

УДК 551.79; 551.351

Р.Н. Курбанов¹, Т.А. Янина², А.С. Мюррей³, О.К. Борисова⁴

ГИРКАНСКИЙ ЭТАП В ПОЗДНЕПЛЕЙСТОЦЕНОВОЙ ИСТОРИИ МАНЫЧСКОЙ ДЕПРЕССИИ

Изучение керна двух скважин глубиной 40 и 42 м из центральной части Манычской депрессии комплексом методов (гранулометрический, фаунистический, спорово-пыльцевой анализы, радиоуглеродное и оптико-люминесцентное датирование) внесло вклад в решение вопроса о существовании гирканского пролива в Манычской депрессии в позднем плейстоцене. Начало позднего плейстоцена (межледниковье, МИС 5e) было охарактеризовано глубоким проникновением в Манычскую депрессию ингрессионного залива карангатской трансгрессии Черного моря. Его воды имели сравнительно высокую (не менее 18–20‰) соленость, позволившую существование богатого черноморского комплекса моллюсков. Завершение межледниковья и переходный этап к ледниковой эпохе (МИС 5d) привел к постепенному отступанию вод карангатского залива из Манычской депрессии и стягиванию их в Черноморскую котловину. Этот этап датирован методом оптически стимулированной люминесценции (ОСЛ, optical stimulated luminescence) в 119±7 тыс. лет. Завершился он развитием гирканского пролива Каспия. Пролит имел опресненные солоноватые каспийские воды (соленость 8–7‰). Его фаунистический облик составляли моллюски *D. cristata*, *D. hyrcana*, *D. subcatillus*, *Monodacna caspia*, *Dreissena polymorpha*. Дно в центральной части Манычской депрессии находилось на абсолютных отметках от –13 до –9 м. Пролит имел спокойные условия осадконакопления, очевидно, обусловленные его значительным расширением в центральной части депрессии. Ландшафты отвечали интерстадиальным (относительно прохладным, с меньшими сезонными контрастами и большим увлажнением по сравнению с современными) климатическим условиям. Впервые полученная для гирканских отложений (средняя часть толщи) ОСЛ датировка составляет 107±7 тыс. лет назад, определяя эпоху существования пролива как МИС 5c. Морская эпоха развития центральной части депрессии сменилась во второй половине позднего плейстоцена длительной озерной фазой (Буртасское озеро) ее развития.

Ключевые слова: Манычская депрессия, скважины, осадки, моллюски, пыльца, радиоуглеродные даты, ОСЛ датирование, палеогеография.

Введение. Манычская депрессия, расположенная между Прикаспийской низменностью и низовьем Дона (рис. 1), приурочена к Маныч-Гудиловскому тектоническому прогибу. С севера она ограничена Ергенями, с юга – Ставропольской возвышенностью, образующими тектоническую ось. Фрагментами оси являются поднятия Зунда-Толга и Сальское, служившие в плейстоцене «порогами» для проникновения как каспийских, так и черноморских вод в депрессию. В истории Понто-Каспия депрессия играла важную роль, периодически служа ложем проливов, функционировавшим в плейстоцене. В ее строении выделяется серия морских осадков, переслаивающихся с озерными, аллювиальными, субаэральными отложениями, что предоставляет уникальную возможность для изучения непосредственных соотношений каспийских и черноморских отложений, для стратиграфических построений и палеогеографических реконструкций.

В настоящее время в результате создания системы искусственных водоемов большинство естественных обнажений плейстоценовых осадков оказались затопленными, поэтому буровым материа-

лам по строению новейших отложений придается очень большое значение. Гидротехнические работы в середине прошлого века позволили получить обширный банк данных, анализ которых привел к решению важных вопросов строения и корреляции каспийских и черноморских отложений и событий [Горецкий, 1953, 1957, 1970; Попов, 1955, 1957, 1967, 1977, 1983; Федоров, 1978 и др.]. Эти результаты и ныне являются основными при реконструкции событий в Манычской долине, и разными исследователями интерпретируются по-разному [Свиточ с соавт., 1998, 2010, 2017; Янина, 2006, 2012; Dolukhanov et al., 2009 и др.]. Один из остро дискуссионных вопросов – существование гирканского пролива Маныча, имевшего место в эпоху развития гирканской трансгрессии Каспия, существование которой также находится под большим вопросом (см. статью [Янина с соавт., 2014]).

Гирканские слои были установлены Г.И. Горецким [1957] на основании материалов бурения в долине Западного Маныча. В долине Восточного Маныча гирканские слои на основании этих же мате-

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра геоморфологии и палеогеографии, лаборатория новейших отложений и палеогеографии плейстоцена, ст. науч. с., канд. геогр. н.; e-mail: roger.kurbanov@gmail.com

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, профессор, лаборатория новейших отложений и палеогеографии плейстоцена, зав. лабораторией, докт. геогр. н.; e-mail: paleo@inbox.ru

³ Орхусский университет, Дания, отдел геонаук, Северная Люминесцентная лаборатория, проф.; e-mail: andrew.murray@geo.au.dk

⁴ Институт географии РАН, лаборатория эволюционной географии, главный науч. с., докт. геогр. н.; e-mail: olgakborisova@gmail.com

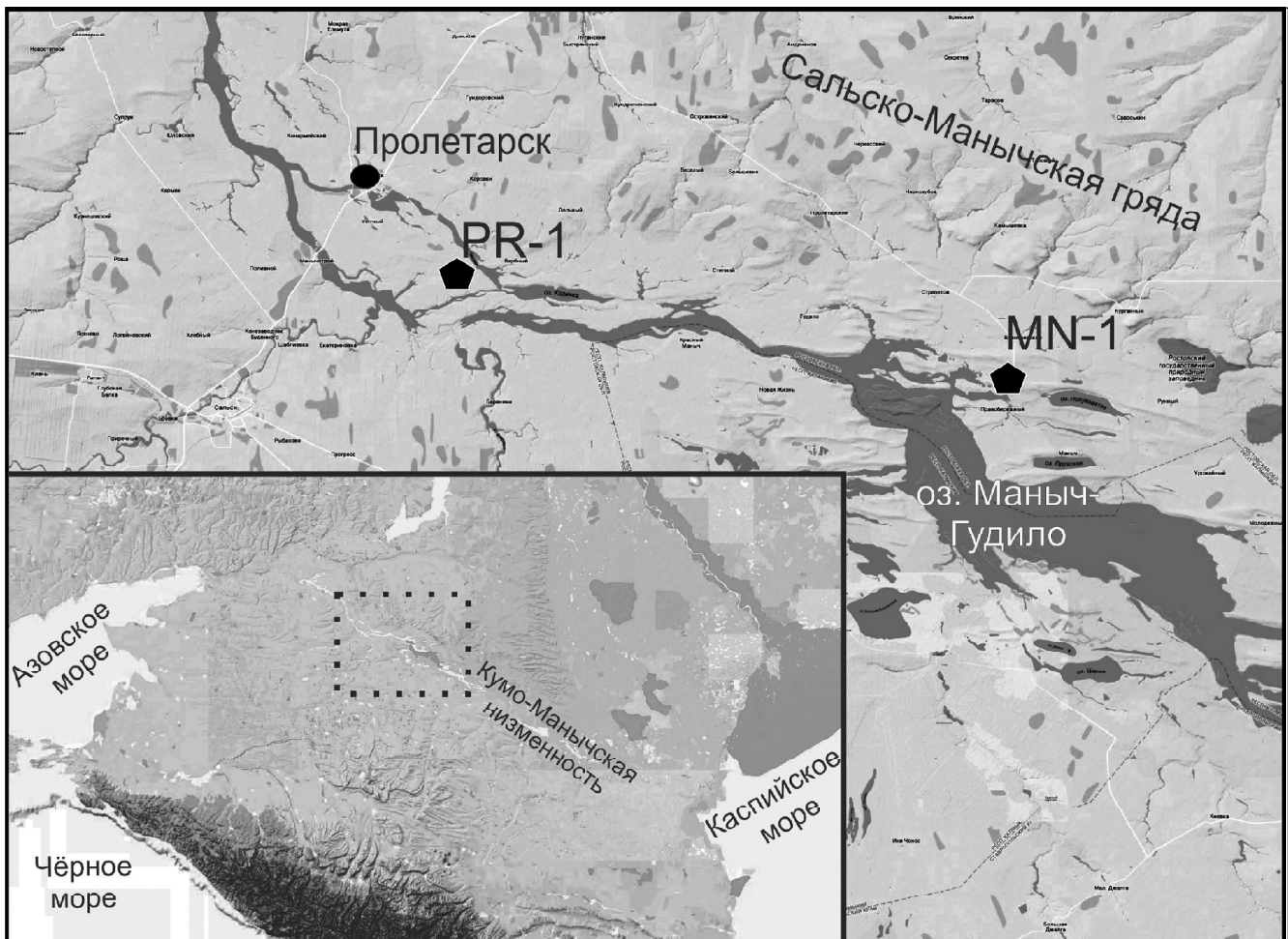


Рис. 1. Район исследования, изученные скважин MN-1 и PR-1

Fig. 1. Study area, cores MN-1 and PR-1

риалов описаны Г.И. Поповым [1957, 1961, 1967]. Г.И. Горецкий отождествлял их с верхнехазарскими отложениями Прикаспия; Г.И. Попов – сначала с хвалынскими [Попов, 1957, 1961], затем им сделано заключение о самостоятельной гирканской трансгрессии Каспия [Попов, 1967, 1983]. Характерные черты ее малакофаунистического облика – преобладание в составе дидакн *Didacna cristata*, *D. subcatillus*, *D. hircana*, присутствие тепловодного пресноводного вида *Corbicula fluminalis*. П.В. Федоров [1978], проанализировав материалы бурения, отнес «гирканские» осадки к позднехазарской трансгрессии Каспия. Большинство исследователей [Свиточ с соавт., 1997, 1998, 2010; Шкатова, 2005, 2006; Shkatova, 2010; Dolukhanov et al., 2009 и др.] приняли точку зрения П.В. Федорова, «исключив» гирканский трансгрессивный бассейн из плейстоценовой истории Каспия и, соответственно, Маныча.

В последние годы вернуться к проблеме существования самостоятельного гирканского этапа в плейстоценовой истории Каспия позволили материалы бурения в акватории Северного Каспия [Янина с соавт., 2014; Bezrodnykh et al., 2015; Sorokin et al., 2017]. В научной литературе вновь открыта дискус-

сия по этому вопросу [Лаврушин с соавт., 2014; Бадюкова, 2015; Рычагов, 2016; Свиточ, Макшаев, 2017; Yanina et al., 2017]. Вопрос о гирканском этапе в истории Каспийского региона не теряет своей остроты.

В 2016 г. совместной экспедицией Института географии РАН и географического факультета МГУ в центральной части Манычской депрессии (Ростовская область) было выполнено бурение двух скважин глубиной около 40 м (рис. 1). Комплексное изучение керна позволило нам внести вклад в решение вопроса о существовании гирканского пролива в Манычской депрессии в позднем плейстоцене.

Материал и методы исследований. Скважина 1 (PR-1) глубиной 40,2 м пробурена ударно-канатным способом в 7 км к юго-западу от г. Пролетарск (Пролетарский район), абс. высота 17,50 м. Скважина 2 (MN-1) глубиной 42,0 м пробурена в 5 км к северо-северо-западу от пос. Маныч (Орловский район), абсолютная высота 19,17 м. Плановая и высотная фиксация скважин, а также съемка прилегающих к ним характерных форм и элементов рельефа выполнены с использованием дифференциальной системы приемников спутникового позиционирования Leica

System 1200. Диаметр керн 15 см. Из керна произведен сплошной отбор образцов на комплексный палеогеографический анализ. Нами выполнены гранулометрический, фаунистический, спорово-пыльцевой, геохронологический (радиоуглеродное и опτικο-люминесцентное датирование) анализы.

Гранулометрический анализ выполнен в лаборатории ИГ РАН методом лазерной дифрактометрии на приборе Malvern Masterizer 3000. Изучение механического состава проводилось для каждого десяти сантиметров керна, без предварительной обработки. Изучено 200 образцов для скважин MN-1 и PR-1, полностью охватывающих интервал гирканских отложений, а также верхнюю часть подстилающих карангатских и основание вышележащих буртасских осадков.

Фаунистическими (малакофаунистическими) исследованиями охвачены все включающие раковины моллюсков и их обломки отложения керна: изучение тафономических особенностей раковинного материала, его систематический и статистический анализ, биостратиграфические и палеоэкологические реконструкции.

Палинологические исследования полученных кернов носят предварительный характер. Применение сепарационного метода подготовки образцов с использованием тяжелой жидкости [Гричук, 1940] позволило выделить из отложений гирканского интервала скважины MN-1 пыльцу и споры в достаточном для анализа количестве, тогда как из большинства других слоев получить репрезентативные материалы для анализа не удалось.

Радиоуглеродное датирование раковин моллюсков выполнено сцинтилляционным методом в лаборатории геоморфологических и палеогеографических исследований полярных регионов и Мирового океана Института наук о Земле СПбГУ. Значения календарного возраста получены на основании калибровочной программы «OxCal 4.2» (калибровочная кривая «IntCal 13»). Christopher Bronk Ramsey (<https://c14.arch.ox.ac.uk>).

Датирование разновозрастных отложений из керна скважины MN-1 методом оптически-стимулированной люминесценции (ОСЛ) выполнено в Северной люминесцентной лаборатории Riso Орхусского Университета. Это первый опыт ОСЛ-датирования осадочных образований Маньчжурской депрессии. Образцы для него отобраны в светонепроницаемый материал из интервалов керна с наиболее сохранной структурой осадков. В лабораторных условиях выполнена их стандартная подготовка [Murray, Wintle, 2000] к датированию. Образцы из гирканских отложений представлены суглинками и глинами с незначительной примесью алеврита и мелкого песка. Методом влажного ситования материал разделен на фракции 63–90, 90–180, 180–250 микрон. Дальнейшая работа выполнена с осадками фракций 90–180 и 63–90 микрон. После последовательной их обработки раствором перекиси водорода, соляной и плавиковой кислот, при помощи тяжелой жидкости (поливольфрамата натрия) проведена сепарация зерен полевого

шпата и кварца, по которым и выполнялось датирование.

Естественная оптическая люминесценция полученных образцов полевого шпата и кварца измерена на стандартном ТЛ/ОСЛ-ридерере Riso (модель DA-20). Для построения кривой насыщения и определения эквивалентной дозы зерна подверглись воздействию излучения бета-источника – изотопа стронций-90. В обоих образцах эквивалентные дозы для зерен кварца оказались близкими к насыщению, отражая возраст, близкий к пределу метода. В связи с этим абсолютный возраст был получен по полевому шпату с применением лабораторного протокола post-IR IRSL при температуре 290 °C [Buylaert et al., 2012]. Определение скорости накопления дозы – активности радионуклидов в образцах выполнено на высокоточном гамма-спектрометре с полупроводниковым детектором на основе особо чистого германия по методике [Murray, Wintle, 2000].

Результаты исследований и их обсуждение. В керне скважины MN-1 (рис. 2) в интервале 35,50–31,80 м залегают суглинки и глины темно-серого цвета с примесью алеврита, включающие раковины морских карангатских моллюсков. Над ними вскрыт маломощный (31,80–29,20 м) слой суглинка с заметным увеличением примеси тонкозернистого песка, светло-серого цвета, с многочисленными, равномерно распределенными по слою, раковинами как каспийских (преобладают), так и черноморских моллюсков. Выше (29,20–24,70 м) залегают легкие суглинки-супеси с прослоями алеврита и раковинами каспийских моллюсков. Они перекрыты (24,70–15,60 м) однородными серыми глинами с конкрециями карбонатов, с крупными зернами гипса, с пятнами ожелезнения, с мелкими обломками пресноводных раковин.

Гранулометрический анализ описанного интервала керна показал (рис. 3), что отложения представлены переходными разностями от суглинков до глин. Отложения карангатского горизонта в основании изученного разреза скважины MN-1 в интервале 35,0–33,4 м представлены глинами алевритовыми, содержание глинистых частиц 50–55%, алеврита 40–45%, тонкого и мелкого песка до 5%. Выше до глубины 32,1 м отмечается постепенное увеличение содержания алеврита (до 70%), отложения представлены алевритом сильноглинистым. Фациальные особенности отложений с карангатской фауной отвечают спокойным условиям глубокого ингрессионного залива.

Выше по разрезу происходит резкая смена характера отложений. В интервале глубин 32,0–31,1 м породы представлены алевритом песчаным, отмечается резкое увеличение содержания частиц песчаной размерности (9% мелкозернистого и 15 тонкого песка) при общем доминировании алеврита (60–65%). Обогащенный песком горизонт залегает в основании слоя с включениями фауны как каспийских, так и черноморских моллюсков. Выше по разрезу отмечается постепенный переход к алевритам

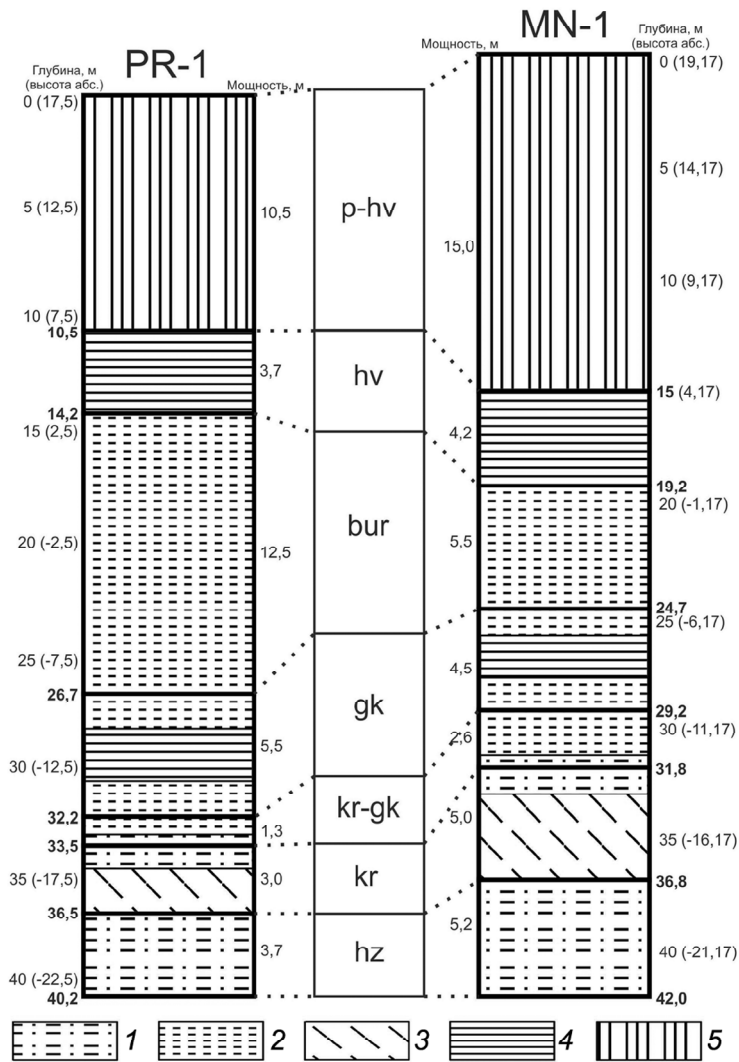


Рис. 2. Схема строения скважин MN-1 и PR-1. Условные обозначения: 1 – супесь, 2 – алеврит и суглинок, 3 – глина и суглинок, 4 – суглинок, 5 – лессовидные суглинки. Стратиграфические подразделения: p-hv – пост-хвалынский горизонт; hv – хвалынский горизонт; bur – буртасский горизонт; gk – гирканский горизонт; gk-kr – переходный гирканский-карангатский горизонт; kr – карангатский горизонт; hz – хазарский горизонт

Fig. 2. Diagram of the structure of MN-1 and PR-1 cores: 1 – sandy loam, 2 – aleurite/loam, 3 – clay and loam, 4 – loam, 5 – loess-like loam. Stratigraphic units: p-hv – Post-Khvalynian horizon; hv – Khvalynian horizon; bur – Burtas horizon; gk – Hyrcanian horizon; gk-kr – transitional Hyrcanian-Karangatian horizon; kr – Karangatian horizon; hz – Khazarian horizon

сильноглинистым и с 31,1 до 29,5 м в составе пород доминируют алевритовая (60%) и пелитовая (30%) составляющие. Содержание мелкого и тонкого песка не превышает 8–9%. Гранулометрический состав интервала указывает на существование потока в центральной части Маньчской депрессии в начальные этапы проникновения каспийских вод. Далее условия осадконакопления сменились на более спокойные глубоководные, для которых, однако, неоднородность состава указывает на незначительную смену в динамическом режиме. Верхняя часть разреза, в которой отмечается наличие раковин каспийских моллюсков гирканского облика, представлена глинами алеврито-песчаными (29,5–27,6 м), постепенно переходящими в глины алевритовые (27,6–25,7 м)

и алеврит глинистый (25,7–24,0 м). Доминирование глинистых и алевритовых частиц отражает наиболее спокойные и глубоководные условия озерного осадконакопления – время существования в центральной части Маньчской депрессии широкого пролива и относительно глубоководного озера.

В керне скважины PR-1 строение разреза аналогичное (рис. 2). В интервале 36,20–32,70 м залегают супесчано-глинистые осадки с раковинами морских карангатских моллюсков. Над ними до глубины 31,80 м – слой глинистых отложений, содержащих смесь раковин морских и каспийских моллюсков. Он перекрыт (31,80–26,70 м) супесями серо-бежевого цвета, с тонкими прослоями алеврита, с многочисленными раковинами каспийских моллюсков. Выше залегают озерные осадки.

Очевидно, что в строении описанной части керна обеих скважин последовательно отражены 4 палеогеографических события в истории центральной части Маньчской депрессии: (1) ингрессионный залив карангатской трансгрессии Черного моря, характеризующийся спокойными (до застойных) условиями осадконакопления; (2) водоем, указывающий на смешение черноморских и каспийских вод, с усилившейся активностью водной среды; (3) бассейн с каспийскими водами, довольно хорошо аэрируемый за счет активности водной массы; (4) водоем озерного типа, сильно опресненный или пресноводный, отвечающий буртасскому (гудиловскому) озеру [Горещкий, 1953; Попов, 1955, 1983].

Малакофаунистический анализ выполнен для всех отложений, содержащих как целые раковины моллюсков, так и их обломки разной размерности (вплоть до детрита). Результаты для предположительно гирканских осадков, а также для подстилающих и перекрывающих их слоев, показаны в табл. 1. Анализ выполнен для каждые 10 см в выбранных интервалах керна. Видовой состав в них близок, что позволило не выделять в составе интервалов дробные составные части.

Керн скважины PR-1 в интервале 36,20–32,70 м включает раковины морских черноморских видов, в составе которых преобладают эвригалинные (*Cardium edule*, *Mytilaster lineatus*) и умеренно стеногалинные (*Ostrea edulis*, *Chione gallina*) виды, определяющие фаунистический облик сообщества в целом. Раковины других морских видов (*Cardium exiguum*, *Loripes lacteus*, *Paphia senescens*) встречаются редко. Стеногалинные виды отсутствуют. Сообщество малакофауны характеризует морские условия с соленостью бассейна 20–22‰. Его тафономические особенности: преобладание целых раковин разного размера и толщины створок, наличие раковин как взрослых особей, так и молоди, их хао-

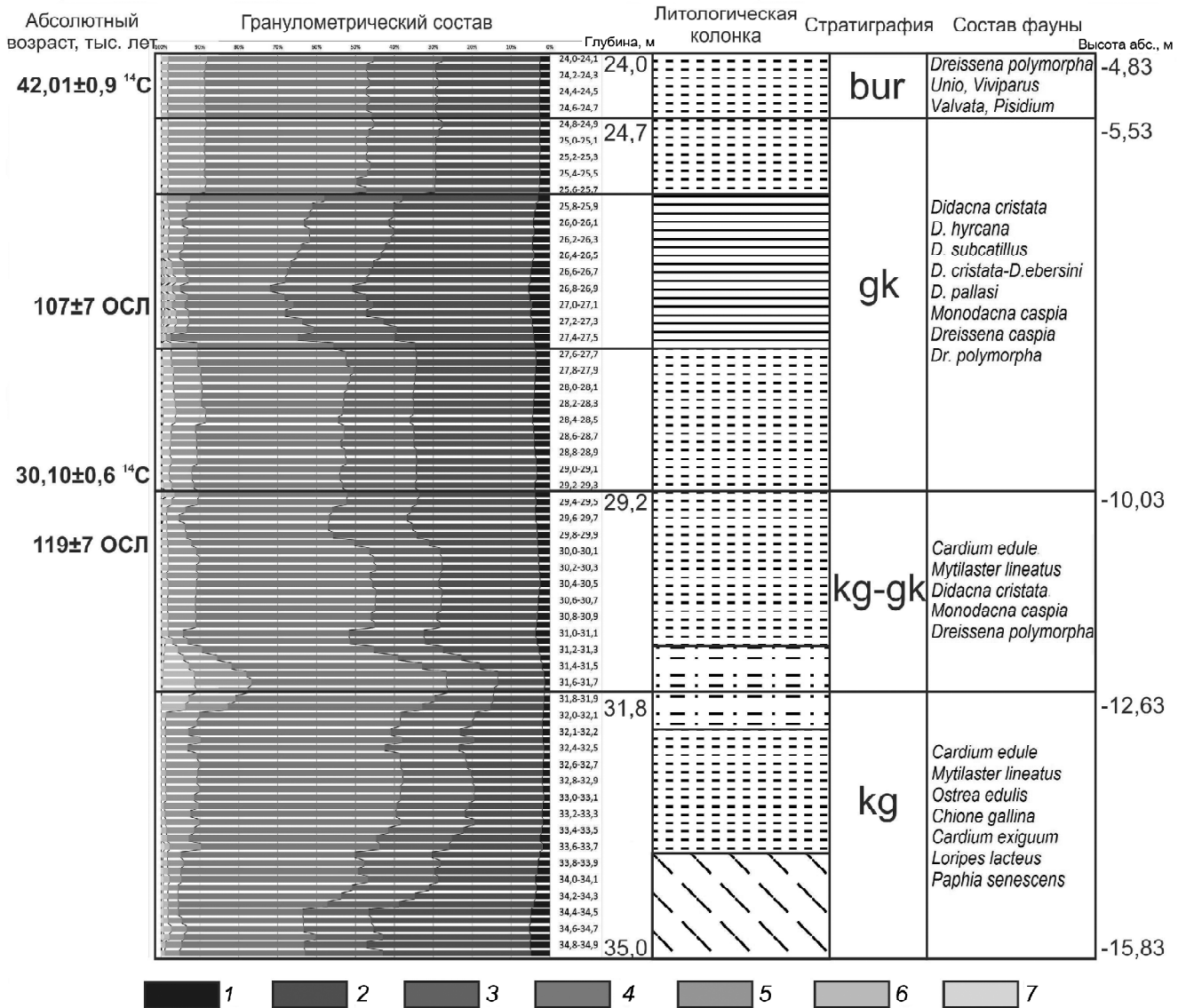


Рис. 3. Схема строения изученного интервала ядра скважины MN-1. Условные обозначения: размер фракции, мм: 1 – 0,001–0,001; 2 – 0,001–0,005; 3 – 0,005–0,01; 4 – 0,01–0,05; 5 – 0,05–0,1; 6 – 0,1–0,2; 7 – 0,25–0,5

Fig. 3. Structure of the studied interval of MN-1 core. Fraction size, mm: 1 – 0,001–0,001; 2 – 0,001–0,005; 3 – 0,005–0,01; 4 – 0,01–0,05; 5 – 0,05–0,1; 6 – 0,1–0,2; 7 – 0,25–0,5

тичное положение, присутствие обломочного материала разной размерности, отсутствие следов окатанности и переотложения – свидетельствуют о близости тафоценоза биоценозу и о его обитании в слабо динамичных условиях бассейна. Его глубина, судя по экологическим предпочтениям преобладающих видов, не превышала 20 м. На основании вида *Paphia senescens*, характерного только для карангатской трансгрессии Понта, возраст сообщества определен как карангатский. Аналогичная малакофауна определена в ядре скважины MN-1 в интервале 35,50–31,80 м.

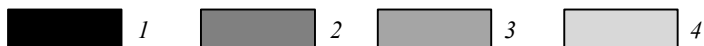
Осадки интервала 32,70–31,80 м скважины PR-1 и интервала 31,80–29,20 м скважины MN-1 содержат как представителей морской черноморской фауны (*Cardium edule*, *Mytilaster lineatus*, обломки *Ostrea edulis*), так и раковины солоноватоводных

каспийских видов (*Didacna cristata*, *Monodacna caspia*), присутствуют пресноводные (слабо солоноватоводные) *Dreissena polymorpha*. Морские виды (*Cardium edule* и *Mytilaster lineatus*) являются представителями самой эвригалинной карангатской фауны. Представители каспийских моллюсков (*Didacna cristata*) относятся к характерным видам гирканской трансгрессии Каспия. Тафономические особенности комплекса: залегание раковин *Cardium* в двух створках, хорошей сохранности целые створки дидакн и даже тонкостворчатых монодакн – характеризуют условия спокойного водоема и близкое соответствие биоценозу. Редкие обломки устриц, не отвечающие экологическим предпочтениям остальных видов, очевидно, переотложены. Видовой состав сообщества моллюсков свидетельствует о смешении вод карангатской трансгрес-

Таблица 1

Малакофаунистический анализ кернa

Состав малакофауны		Скважины							
		PR-1				MN-1			
		Интервалы кернa, см							
		36,20–32,70	32,70–31,80	31,80–26,70	26,70–16,50	35,50–31,80	31,80–29,20	29,2–24,7	24,70–15,60
Морская черноморская	<i>Cardium edule</i>								
	<i>C. exiguum</i>								
	<i>Ostrea edulis</i>								
	<i>Mytilaster lineatus</i>								
	<i>Chione gallina</i>								
	<i>Loripes lacteus</i>								
	<i>Paphia senescens</i>								
	<i>Donax sp.</i>								
	<i>Bittium reticulatum</i>								
Солоноватоводная каспийская	<i>Didacna cristata</i>								
	<i>D. cristata-D. ebersini</i>								
	<i>D. subcatillus</i>								
	<i>D. pallasi</i>								
	<i>D. hyrcana</i>								
	<i>Monodacna caspia</i>								
	<i>Dreissena caspia</i>								
Пресноводная	<i>Dreissena polymorpha</i>								
	<i>Unio sp.</i>								
	<i>Viviparus fasciatus</i>								
	<i>Valvata piscinalis</i>								
	<i>Sphaerium</i>								
	<i>Pisidium</i>								
Фаунистические комплексы	Карангатский	Карангатско-гирканский	Гирканский	Буртаский	Карангатский	Карангатско-гирканский	Гирканский	Буртаский	



Относительное количество раковин вида в слое: 1 – преобладают (60–80%), 2 – многочисленные (40–60%), 3 – редкие (10–30%), 4 – единичные (1–10%)

сии Понта и гирканской трансгрессии Каспия, соленость бассейна не превышала 10–12‰.

Отложения интервалов кернa 31,80–26,70 м в скважине PR-1 и 29,2–24,7 м в скважине MN-1 включают только представителей каспийской фауны: *Didacna cristata*, *D. hyrcana*, *D. subcatillus*, *D. cristata-D. ebersini*, *D. pallasi*, *Monodacna caspia*, *Dreissena caspia*, а также полиморфные дрейссены, которые отлично приспособились к обитанию в опресненных каспийских водах. Все раковины прекрасной сохранности, некоторые из них находятся в двух створках, что не вызывает сомнений об инситу нахождении фаунистического сообщества и его близости биоценозу. Бассейн характеризовался спокойными условиями осадконакопления, его соленость была 7–8 ‰. Видовой состав раковин дидакн характерен для гирканской фауны, описанной Г.И. Поповым [1983] в отложениях Маныча и северо-западного Прикаспия.

В залегающих выше осадках кернa обеих скважин (26,70–16,50 м и 24,70–15,60 м) содержатся раковины пресноводных моллюсков: *Dreissena polymorpha*, виды родов *Unio*, *Viviparus*, *Valvata*, *Sphaerium*, *Pisidium*. Они характеризуют пресноводный водоем, очевидно, буртасское озеро, описанное Г.И. Горецким [1953] и Г.И. Поповым [1957, 1983].

На основании фаунистического анализа описанных выше интервалов кернa двух скважин можно выделить четыре разновозрастных комплекса, характеризующих разные в палеогеографическом отношении бассейны: карангатский, карангатско-гирканский, гирканский и буртаский. Гирканский фаунистический комплекс не вызывает сомнения в его идентичности гирканскому комплексу (фауне), впервые систематически описанному Г.И. Поповым [1983].

Спорово-пыльцевой анализ. По соотношению пыльцы древесных и травянистых растений

пыльцевые спектры гирканской толщи в скв. MN-1 относятся к степному типу (содержание пыльцы трав и кустарничков составляет 66%, причем внутри этой группы преобладает пыльца маревых (48%), полыней (30%) и злаков (21%). Пыльца полыней в этом горизонте принадлежит в основном к *Artemisia s. g. Seriphidium*. Представители этого подрода полыни характерны для зоны степей. Большим разнообразием здесь отличается пыльца разнотравья – растений из семейств астровых, гречишных, яснотковых (губоцветных), мареновых, лютиковых, сельдерейных (зонтичных), гвоздичных, и др. Находки пыльцы хвойника (*Ephedra*), терескена (*Eurotia Myriophyllum* и др.), а также многоклеточные зеленые водоросли – *Botryococcus* и *Pediastrum*.

Пыльца деревьев и кустарников составляет менее трети (27%) спектра. Около 37% древесной пыльцы принадлежит сосне (*Pinus sylvestris*). Кроме того, обнаружена пыльца ольхи (21%), березы, широколиственных пород (дуба, вяза, липы, лещины) и, единично, граба, ясеня и ивы. Лесные сообщества в это время, вероятно, играли небольшую роль в растительности территории и были сосредоточены в речных долинах и по днищам балок, в условиях лучшего грунтового увлажнения (пойменные и байрачные леса). В небольшом количестве встречается также дальнезаносная пыльца (*Picea, Abies, Fagus* и др.), источником которой могли быть леса в предгорьях Кавказа. Немногочисленная группа спор (около 5% спектра) представлена почти исключительно спорами папоротников *Polypodiaceae*.

Обилие переотложенных древних (третичных и мезозойских) микрофоссилий свидетельствует о процессах размыва, происходивших на водосборе гирканского бассейна, и о динамичной обстановке осадконакопления в водной среде.

Радиоуглеродное и ОСЛ-датирование. Радиоуглеродное датирование раковин гирканских каспийских и буртасских пресноводных моллюсков, отобранных из керна скважины MN-1, выполнено сцинтилляционным методом (табл. 2). Значения календарного возраста получены на основании калибровочной программы «OxCal 4.2» (калибровочная кривая «IntCal 13»). Christopher Bronk Ramsey (<https://c14.arch.ox.ac.uk>).

Согласно результатам радиоуглеродного датирования, время существования гирканского бассейна в центральной части Манычской депрессии оце-

нивается около 30 тыс. лет назад. Возраст сменившего его буртасского озерного бассейна – 42–43 тыс. лет назад.

Датирование ОСЛ методом гирканских отложений показало иной результат. В изученных образцах из скважины MN-1 люминесцентный сигнал в зернах кварца оказался близок к пределу насыщения, отражая возраст более 50 тыс. лет, что при столь высоких скоростях накопления дозы не позволяет использовать стандартный SAR-протокол для определения абсолютного возраста гирканских отложений Маныча. В связи с этим была изучена оптическая люминесценция полевых шпатов. Применен протокол pIRIR290 [Buylaert et al., 2012], нашедший в настоящее время широкое применение при датировании отложений возрастом более 50 тыс. лет. Восемь навесок полевого шпата для каждого образца были предварительно нагреты до температуры 320 °С, после чего измерена естественная накопленная доза при температуре 50 °С и 290 °С. Для построения кривой насыщения зерна полевых шпатов были облучены фиксированной дозой бета-излучения: 100, 300 и 1000 Гр. Полученная кривая насыщения позволила определить эквивалентную дозу 357,3 Гр для образца 170 845 и 359,0 Гр для 170 846 (табл. 3). Из тринадцати аликвот образца 170 845 лишь для одной измеренные показатели дозы отличались от тестовой более чем на 10%, в связи с чем результат был отбракован. Остальные 12 аликвот показали результат со стандартным отклонением ±6%. Еще более точно удалось определить эквивалентную дозу для образца 170 846 (стандартное отклонение ±4,5% для 12 навесок). Стандартные тесты, восстановление дозы и скорости обнуления, показали высокую однородность люминесцентного сигнала, высокую надежность определения накопленной дозы. Таким образом, определенные эквивалентные дозы характеризуются высокой степенью надежности.

Измерения активности образцов на гамма-спектрометре показали высокие значения скорости накопления дозы от 3,35 до 3,03 Гр в тысячу лет. Столь высокие показатели определены повышенным содержанием изотопов U-238, Th-232 и K-40. В целом, указанные величины характерны для морских глинистых отложений.

Интервал керна с глубины 27,0–27,1 м по результатам ОСЛ-датирования охарактеризован возраст-

Таблица 2

Результаты радиоуглеродного датирования, скважина MN-1

Лабораторный номер	Интервал керна, м	Материал датирования	Радиоуглеродный возраст, лет	Калиброванный возраст, кал.лет
ЛУ-8673	24,2–24,5	Раковины <i>Viviparus sp.</i> , <i>Dreissena polymorpha</i>	37600±1070	42010±910
ЛУ-8553	29,2–29,3	Раковины <i>Didacna cristata</i> , <i>Dreissena polymorpha</i>	25970±590	30100±580

Таблица 3

Результаты ОСЛ-датирования карангатско-гирканских и гирканских отложений, скважина MN-1

Номер образца			Интервал керн	Эквивалентная доза, Гр	Скорость накопления дозы, Гр/тыс. лет	Количество аликвот	Весовая влажность, %	ОСЛ возраст, тыс. лет
17	08	45	27,0–27,1	357,3±18	3,35±0,14	12	15	107±7
17	08	46	29,9–30,0	359,0±12	3,03±0,14	12	15	119±7

том 107±7 тыс. лет, для интервала керн 29,9–30,0 м получена датировка 119±7 тыс. лет (табл. 3).

При сравнении ^{14}C и ОСЛ датировок гирканских отложений керн очевидно их значительное расхождение. Согласно результатам радиоуглеродного датирования, гирканский бассейн существовал в эпоху брянского межстадиала (МИС 3); по данным ОСЛ анализа – в переходную эпоху от микулинского межледниковья к калининскому оледенению (МИС 5с).

По нашему мнению верны результаты ОСЛ датирования. Обоснованием этому служит следующее:

1. В строении отложений Манычской депрессии наблюдается сложное сочетание карангатских и гирканских осадков, а также перекрытие карангатских отложений гирканскими. Это свидетельствует об относительной синхронности завершающих стадий развития карангатской трансгрессии Понта и начальных стадий развития гирканской трансгрессии Каспия, а также о достижении центральной части Манычской депрессии ее водами в эпоху спада уровня карангатского бассейна и его регрессивной тенденции. Время существования карангатского бассейна всеми специалистами определяется как МИС 5. Серией торий-урановых датировок возраст всей карангатской эпохи оценен в 140–70 тыс. лет [Арсланов с соавт., 1975; Arslanov, 1993]. Ни у кого из исследователей не вызывает сомнений, что трансгрессия достигла своих максимальных значений в эпоху микулинского межледниковья (МИС 5е). Именно в этот период образовался глубокий ингрессионный залив в Манычской депрессии. Снижение уровня карангатского межледникового бассейна началось вслед за снижением уровня Мирового океана в условиях начальных стадий ледниковой эпохи. Снижение его уровня привело к освобождению Манычской депрессии от карангатских вод и заполнению ее водами наступающей гирканской трансгрессии. Палеогеографическая ситуация, характеризующая отступление карангатского залива до центральной части депрессии, отражена в строении керн скважин.

2. В Северном Каспии гирканские отложения с размывом залегают на верхнехазарских, обе толщи достоверно охарактеризованы фаунистически [Янина с соавт., 2014; Sorokin et al., 2017]. Временной интервал развития двух этих бассейнов определен ОСЛ методом в Нижнем Поволжье [Янина с соавт.,

2017]: он отвечает МИС 5. Максимум позднехазарской трансгрессии датирован уран-ториевым методом в 127–122 тыс. лет [Шкатова, 2005]. Отсюда следует, что гирканская трансгрессия имела место во вторую половину МИС 5.

3. Косвенно о справедливости ОСЛ датировок свидетельствуют и полученные нами результаты спорово-пыльцевого анализа. Палинологический спектр из гирканских осадков отвечает более теплой климатической эпохе, близкой к межледниковой, нежели эпоха межстадиала МИС 3.

Радиоуглеродная дата буртасских озерных отложений, перекрывающих гирканские, близка к предельной для датирования сцинтилляционным методом. Более поздняя (на 12 тыс. лет) дата для залегающих ниже осадков, очевидно, является существенно омоложенной, реальный возраст гирканских отложений находится вне пределов возможностей радиоуглеродного метода.

Таким образом, в строении керн скважин, пробуренных в центральной части Манычской депрессии, нами установлены каспийские гирканские отложения. Для их фаунистического состава характерны виды рода *Didacna* Eichwald: *D. cristata*, *D. hyrcana*, *D. subcatillus*. Видовой состав моллюсков свидетельствует о его принадлежности к гирканской фауне Каспия и о солености бассейна около 7–8 ‰. Гранулометрический состав осадков указывает на существование потока в центральной части Манычской депрессии. Очевидно, это был гирканский пролив, что доказывается залеганием гирканских отложений на всем протяжении депрессии [Попов, 1983], а также находками представителей гирканской малакофауны в тарханкутских отложениях (завершение карангатской эпохи) приманычского района Понта [Янина, 2005]. Согласно результатам ОСЛ анализа, время существования пролива оценивается серединой и второй половиной эпохи МИС 5: дата 107±7 тыс. лет для средней части гирканской толщи.

Гирканскому проливу предшествовал этап первого проникновения вод гирканской трансгрессии в центральную часть Манычской депрессии. Об этом свидетельствует смешанный (карангатско-гирканский) состав малакофауны в отложениях керн, подстилающих осадки гирканского пролива: *Didacna cristata*, *Monodacna caspia*, *Cardium edule*, *Mytilaster lineatus*. Вряд ли в палеогеографическом отношении это начальный этап пролива, размывшего карангатские отложения, ибо ракови-

ны черноморских моллюсков часто имеют неразомкнутые створки. По-видимому, в строении кер-на отражен этап впадения гирканского пролива в карангатский залив Понта, отступивший к этому времени в центральную часть Манычской депрессии. Гранулометрический анализ подтверждает условия залива с усилением динамики водной среды. Этап датирован ОСЛ методом в 119 ± 7 тыс. лет назад.

Гипсометрическое положение отложений гирканского возраста в обеих скважинах соответствует высотам от $-15 \dots -13$ м до $-9,5 \dots -8,9$ м (абс.). Литологическая характеристика осадков – плотные однородные суглинки и глины, а также наличие инсидной фауны, иногда в двух створках, позволяет говорить о донном характере осадков, их естественном ненарушенном положении. Таким образом, дно гирканского пролива в центральной части Манычской депрессии находилось на абсолютных высотах от -13 до -9 м (абс.). Тип отложений и распределение фауны позволяет говорить о спокойном характере осадконакопления и существовании значительного расширения пролива в центральной части Манычской депрессии.

Результаты палинологического изучения гирканских слоев из скважины MN-1 позволяют заключить, что во время их накопления данная территория принадлежала к степной зоне. Разнотравно-злаковые степи, распространенные на междуречьях и пологих склонах, сочетались с небольшими участками сосновых и березовых остепненных лесов на почвах легкого механического состава, с байрачным и лесами и кустарниками и с разнообразными прибрежными и пойменными сообществами. Участие интразональных лесных сообществ в растительном покрове не достигало «лесостепного уровня», однако растительность была более мезофильной по сравнению с дерновинно-злаковыми и полынно-типчачковыми сухими степями, характерными для данной территории в настоящее время. Такая реконструкция отражает интерстадиальные (относительно прохладные, с меньшими сезонными контрастами и большим увлажнением) климатические условия второй поло-

вины морской изотопной стадии 5 – МИС 5с-5а, что вполне соответствует полученным ОСЛ-датировкам.

Выводы:

– в истории Манычского пролива начало позднего плейстоцена (MIS 5e) было охарактеризовано глубоким проникновением в Манычскую депрессию ингрессионного залива карангатской межледниковой трансгрессии Черного моря. Его воды имели довольно высокую (не менее 18–20‰) соленость, позволившую существование богатого черноморского комплекса моллюсков;

– переходный этап к ледниковой эпохе (MIS 5d) привел к постепенному отступанию вод карангатского залива из Манычской депрессии и стягиванию их в Черноморскую котловину. Завершился этот этап развитием гирканского пролива Каспия;

– гирканский пролив имел опресненные солоноватые каспийские воды (соленость 8–7‰). Его фаунистический облик составляли моллюски *D. cristata*, *D. hyrcana*, *D. subcatillus*, *Monodacna caspia*, *Dreissena polymorpha*;

– дно гирканского пролива в центральной части Манычской депрессии находилось на абсолютных отметках от -13 м до -9 м. Пролив имел спокойные условия осадконакопления, очевидно, обусловленные его значительным расширением в центральной части депрессии;

– впервые полученные для карангатско-гирканских и гирканских отложений ОСЛ датировки составляют, соответственно, 119 ± 7 и 107 ± 7 тыс. лет назад, определяя эпоху существования пролива как вторую половину стадии МИС 5;

– ландшафты центральной части Манычской депрессии в эпоху функционирования гирканского пролива отвечали интерстадиальным (относительно прохладным, с меньшими сезонными контрастами и большим увлажнением по сравнению с современными) климатическим условиям;

– морская эпоха развития центральной части Манычской депрессии сменилась во второй половине позднего плейстоцена длительной озерной фазой ее развития – периодом существования Буртасского озера.

Благодарности. Экспедиционные исследования и начальные этапы аналитической работы были выполнены в рамках проекта РФФ № 14-17-00705. В настоящее время они ведутся при финансовой поддержке проекта РФФ № 16-17-10103. Авторы искренне признательны старшим научным сотрудникам кафедры геоморфологии и палеогеографии географического факультета МГУ В.Р. Беляеву и Е.В. Гаранкиной за помощь в организации и проведении полевых работ, а также студентам кафедры, принявшим в них участие. Наша благодарность профессору Х.А. Арсланову за радиоуглеродное датирование раковинного материала, старшему научному сотруднику ИГ РАН Е.А. Константинову и студентке А. Рудинской за организацию и выполнение гранулометрического анализа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Арсланов Х.А., Герасимова С.А., Измайлов Я.А.* О возрасте голоценовых и верхнеплейстоценовых отложений черноморского побережья Кавказа и Керченско-Таманского района // Бюл. комис. по изуч. четверт. периода. 1975. № 44. С. 107–110.
- Бадюкова Е.Н.* История колебаний уровня Каспия в плейстоцене (была ли великая хвалынская трансгрессия?) // Бюл. Комиссии по изучению четвертичного периода. 2015. № 74. С. 111–120.
- Горецкий Г.И.* Аллювиальная летопись великого Пра-Днепра. М.: Наука, 1970. 492 с.
- Горецкий Г.И.* О гирканском этапе в истории Прикаспия // Новости нефтяной техники. 1957. № 6. С. 3–5.
- Горецкий Г.И.* О палеогеографии Приазовья и Западного Приманычья в узунларско-гирканский и буртасский века // Вопросы географии. 1953. Сб. 33. С. 190–221.
- Гричук В.П.* Методика обработки осадочных пород, бедных органическими остатками, для целей пылецевого анализа // Проблемы физической географии. 1940. Вып. 8. С. 53–58.
- Лаврушин Ю.А., Спиридонова Е.А., Тудрун А., Шали Ф., Антипов М.П., Кураленко Н.П., Курина Е.Е., Тухолка П.* Каспий: гидрологические события позднего квартера // Бюл. комиссии по изучению четвертичного периода. 2014. № 73. С. 19–51.
- Попов Г.И.* Гирканская трансгрессия в Северном Прикаспии // Бюл. Комис. по изуч. четверт. периода. 1967. Т. 33. С. 77–86.
- Попов Г.И.* История Манычского пролива в связи со стратиграфией черноморских и каспийских отложений // Бюл. МОИП. Отд. геолог. 1955. Т. 20. Вып. 2. С. 31–49.
- Попов Г.И.* Корреляция морских и континентальных четвертичных отложений Понто-Каспийской области // Геология четвертичного периода (плейстоцен). Ереван: Изд-во АН Арм. ССР, 1977. С. 163–169.
- Попов Г.И.* Корреляция черноморских и каспийских четвертичных отложений // Материалы Всесоюз. совещ. по изучению четвертичного периода. М.: Изд-во АН СССР, 1961. Т. 2.
- Попов Г.И.* Плейстоцен Черноморско-Каспийских проливов. М.: Наука, 1983. 216 с.
- Попов Г.И.* Сравнительная стратиграфия четвертичных отложений Манычского пролива, Каспия и Эвксина // Тр. Комис. по изуч. четверт. периода. 1957. Т. 13. С. 65–73.
- Рычагов Г.И.* Гирканский этап в истории Каспийского моря // Геоморфология. 2016. № 1. С. 3–17.
- Свиточ А.А., Селиванов А.О., Янина Т.А.* Палеогеографические события плейстоцена Понто-Каспия и Средиземноморья (материалы по реконструкции и корреляции). М.: РАСХН, 1998. 288 с.
- Свиточ А.А., Янина Т.А.* Четвертичные отложения побережий Каспийского моря. М.: РАСХН, 1997. 264 с.
- Свиточ А.А., Янина Т.А., Новикова Н.Г. и др.* Плейстоцен Маныча (вопросы строения и развития). М.: Географический факультет МГУ, 2010. 136 с.
- Свиточ А.А., Макшаев Р.Р.* Взаимосвязи палеогеографических событий в Понт-Маныч-Каспийской системе в позднем плейстоцене–голоцене // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2017. № 2. С. 24–32.
- Федоров П.В.* Плейстоцен Понто-Каспия. М.: Наука, 1978. 165 с.
- Шкатова В.К.* Палеогеографическая реконструкция и хронология позднплейстоценовых бассейнов Каспия // Квартер-2005. Сыктывкар: Геопринт, 2005. С. 463–466.
- Шкатова В.К.* Региональная стратиграфическая схема квартера Нижневолжского (Каспийского) региона // Позднекайнозойская геологическая история севера аридной зоны. Ростов-на-Дону. 2006. С. 175–180.
- Янина Т.А.* Депрессия Маныча как область миграций фауны Понто-Каспия в плейстоцене // Геоморфология. 2006. № 4. С. 97–106.
- Янина Т.А.* Дидакны Понто-Каспия. М.-Смоленск: Маджента, 2005. 300 с.
- Янина Т.А.* Неоплейстоцен Понто-Каспия: биогеография, палеогеография, корреляция. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2012. 264 с.
- Янина Т.А., Свиточ А.А., Курбанов Р.Н., Мюррей А.С., Ткач Н.Т., Сычев Н.В.* Опыт датирования плейстоценовых отложений Нижнего Поволжья методом оптически стимулированной люминесценции // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2017. № 1. С. 21–29.
- Янина Т.А., Сорокин В.М., Безродных Ю.П., Романюк Б.Ф.* Гирканский этап в плейстоценовой истории Каспийского моря // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2014. № 3. С. 3–9.
- Arslanov Kh.A.* Late Pleistocene geochronology of European Russia // Radiocarbon. 1993. V. 35. № 3. P. 421–427.
- Bezrodnykh Yu.P., Deliya S.V., Romanyuk B.F., Sorokin V.M., Yanina T.A.* New data on the Upper Quaternary stratigraphy of the North Caspian Sea // Dokl. Earth Sci. 2015. V. 462(1). P. 479–483.
- Buylaert J.P., Jain M., Murray A.S., Thomsen K.J., Thiel C., Sohbatli R.* A robust feldspar luminescence dating method for Middle and Late Pleistocene sediments // Boreas. 2012. № 41. P. 435–451.
- Dolukhanov P.M., Chepalyga A.L., Shkatova V.K., Lavrentiev N.V.* Late Quaternary Caspian: sea levels, environments and human settlement // Open Geography J. 2009. № 2. P. 1–15.
- Murray A.S., Wintle A.G.* Luminescence dating of quartz using an improved single-aliquot regenerative-dose protocol // Radiation Measurements. 2000. V. 32. № 1. P. 57–73.
- Shkatova V.K.* Paleogeography of the late Pleistocene Caspian basins: Geochronometry, paleomagnetism, paleotemperature, paleosalinity and oxygen isotopes // Quaternary International. 2010. № 225. P. 221–229.
- Sorokin V.M., Yanina T.A., Bezrodnykh Yu.P., Romanyuk B.F.* Identification and age of submarine Girkanian sediment beds (Upper Pleistocene) in the Caspian Sea // Quaternary International. 2017. № 465A. P. 152–157.
- Yanina T., Sorokin V., Bezrodnykh Yu., Romanyuk B.* Late Pleistocene climatic events reflected in the Caspian Sea geological history (based on drilling data) // Quaternary International. 2017. № 465A. P. 130–141.

Поступила в редакцию 01.12.2017
Принята к публикации 28.12.2017

R.N. Kurbanov¹, T.A. Yanina², A.S. Murrey³, O.K. Borisova⁴

HYRCANIAN EPOCH IN THE LATE PLEISTOCENE HISTORY OF THE MANYCH DEPRESSION

Studying of the cores of two boreholes (40 and 42 m in depth) from the central part of the Manych depression by the complex of methods (granulometric, faunistic, sporous and pollen analyses, radiocarbon and optic-luminescent dating) contributed to the solution of a problem of existence of the Hyrcanian passage during the late Pleistocene. The beginning of the period (interglacial epoch, MIS 5e) was characterized by deep penetration of an ingressive gulf of the Black Sea Karangatian transgression into the Manych depression. Its waters were rather saline (not less than 18–20‰), thus supporting a rich Black Sea complex of mollusks. The transitional stage to the glacial epoch (MIS 5d) led to a gradual retreat of the Karangatian gulf waters from the Manych depression to the Black Sea one. The stage is dated by OSL method as 119±7 thousand years and it ended with the development of the Hyrcanian passage of the Caspian Sea. The passage had brackish Caspian waters (8–7‰). Its faunistic profile was dominated by mollusks *D. cristata*, *D. hyrcana*, *D. subcatillus*, *Monodacna caspia*, *Dreissena polymorpha*. The bottom of the passage in the central part of the Manych depression had absolute elevations of –13 to –9 m. Sedimentation in the passage was smooth, obviously due to its considerable width in the central part of depression. Landscapes of the central part of the Manych depression were in line with the interstadial climatic conditions (rather cool, with smaller seasonal contrasts and higher moistening than today). OSL dating received for the first time for the Hyrcanian deposits (middle part of the stratum) is 107±7 thousand years, thus relating the existence of the passage to MIS 5c-a epoch. The marine period of development of the central part of the depression was followed by a long-term lacustrine phase (the Burtass lake) in the second half of the Late Pleistocene.

Key words: Manych depression, boreholes, sediments, mollusks, pollen, radiocarbon dating, OSL dating, paleogeography.

Acknowledgements. Field research and the initial stages of analytical work were financially supported by the Russian Scientific Foundation (project № 14-17-00705). At present they are financially supported by the Russian Scientific Foundation (project № 16-17-10103). Authors are sincerely grateful to V.R. Belyaev and E.V. Garankina, Senior Scientific Researchers of the Department of Geomorphology and Paleogeography of the MSU Faculty of Geography, for the help in the organization and carrying out field works, and also to the students who took part in them. Our gratitude to Prof. Kh.A. Arslanov for radiocarbon dating of shell material, and to E.A. Konstantinov, Senior Scientific Researcher of the Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, and the student A. Rudinskaya for the organization and implementation of the granulometric analysis.

REFERENCES

- Arslanov Kh.A. Late Pleistocene geochronology of European Russia // Radiocarbon. 1993. V. 35. № 3. P. 421–427.
- Arslanov Kh.A., Gerasimova S.A., Izmajlov Ya.A. O vozraste golocenovykh i verkhneplejstocenovyx otlozhenij chernomorskogo poberezhya Kavkaza i Kerchensko-Tamanskogo raiona [About the age of the Holocene and the Upper Pleistocene deposits of the Black Sea coast of the Caucasus and the Kerch and Taman area] // Bulletin of the Commission on Studying the Quaternary Period. 1975. № 44. P. 107–110 (in Russian).
- Badyukova E.N. Istoriya kolebanij urovnya Kaspiya v Pleistotsene (byla li velikaya khvalynskaya transgressiya?) [History of fluctuations of the Caspian Sea level in the Pleistocene (whether there was a Great Khvalynian transgression?)] // Bulletin of the Commission on Studying the Quaternary Period. 2015. № 74. P. 111–120 (in Russian).
- Bezrodnikh Yu.P., Deliya S.V., Romanyuk B.F., Sorokin V.M., Yanina T.A. New data on the upper quaternary stratigraphy of the north Caspian sea // Dokl. Earth Sci. 2015. V. 462(1). P. 479–483.
- Buylaert J.P., Jain M., Murray A.S., Thomsen K.J., Thiel C., Sohbati R. A robust feldspar luminescence dating method for Middle and Late Pleistocene sediments // Boreas. 2012. № 41. P. 435–451.
- Dolukhanov P.M., Chepalyga A.L., Shkatova V.K., Lavrentiev N.V. Late Quaternary Caspian: sea levels, environments and human settlement // Open Geography J. 2009. № 2. P. 1–15.
- Fedorov P.V. Plejstocen Ponto-Kaspiya [Pleistocene of the Ponto-Caspian]. Moscow: Nauka, 1978. 165 p. (in Russian).
- Goretskiy G.I. O paleogeografii Priazoviya i Zapadnogo Primanych'ya v uzunlarsko-girkanskij i burtasskij veka [About paleogeography of the Azov Sea area and the Western Manych area

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Laboratory of Recent Deposits and Pleistocene Paleogeography, Senior Scientific Researcher, PhD in Geography; e-mail: roger.kurbanov@gmail.com

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Geomorphology and Paleogeography, Professor; Laboratory of Recent Deposits and Pleistocene Paleogeography, Head of the Laboratory, D.Sc. in Geography; e-mail: paleo@inbox.ru

³ Aarhus University, Denmark, Department of Geosciences, Nordic Luminescence Laboratory, Professor; e-mail: andrew.murray@geo.au.dk

⁴ Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, Laboratory of Evolutionary Geography, Leading Scientific Researcher, D.Sc. in Geography; e-mail: olgakborisova@gmail.com

- in the Uzunlarian-Hyrcanian and Burtass epochs] // Questions of Geography. 1953. № 33. P. 190–221 (in Russian).
- Goretskiy G.I.* O girkanskom etape v istorii Prikaspiya [About the Hyrcanian stage in the history of the Caspian Sea area] // *Novosti neftyanoy tekhniki*. 1957. № 6. P. 3–5 (in Russian).
- Goretskiy G.I.* Alluvialnaya letopis' velikogo Pra-Dnepra [Alluvial chronicle of the Great Pra-Dnieper River]. Moscow: Nauka, 1970. 492 p. (in Russian).
- Grichuk V.P.* Metodika obrabotki osadochnykh porod, bednykh organicheskimi ostatkami, dlya celey pyl'cevogo analiza [A technique of processing the sedimentary breeds poor in fossils for the pollen analysis] // *Problem of physical geography*. 1940. V. 8. P. 53–58 (in Russian).
- Lavrushin Yu.A., Spiridonova E.A., Tudrun A., Shali F., Antipov M.P., Kuralenko N.P., Kurina E.E., Tukholka P.* Kaspij: gidrologicheskie sobyitiya pozdnego kvartera [The Caspian Sea: hydrological events of the Late Quaternary] // *Bulletin of the Commission on Studying the Quaternary Period*. 2014. № 73. P. 19–51 (in Russian).
- Murray A.S., Wintle A.G.* Luminescence dating of quartz using an improved single-aliquot regenerative-dose protocol // *Radiation Measurements*. 2000. V. 32. № 1. P. 57–73.
- Popov G.I.* Istoriya Manychskogo proliva v svyazi so stratigrafiej chernomorskih i kaspijskih otlozhenij [History of the Manych Strait in relation with stratigraphy of the Black Sea and Caspian deposits] // *Bulletin MOIP. Otd. geologii*. V. 20. № 2. 1955. P. 31–49 (in Russian).
- Popov G.I.* Sravnitel'naya stratigrafiya chetvertichnykh otlozhenij Manychskogo proliva, Kaspiya i Evksina [Comparative stratigraphy of the Quaternary deposits of the Manych Strait, Caspian Sea and Euxinian] // *Trudy of the Commission on Studying the Quaternary Period*. 1957. V. 13. P. 65–73 (in Russian).
- Popov G.I.* Korrelyaciya chernomorskih i kaspijskih chetvertichnykh otlozhenij [Correlation of the Black Sea and Caspian Quaternary deposits] // *Materials of the All-Russian conference on Studying the Quaternary Period*. V. 2. Moscow: Publishing house of Academy of Sciences of the USSR, 1961 (in Russian).
- Popov G.I.* Girkanskaya transgressiya v Severnom Prikaspi [Hyrcanian transgression in the Northern Caspian Sea area] // *Bulletin of the Commission on studying of the Quaternary Period*. 1967. № 33. P. 77–86 (in Russian).
- Popov G.I.* Korrelyaciya morskikh i kontinental'nykh otlozhenij Ponto-Kaspijskoj oblasti [Correlation of the marine and continental Quaternary deposits of the Ponto-Caspian area] // *Geology of the Quaternary Period (Pleistocene)*. Erevan: Publishing house of Academy of Sciences of the Armenia Soviet Socialist Republic, 1977. P. 163–169 (in Russian).
- Popov G.I.* Plejstocen Chernomorsko-Kaspijskih proливov [Pleistocene of the Black Sea and Caspian passages]. Moscow: Nauka, 1983. 216 p. (in Russian).
- Rychagov G.I.* Girkansky etap v istorii Kaspijskogo morya [Hyrcanian stage in the history of the Caspian Sea] // *Geomorphology*. 2016. № 1. P. 3–17 (in Russian).
- Shkatova V.K.* Paleogeograficheskaya rekonstrukciya i hronologiya pozdneplejstocenovykh bassejnov Kaspiya [Paleogeographical reconstruction and chronology of the Late Pleistocene basins of the Caspian Sea] // *Quarter-2005*. Syktyvkar: Geoprint, 2005. P. 463–466 (in Russian).
- Shkatova V.K.* Regional'naya stratigraficheskaya shema kvartera Nizhnevolzhskogo (Kaspijskogo) regiona [Regional scheme of the Quaternary in the Lower Volga (Caspian Sea) region] // *Late Cenozoic geological history of the north of an arid zone*. Rostov-on-Don. 2006. P. 175–180 (in Russian).
- Shkatova V.K.* Paleogeography of the late Pleistocene Caspian basins: Geochronometry, paleomagnetism, paleotemperature, paleosalinity and oxygen isotopes // *Quaternary International*. 2010. № 225. P. 221–229.
- Sorokin V.M., Yanina T.A., Bezrodnykh Yu.P., Romanyuk B.F.* Identification and age of submarine Girkanian sediment beds (Upper Pleistocene) in the Caspian Sea // *Quaternary International*. 2017. № 465A. P. 152–157.
- Svitoch A.A., Makshaev R.R.* Vzaimosvyazi paleogeograficheskikh sobytij v Ponto-Manych-Kaspijskoj sisteme v pozdnem pleistocene-golocene [Interrelations of the paleogeographical events in the Ponto-Manych-Caspian system during the Late Pleistocene and Holocene] // *Vestnik Moskovskogo Unviersiteta. Seriya 5. Geografiya*. 2017. № 2. P. 24–32 (in Russian).
- Svitoch A.A., Selivanov A.O., Yanina T.A.* Paleogeograficheskiye sobyitiya plejstocena Ponto-Kaspiya i Sredizemnomor'ya (materialy po rekonstruktsii i korrelyacii) [Paleogeographical events of the Pleistocene in the Ponto-Caspian Sea and the Mediterranean (materials on reconstruction and correlation)]. Moscow: Russian Academy of Agrarian Sciences, 1998. 288 p. (in Russian).
- Svitoch A.A., Yanina T.A.* Chetvertichnye otlozheniya poberezhij Kaspijskogo morya [Quaternary deposits of the coasts of the Caspian Sea]. Moscow: Russian Academy of Agrarian Sciences, 1997. 264 p. (in Russian).
- Svitoch A.A., Yanina T.A., Novikova N.G.* etc. Plejstocen Manycha (voprosy stroeniya i razvitiya) [Pleistocene of the Manych Depression (questions of the structure and development)]. Moscow: Geographical faculty of MSU, 2010. 136 p. (in Russian).
- Yanina T.A.* Didakny Ponto-Kaspiya [Didacna of the Ponto-Caspian]. M.; Smolensk: Madzhenta, 2005. 300 p. (in Russian).
- Yanina T.A.* Depressiya Manycha kak oblast' migracij faun Ponto-Kaspiya v plejstocene [Manych Depression as an area of migrations of faunas of the Ponto-Caspian Sea in the Pleistocene] // *Geomorphology*. 2006. № 4. P. 97–106 (in Russian).
- Yanina T.A.* Neoplejstocen Ponto-Kaspiya: biostratigrafiya, paleogeografiya, korrelyaciya [Neopleistocene of the Ponto-Caspian: biostratigraphy, paleogeography, correlation]. Moscow: Publishing house of the Moscow University, 2012. 264 p. (in Russian).
- Yanina T.A., Svitoch A.A., Kurbanov R.N., Murray A.S., Tkach N.T., Sychev N.V.* Opyt datirovaniya plejstocenovykh otlozhenij Nizhnego Povolzh'ya metodom opticheski stimulirovannoy luminescencii [Experience of dating of the Pleistocene deposits of the Lower Volga area using the optically stimulated luminescence] // *Vestnik Moskovskogo Unviersiteta. Seriya 5. Geografiya*. 2017. № 1. P. 21–29 (in Russian).
- Yanina T.A., Sorokin V.M., Bezrodnykh Yu.P., Romanyuk B.F.* Girkanskiy etap v plejstocenovoy istorii Kaspijskogo morya [Hyrcanian stage in the Pleistocene history of the Caspian Sea] // *Vestnik Moskovskogo Unviersiteta. Seriya 5. Geografiya*. 2014. № 3. P. 3–9 (in Russian).
- Yanina T., Sorokin V., Bezrodnykh Yu., Romanyuk B.* Late Pleistocene climatic events reflected in the Caspian Sea geological history (based on drilling data) // *Quaternary International*. 2017. № 465A. P. 130–141.

Received 01.12.2017

Accepted 28.12.2017