах от суммы спор

AP – arboreal pollen (pollen of trees and shrubs); NAP – non-arboreal pollen (pollen of grasses and subshrubs); SP – spores (spores of higher spore plants); (+) – content less than <2%; F – *Fagus*; Er – Ericales (single pollen grains); Лус. – Lycopodiaceae (single spores). Summary column of trees, shrubs, grasses and subshrubs and spores shown as percentages of the pollen and spore sum. The percentage of each taxon was calculated with particular groups: trees and shrubs taxa as a percentage of trees and shrubs sum; grasses and subshrubs taxa as a percentage of grasses and subshrubs sum; spore taxa as a percentage of spore sum

Состав палинофлоры и спорово-пыльцевые спектры изученных отложений свидетельствуют о значительном отличии растительных сообществ плейстоцена от современных фитоценозов естественного растительного покрова окрестностей пещеры Трлица.

По палинологическим данным установлены особенности флоры и растительности трех этапов заключительной части раннего плейстоцена (двух криохронов и разделяющего их термохрона), коррелируемых с 22-й морской изотопной стадией (далее МИС), МИС 21 и МИС 20, а также двух межледниковий и похолодания первой половины среднего плейстоцена, сопоставляемых с МИС 19, МИС 15 и МИС 18 соответственно. Начало холодного этапа, отвечающего МИС 22, датируется, согласно L.E. Lisiecki, M.E. Raymo [2005], ~1,03 млн лет назад (далее л. н.). Возрастные интервалы более молодых реконструированных этапов, согласно составленной А.Н. Молодьковым и Н.С. Болиховской [Molodkov, Bolikhovskaya, 2010] климато-хроностратиграфической схеме периодизации и корреляции климатических событий последних 900 тыс. лет, следующие: МИС 21 (~860–815 тыс. л. н.), МИС 20 (~815–787 тыс. л. н.), МИС 19 (~790–760 тыс. л. н.), МИС 18 (~760–710 тыс. л. н.), МИС 15 (~610–535 тыс. л. н.).

В период первого похолодания, сопоставляемого с МИС 22, происходило накопление осадков слоя 12 (ПЗ А1-А2, см. рис. 3). Этот этап характеризовался полным отсутствием в растительном покрове представителей широколиственной дендрофлоры. В начальную фазу (ПЗ А1) верхние части горных склонов занимали хвойные леса из кедровидной сосны (*Pinus s.g. Haploxylon*) и сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) с кустарниковым ярусом из можжевельника и лианами хмеля, ниже на склонах произрастали березово-сосновые леса. В травяном покрове преобладали папоротники (Polypodiaceae). Участки вблизи водотоков и водоемов в днище котловины занимали ивняки. В составе водных и прибрежно-водных травянистых растений заметную роль играли рдест, осоковые, уруть и ежеголовник, реже встречались рогоз и горец земноводный (*Polygonum amphibium*). Во вторую фазу (ПЗ А2) в окрестностях пещеры преобладали сосновые и елово-кедровые с примесью пихты и ели (*Picea sect. Omorica*) леса.

Последовавший раннеплейстоценовый межледниковый этап, коррелируемый с МИС 21 и петропавловским межледниковьем Русской равнины, зафиксирован спектрами осадков слоев 9 (его нижней части), 10 и 11 (ПЗ В1–В6). На протяжении этого длительного интергляциала происходили сукцессии в развитии хвойно-широколиственных и широколиственных лесов, в которых доминантами и содоминантами выступали кедровидная сосна

(*Pinus s.g. Haploxylon*), кипарисовые (Cupressaceae), граб обыкновенный (*Carpinus betulus*), граб восточный (*C. orientalis*), дуб, липа (*Tilia cordata*, *T. cf. platyphyllos*) и др. О значительной древности отложений свидетельствует участие в палинофлоре пыльцы *Keteleeria*, реликта мелового и неогенового времени, вечнозеленого хвойного дерева из семейства Pinaceae, произрастающего ныне в юго-восточной Азии.

В полученной палинологической записи выделены шесть палинозон (см. В1–В6 на рис. 3), дающих представление о трансформациях доминировавших лесных сообществ. В первую фазу (ПЗ В1) преобладали грабинники (из *Carpinus orientalis*), более благоприятные местообитания занимали дубово-грабовые леса с незначительной примесью ясеня (*Fraxinus*), ольхи и березы. Во вторую фазу (ПЗ В2) гумидизация климата вызвала значительное сокращение грабинниковых лесов, доминирующую роль приобрели дубово-липово-грабовые леса с подлеском из лещины, при присутствии участков сосново-березовых древостоев на склонах, ольшаников в котловине, елово-кедровых сообществ в верхних частях склонов. Лесные формации третьей фазы были близки лесам первой фазы. В четвертую фазу (слой 10, ПЗ В4) относительное потепление и гумидизация климата привели к появлению кипарисовых, тсуги (единично), бука, липы, хмелеграба (*Ostrya*) и других пород в составе преобладавших хвойно-широколиственных лесов, в которых эдификаторами и соэдификаторами были граб обыкновенный (*Carpinus betulus*), граб восточный (*Carpinus orientalis*), липа (*Tilia cf. cordata*, *Tilia cf. platyphyllos*), кедровидная сосна и ель. В хвойно-широколиственных лесах пятой фазы (ПЗ В5) возросла роль липы и дуба. Значительно сократилось участие в древостое грабинника. Заключительная фаза (ПЗ В6) отражает развитие сосново-елово-кедровых, березовых и грабинниковых лесов в условиях относительного похолодания климата в переходный интервал к последующему холодному этапу ледникового ранга. В травяно-кустарничковом покрове всех лесных формаций, произраставших в окрестностях пещеры Трлица, преобладали злаково-разнотравные сообщества, в которых помимо злаков участвовали представители семейств Asteraceae, Lamiaceae, Brassicaceae, Polygonaceae, Campanulaceae, Caryophyllaceae, Iridaceae, Liliaceae, Alliaceae и др. Высокое содержание в отложениях слоев 11 и 10 пыльцы водных и прибрежно-водных растений – водного папоротника сальвинии (*Salvinia natans*), рдеста (*Potamogeton*), осоковых (Cyperaceae), частуховых (Alismataceae), урути (*Muriophyllum*), рогоза (*Typha*) и ежеголовника (*Sparganium*), а также их присутствие в осадках слоя 12 вкупе с зелеными водорослями *Botryococcus*

и *Pediastrum* – несомненное свидетельство седиментации трех этих слоев в субкальвных условиях.

Палинологическая летопись свидетельствует, что перерыв в осадконакоплении, отмеченный при литолого-генетическом анализе на границе слоев 10 и 9, был относительно непродолжительным и зафиксирован в интервале смены четвертой и пятой фаз в развитии растительности рассмотренного выше межледниковья.

Климато-фитоценотическая обстановка следующего, сопоставляемого с МИС 20 и покровским похолоданием Русской равнины раннеплейстоценового похолодания (ПЗ С), во время которого накапливались отложения верхней части слоя 9 и слоя 8, отличалась полным отсутствием термофильных таксонов в составе дендрофлоры. В первую реконструированную фазу (ПЗ С1) доминировали пихтово-кедрово-еловые леса с примесью сосны (*Pinus* subgen. *Diploxylon*) и участием в нижнем ярусе можжевельника. Во вторую фазу (ПЗ С2) сократились площади хвойных лесов, из их состава исчезла пихта. На горных склонах преобладали елово-кедровые и сосново-березовые леса. На самых прогреваемых участках нижних частей склонов в составе подлеска березовых древостоев и на опушках произрастал грабник.

Среднеплейстоценовому межледниковому этапу, коррелируемому с МИС 19 и первым (гремьячевским) межледниковьем хрона Брюнес, отвечает период формирования слоев 5.2, 6 и 7 (ПЗ D1-D3), на протяжении которого происходили следующие изменения в составе преобладавших лесных сообществ. При накоплении слоя 7 (ПЗ D1) в условиях умеренно-теплого климата превалировали елово-сосново-широколиственные леса (липово-дубово-грабовые из *Quercus* sp., *Q.* cf. *ilex*, *Carpinus betulus*, *Tilia cordata*) с лещиной и шелковицей (*Morus*) в подлеске и участками грабниковых, березовых и ольховых древостоев. Весьма разнообразным был состав хвойных пород (*Picea* s. *Picea*, *Pinus* sect. *Cembra*, *P.* sect. *Strobus*, *P.* s.g. *Diploxylon*, *P. sylvestris*, *Juniperus*). Следующая фаза в развитии растительности характеризует время формирования слоя 6 (ПЗ D2), когда усилившееся потепление климата вызвало исчезновение ели, значительное сокращение участия сосен (кедровидных и светлохвойных) и березы в лесных сообществах окрестностей пещеры. Преобладали дубово-грабовые (из *Carpinus betulus*, *Quercus robur*, *Q. petraea*) леса с примесью липы (*Tilia argentea*) и вяза, с нижним ярусом из грабника, лещиной в подлеске и лианами хмеля.

Впоследствии при образовании слоя 5.2 (ПЗ D3) на большей части прилегающей территории в условиях теплого и относительно сухого клима-

та произрастали редкостойные широколиственные и хвойно-широколиственные леса. Ассоциации из широколиственных пород составляли, главным образом, представители ксерофитной горной флоры (*Tilia argentea*, *Carpinus orientalis*, *Celtis*), а также *Carpinus betulus*, *Corylus avellana*, *Alnus glutinosa*. В составе хвойных древостоев преобладали сосны (*Pinus* s.g. *Haploxylon*, *P.* s.g. *Diploxylon*, *P. sylvestris*), присутствовали Cupressaceae, *Picea* s. *Omorica*. Не исключено участие хвойных экзотов (cf. *Podocarpus*). О наличии экотопов с увлажненными почвами свидетельствуют находки пыльцы *Parrotia persica*, произрастающей ныне в теплом и влажном субтропическом климате по берегам водоемов, в ущельях на сильно увлажненных почвах.

Последовавшее среднеплейстоценовое похолодание, отвечающее МИС 18, отражено спектром осадков верхней части слоя 5.1 (ПЗ E), обильно насыщенных в подслое 5.1А десквамированными обломками коренных пород. Ухудшение климатических условий было выражено исчезновением из состава лесов субтропических хвойных и широколиственных тепло-влаголюбивых пород. Доминировали елово-пихтово-кедровые леса с примесью сосны и березы. В нижних частях склонов заметным было участие грабово-дубово-вязовых сообществ.

Согласно палинологическим данным, перерыв в осадконакоплении изучаемой толщи рыхлых осадков Трлицы, фиксируемый между интервалами формирования слоя 5 и слоев 1–4, был весьма длительным – примерно 100-тысячелетним. Отложения, отвечающие МИС 17 и МИС 16, которым соответствуют семилукское межледниковье и донское оледенение Русской равнины [Molodkov, Bolikhovskaya, 2010], в плейстоценовом разрезе пещеры отсутствуют.

На данном этапе палиностратиграфических исследований с определенной долей уверенности можно утверждать, что основное осадконакопление в пещере (слои 1–4; ПЗ F1-F4) завершилось в межледниковую эпоху среднего плейстоцена, отвечающую ~МИС 15, интергляциалу Noordbergum (Interglacial IV, Voigtstedt, Ferdynandowian) западноевропейской шкалы и мучкапскому межледниковью схемы Европейской России, абсолютный возраст которого определяется кластером ЭПР датировок в интервале ~610–536 тыс. л. н. [Molodkov, Bolikhovskaya, 2010]. Красноцветный почвенно-осадочный комплекс (слои 1–4), формировавшийся при доминировании в исследуемом районе горно-лесных ландшафтов, отличается от рассмотренных выше образований межледникового климата тем, что его характеризует самая богатая по составу таксонов и участию неогеновых реликтов дендропалинофлора. Климато-фитоценотические



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Болыховская Н.С. Пространственно-временные закономерности развития растительности и климата Северной Евразии в неоплейстоцене // Археология, этнография и антропология Евразии. 2007. Т. 4. № 32. С. 2–28.
- Болыховская Н.С. Эволюция лессово-почвенной формации Северной Евразии. М.: Изд-во МГУ, 1995. 270 с.
- Болыховская Н.С., Деревянко А.П., Шуньков М.В., Маркин С.В., Соболев В.М. Палеогеографические особенности развития плейстоценовой растительности и климата Алтая и Восточного Предкавказья в эпохи обитания древнего человека // Проблемы палеогеографии и стратиграфии плейстоцена. Вып. 3: сб. науч. ст.: материалы Всероссийской научной конференции «Марковские чтения 2010 года». М.: Географический факультет МГУ, 2011. С. 373–418.
- Болыховская Н.С., Козликин М.Б., Шуньков М.В., Ульянов В.А., Фаустов С.С. Новые данные в палинологии уникального памятника палеолита Денисова пещера на северо-западе Алтая // Бюлл. МОИП. Отдел биологии. 2017. Т. 122. № 4. С. 46–60.
- Вислобокова И.А., Агаджанян А.К. Новые данные о возрасте плейстоценовой фауны местонахождения Трлица (Черногория, Центральные Балканы) и ее корреляция с другими фаунами Европы // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2016. Т. 24. № 2. С. 88–102.
- Деревянко А.П., Шуньков М.В., Булатович Л., Агаджанян А.К., Вислобокова И.А., Ульянов В.А., Аношкин А.А., Меденица И. Исследования в пещере Трлица на севере Черногории // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. Новосибирск: Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2011. Т. XVII. С. 44–47.
- Argant J., Dimitrijević V. Pollen analyses of Pleistocene hyaena coprolites from Montenegro and Serbia, *Annales géologiques de la péninsule Balkanique*, 2007, no. 68, p. 63–80.
- Bolikhovskaya N.S., Shunkov M.V. The palynoclimatostratigraphy of the Pleistocene deposits in the Trlica Cave and environmental reconstructions (the Northern Mediterranean, Montenegro), *Proceedings of the IGCP 610 Fourth Plenary Conference and Field Trip “From the Caspian to Mediterranean: Environmental Change and Human Response during the Quaternary”*, Tbilisi, Georgian National Academy of Sciences, 2016, p. 39–42.
- Combourieu-Nebout N., Bertini A., Russo-Ermolli E. et al. Climate changes in the central Mediterranean and Italian vegetation dynamics since the Pliocene, *Review of Palaeobotany and Palynology*, 2015, vol. 218, p. 127–147.
- Joannin S., Quillévère F., Suc J.-P. et al. Early Pleistocene climate changes in the central Mediterranean region as inferred from integrated pollen and planktonic foraminiferal stable isotope analyses, *Quaternary Research*, 2007, vol. 67, p. 264–274.
- Lisiecki L.E., Raymo M.E. A Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic  $\delta^{18}\text{O}$  records, *Paleoceanography*, 2005, vol. 20, PA1003, DOI: 10.1029/2004PA001071.
- Manzi G., Magri D., Palombo M.R. Early – Middle Pleistocene environmental changes and human evolution in the Italian peninsula, *Quaternary Science Reviews (Early Human Evolution in the Western Palaearctic: Ecological Scenarios)*, 2011, vol. 30, iss. 11–12, p. 1420–1438.
- Molodkov A.N., Bolikhovskaya N.S. Climato-chronostratigraphic framework of Pleistocene terrestrial and marine deposits of Northern Eurasia, based on pollen, electron spin resonance, and infrared optically stimulated luminescence analyses, *Estonian Journal of Earth Sciences*, 2010, vol. 59, p. 49–62.
- Popescu S.-M., Biltekin D., Winter H. et al. Pliocene and Lower Pleistocene vegetation and climate changes at the European scale: Long pollen records and climatostratigraphy, *Quaternary International*, 2010, vol. 219, p. 152–167.

Поступила в редакцию 23.05.2023

После доработки 16.07.2023

Принята к публикации 27.07.2023

## PALYNOCLIMATOSTRATIGRAPHY AND FORMATION CONDITIONS OF PLEISTOCENE DEPOSITS IN THE TRLICA CAVE (MONTENEGRO)

N.S. Bolikhovskaya<sup>1</sup>, V.A. Ul'yanov<sup>2</sup>, M.V. Shun'kov<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography

<sup>3</sup> Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS, Department of Stone Age Archaeology

<sup>1</sup> Research Laboratory of Recent Deposits and Pleistocene Paleogeography, Leading Scientific Researcher; Department of Geomorphology and Paleogeography, Professor, D.Sc. in Geography; e-mail: natbolikh@mail.ru

<sup>2</sup> Department of Geomorphology and Paleogeography, Scientific Researcher, Ph.D. in Geography; e-mail: v.a.ulyanov@yandex.ru

<sup>3</sup> Head of the Department, D.Sc. in History, corresponding member of the RAS; e-mail: shunkov@archaeology.nsc.ru

The results of palynological analysis allowed climatostratigraphic subdivision of Pleistocene deposits of the Trlica cave, located in the vicinity of Pljevlja town in northern Montenegro. The palynological record confirms significant hiatuses in the sedimentation revealed by the field lithologic-genetic analysis. The changes

of landscape and climatic conditions that occurred during the formation of the studied Pleistocene strata are reconstructed. Specific features of flora and vegetation of three stages of the final part of the Early Pleistocene corresponding to MIS 22, MIS 21, MIS 20, as well as three stages of the first half of the Middle Pleistocene correlated to MIS 19, MIS 18 and MIS 15, have been identified. Throughout the entire period of the Pleistocene deposits in Trlica, the mountain landscapes in the vicinity of the cave were covered mainly by forests, that underwent significant transformations of their composition during the change of interglacial conditions by the stages of cooling. The materials of palynological analysis of the Quaternary sediments of Montenegro are very scarce. Therefore, the spore-pollen data of the Trlica section and the revealed climatic-phytocenotic successions of three interglacial and three relatively cold (near-glacial) stages of the Early and Middle Pleistocene presented in the article are an important contribution to the study of the Pleistocene paleoenvironments of the Balkan Peninsula.

**Keywords:** early-middle pleistocene, spore-pollen analysis, climatic stratigraphy, flora, vegetation

**Acknowledgements.** The paper was prepared under the research theme of the MSU faculty of geography “Paleogeographical reconstructions of natural geosystems and forecast of their future changes” (121051100135-0) (N.S. Bolikhovskaya) and theme “Cenozoic evolution of the environment, the dynamics of the relief, geomorphologic hazards and risks of land-use” (121040100323-5) (V.A. Ul’yanov).

## REFERENCES

- Argant J., Dimitrijević V. Pollen analyses of Pleistocene hyaena coprolites from Montenegro and Serbia, *Annales géologiques de la péninsule balkanique*, 2007, no. 68, p. 63–80.
- Bolikhovskaya N.S., Derevyanko A.P., Shun’kov M.V. et al. [Paleogeographic features of the development of Pleistocene vegetation and climate of Altai and Eastern Pre-Caucasus in the epochs of ancient man’s habitation], *Problemy paleogeografii i stratigrafii plejstocena* [Problems of Pleistocene paleogeography and stratigraphy], vyp. 3, sb. nauch. st.: materialy Vserossijskoj nauchnoj konferencii “Markovskiye chteniya 2010 goda”, Moscow, Geograficheskij fakul’tet MGU, 2011, p. 373–418. (In Russian)
- Bolikhovskaya N.S. *Evolutsiya lossovo-pochvennoj formatsii Severnoj Yevrazii* [The Evolution of Loess-Paleosol Formation of Northern Eurasia], Moscow, Izd-vo MGU, 1995, 270 s. (In Russian)
- Bolikhovskaya N.S. Prostranstvenno-vremennyye zakonmernosti razvitiya rastitel’nosti i klimata Severnoj Evrazii v neoplejstocene [Spatial and temporal regularities in the evolution of vegetation and climate of North Eurasia in the Neopleistocene], *Archaeology, Ethnology & Anthropology of Eurasia*, 2007, vol. 4, no. 32, p. 2–28. (In Russian and English)
- Bolikhovskaya N.S., Kozlikin M.B., Shun’kov M.V. et al. Novyye dannyye v palinologii unikal’nogo pamyatnika paleolita Denisova peschera na severo-zapade Altaya [New palynological data from the unique Paleolithic site of Denisova Cave in Northwest Altai], *Bulleten’ MOIP, Otdel biologicheskij*, 2017, vol. 122, no. 4, p. 46–60. (In Russian)
- Bolikhovskaya N.S., Shunkov M.V. The palynostratigraphy of the Pleistocene deposits in the Trlica Cave and environmental reconstructions (the Northern Mediterranean, Montenegro), IGCP 610 Fourth Plenary Conference and Field Trip “From the Caspian to Mediterranean: Environmental Change and Human Response during the Quaternary”, Tbilisi, Georgian National Academy of Sciences, Proceedings, A. Gilbert, V. Yankov-Hombach (eds.), 2016, p. 39–42.
- Combourieu-Nebout N., Bertini A., Russo-Ermolli E., et al. Climate changes in the central Mediterranean and Italian vegetation dynamics since the Pliocene, *Review of Palaeobotany and Palynology*, 2015, vol. 218, p. 127–147.
- Derevyanko A.P., Shun’kov M.V., Bulatovich L. et al. Issledovaniya v peschere Trlica na severe Chernogorii [Research in the Trlitsa cave in the north of Montenegro], *Problemy arkheologii, etnografii, antropologii Sibiri i soprodel’nykh territorij*, Novosibirsk, Izd-vo IAET SO RAN, 2011, vol. XVII, p. 44–47. (In Russian)
- Joannin S., Quillévéré F., Suc J.-P. et al. Early Pleistocene climate changes in the central Mediterranean region as inferred from integrated pollen and planktonic foraminiferal stable isotope analyses, *Quaternary Research*, 2007, vol. 67, p. 264–274.
- Manzi G., Magri D., Palombo M.R. Early – Middle Pleistocene environmental changes and human evolution in the Italian peninsula, *Quaternary Science Reviews* (Early Human Evolution in the Western Palearctic: Ecological Scenarios), 2011, vol. 30, iss. 11–12, p. 1420–1438.
- Popescu S.-M., Biltekin D., Winter H. et al. Pliocene and Lower Pleistocene vegetation and climate changes at the European scale: Long pollen records and climatostratigraphy, *Quaternary International*, 2010, vol. 219, p. 152–167.
- Vislobokova I.A., Agadzhanyan A.K. Novyye dannyye o vozraste plejstocenovoy fauny mestonakhozhdeniya Trlica (Chernogoriya, Central’nyye Balkany) i yeye korrelyatsiya s drugimi faunami Yevropy [New data on the age of the Pleistocene fauna of the Trlitsa locality (Montenegro, Central Balkans) and its correlation with other faunas of Europe], *Stratigrafiya, Geologicheskaya korrelyatsiya*, 2016, vol. 24, no. 2, p. 88–102. (In Russian)

Received 23.05.2023

Revised 16.07.2023

Accepted 27.07.2023