

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 551.79

ВОЗРАСТ ХВАЛЫНСКОГО ПРОЛИВА В ПОЗДНЕПЛЕЙСТОЦЕНОВОЙ ИСТОРИИ МАНЫЧСКОЙ ДЕПРЕССИИ

Д.В. Семиколенных¹, Р.Н. Курбанов², Т.А. Янина³¹ Институт географии РАН, отдел палеогеографии четвертичного периода^{2,3} Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, лаборатория новейших отложений и палеогеографии плейстоцена² Институт археологии и этнографии Сибирского отделения РАН¹ Аспирант; e-mail: aristova@igras.ru² Ст. науч. сотр., канд. геогр. наук; e-mail: kurbanov@igras.ru³ Зав. лабораторией, д-р геогр. наук; e-mail: paleo@inbox.ru

В конце позднего плейстоцена в Каспии развивалась раннехвалынская трансгрессия с максимальными отметками уровня 45–50 м. При превышении высоты водораздела с Азово-Черноморским бассейном произошло открытие пролива, главным звеном которого стала Манычская депрессия – обширное понижение на юге Восточно-Европейской равнины. Несмотря на длительную историю изучения региона, мнения исследователей относительно возраста отложений раннехвалынского пролива расходятся. До сих пор время функционирования пролива однозначно не соотнесено с глобальной хроностратиграфической схемой. В статье представлены результаты датирования методом оптически стимулированной люминесценции (ОСЛ) нижнехвалынских отложений, вскрытых в береговом обнажении западной оконечности о. Левый в центральной части Манычской депрессии. Получены девять датировок: шесть из них характеризуют аквальные этапы развития территории, три – субаэральные. Биостратиграфический анализ малакофауны подтвердил принадлежность вскрытых в разрезе морских отложений раннехвалынской трансгрессии Каспийского моря. По результатам датирования определено время проникновения в Манычскую депрессию раннехвалынских вод в период 18–14 тыс. лет назад, что отвечает эпохе деградации поздневалдайского оледенения (осташковская стадия, МИС 2). Субаэральное осадконакопление началось на территории центральной части Манычской депрессии в начале голоцена.

Ключевые слова: поздний плейстоцен, раннехвалынская трансгрессия, ОСЛ-датирование, малакофауна, Каспийское море

ВВЕДЕНИЕ

В конце позднего плейстоцена в Каспии развивалась раннехвалынская трансгрессия с максимальными отметками уровня 45–50 м. При превышении высоты водораздела с Азово-Черноморским бассейном произошло открытие пролива, главным звеном которого стала Манычская депрессия – обширное понижение на юге европейской части России.

Нижнехвалынские отложения широко развиты на всем протяжении Манычской депрессии и характеризуются наличием в их составе тафоценоза раннехвалынского малакофаунистического комплекса. Впервые раннехвалынские виды моллюсков в отложениях Маныча были описаны в береговом обнажении у оз. Грузского В.В. Богачевым [1903], позднее изучением отложений раннехвалынского пролива занимались Г.И. Горецкий [1953], Г.И. Попов [1983], П.В. Федоров [1978], А.А. Свиточ [Свиточ и др., 2008, 2009, 2010, 2011], Т.А. Янина

[2006, 2012], Е.Н. Бадюкова [2011], А.Л. Чепалыга [Чепалыга и др., 2005] и др. Мнения исследователей относительно стратиграфического расчленения отложений расходятся. Так, П.В. Федоров [1978], Г.И. Попов [1983], Т.А. Янина [2012] подразделяют нижнехвалынские отложения на два горизонта, которые соответствуют двум террасовым уровням: нижний (абескунский) горизонт, залегающий выше буртасских отложений, и верхний, прислоненный к буртасской террасе. По представлению А.А. Свиточа и др. [2009], хвалынские отложения Маныча представляют собой единую разнофациальную толщу, расположенную на высоте до 35 м. А.Л. Чепалыга с соавторами [2005] выделяют три эпизода сброса каспийских вод, которым соответствуют три генерации аккумулятивных форм в Манычской депрессии.

Также существуют разногласия между исследователями при соотнесении времени существова-

ния раннехвалынского пролива с глобальной хроностратиграфической схемой. Г.И. Попов [1983] и А.В. Мамедов [Mamedov, 1997] относят этот этап к брянскому межстадиалу. Г.И. Рычагов [2014] сопоставляет раннехвалынскую трансгрессию Каспия с калининской стадией валдайского оледенения.

Первые радиоуглеродные датировки по фауне раннехвалынских моллюсков Маныча были получены в 2000 г. в НИЛ новейших отложений и палеогеографии плейстоцена МГУ [Свиточ, Парунин, 2000; Свиточ, Янина, 2001]. В 2008–2009 гг. Х.А. Арслановым получена серия дат по ряду естественных разрезов [Arslanov, Yanina, 2008; Cheralyga et al., 2009] и одна дата – методом УМС радиоуглеродного датирования в Университете Гронингена (Нидерланды) [Свиточ и др., 2008, 2009]. В 2010 г. на основе имеющихся результатов радиоуглеродного датирования опубликована работа, где с помощью гидрологической модели был сделан вывод, что открытие Манычского пролива в раннехвалынское время могло осуществиться в промежутке между 15,2 и 12,3 тыс. лет назад [Thom, 2010]. А.А. Свиточ и Р.Р. Макшаев [2017], также обобщив все существующие на тот момент геохронологические данные, установили, что проникновение вод хвалынской трансгрессии Каспия в Азово-Черноморский водоем началось около 15 тыс. лет назад и закончилось не ранее 10,5 тыс. лет назад.

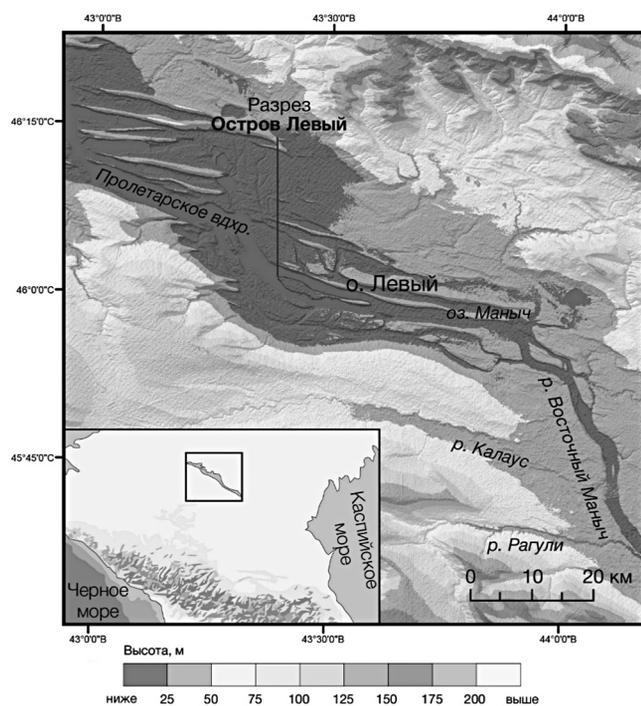


Рис. 1. Местоположение разреза Остров Левый (Манычская депрессия)

Fig. 1. Location of the Levyi Ostrov section (the Manych depression)

Проблема радиоуглеродного датирования заключается в том, что для его проведения необходимо некоторое количество органического материала. В случае с отложениями раннехвалынского пролива в Манычской депрессии датировать возможно лишь маломощные слои, в которых заключена редкая хвалынская фауна моллюсков, отличающаяся небольшими размерами и тонкостворчатостью. В настоящее время геохронология раннехвалынского этапа Манычской депрессии построена на разрозненных датировках прослоев с хвалынской фауной различных береговых обнажений, что затрудняет определение временного интервала функционирования пролива, выделения этапов его развития, корреляцию и сопоставление с глобальными и региональными геохронологическими шкалами.

Цель настоящей работы – создание детальной хронологической схемы наиболее полного разреза нижнехвалынских отложений [Свиточ и др., 2009, 2010] верхнего (аккумулятивного) горизонта [Попов, 1983], вскрывающегося в береговом обнажении западной оконечности о. Левый центральной части Манычской депрессии, на основе датирования методом оптически стимулированной люминесценции.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Разрез Остров Левый (N46°01'38,0, E43°23'05,9; Набс – 22,4 м) расположен в западной оконечности о. Левый оз. Маныч на территории Республики Калмыкия (рис. 1). Относительная высота разреза над урезом оз. Маныч – 6–7 м. Остров Левый представляет собой субширотно вытянутую положительную форму рельефа – гряды с пологонаклонной или местами субгоризонтальной слабоволнистой поверхностью, его длина достигает 16 км, средняя ширина составляет 250 м (максимальная – 1 км). Гряда сложена глинистыми осадками древнего буртасского озера [Свиточ, Хоменко, 2009], перекрытыми делювиальным и элювиальным чехлом с прислоненными отложениями хвалынской трансгрессии.

Разрез (рис. 2) детально описан, проведены малакофаунистический и геохронологический анализы. Изучение включений фауны моллюсков выполнено в НИ лаборатории новейших отложений и палеогеографии плейстоцена географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова с целью биостратиграфического обоснования геологического возраста осадков и реконструкции палеоэкологических условий их накопления. Малакофаунистический анализ традиционно является основой стратиграфии плейстоценовых отложений южных морей России.

Абсолютная хронология получена методом оптически стимулированной люминесценции (ОСЛ). Датирование разновозрастных отложений разреза

Остров Левый выполнено в Скандинавской лаборатории люминесцентного датирования Орхусского университета. Отбор образцов выполнялся в темное время суток в светонепроницаемые пакеты, чтобы исключить воздействие света на образцы, отдельно отбирался материал для гамма-спектрометрического анализа. Предварительная подготовка проб проводилась в НИ лаборатории новейших отложений и палеогеографии плейстоцена географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова по принятому в Орхусском университете протоколу [Курбанов и др., 2019]. Образцы из раннехвалынских отложений представлены тонко- и среднезернистыми песками, алевритами и опесчаненными глинами. После стандартной процедуры подготовки проб [Murray, Wintle, 2000], которая включает в себя влажное ситование, последовательную обработку выбранной фракции 10% растворами перекиси водорода, соляной и плавиковой кислот, разделение

кварца и калиевых полевых шпатов (КПШ) сепарационным методом при помощи тяжелой жидкости (поливольфрамат натрия), был применен стандартный протокол измерения эквивалентной дозы (SAR) [Murray, Wintle, 2003]. Люминесцентное датирование проводилось по зернам кварца размером 180–250 микрон. Эквивалентная доза измерялась для 18–24 аликвот на стандартном ТЛ/ОСЛ-ридере Risø (модель DA-20) с помощью стимуляции голубым светом при 125°C с предварительным нагревом до 260°C. Для построения кривой насыщения и определения эквивалентной дозы зерна подверглись воздействию излучения бета-источника – изотопа стронция-90.

Определение скорости накопления дозы (активности радионуклидов) в образцах выполнено на высокоточном гамма-спектрометре с полупроводниковым детектором на основе особо чистого германия по методике [Murray et al., 1987].



Рис. 2. Разрез Остров Левый (Манычская депрессия)

Fig. 2. Levyy Ostrov section (the Manych Depression)

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В разрезе Остров Левый (рис. 3) в основании вскрываются темно-серо-коричневые глины видимой мощностью до 0,20 м (слой 7). Выше с четкой границей в интервале 5,00–3,65 м залегают палево тонкозернистые алевритистые пески (слой 6), переслаивающиеся с маломощными прослоями коричневых (похожих на шоколадные) глин, граница с вышележащим слоем нечеткая. Над ними, до глубины 3,00 м, располагается горизонтально-слоистая толща (слой 5) переслаивающихся палево песков, сизых и коричневых глин с пятнами ожелезнения и марганцевания, переход в вышележащий слой четкий. Слой 4 в интервале 3,00–1,35 м представлен

светло-бежевым тонко-волнисто-косослоистым хорошо сортированным кварцевым среднезернистым песком, в верхней части слоя – включения фауны каспийских моллюсков. Выше с четкой эрозионной границей до 1,15 м залегают уплотненный лессовидный суглинок (слой 3) темно-бежевый с четкой столбчатой отдельностью и мощным прослоем (до 5 см) карбонатных образований в подошве, граница с вышележащим слоем четкая. В интервале 1,15–0,45 м вскрывается палево лессовидный плотный суглинок (слой 2), с крупной столбчатой отдельностью, с глубины 0,40 м плавно переходит в современную почву.

В разрезе Остров Левый в толще горизонтально-слоистых, хорошо сортированных среднезернистых песков на глубине 1,6–1,3 м обнаружи-

ваются редкие мелкие раковины (рис. 4) *Didacna protracta protracta*, *D. ebersini*, *D. subcatillus subcatillus*, *Dreissena polymorpha*, *Hypanis plicata*, располагающиеся в отложениях тонким слоем. Наличие *D. protracta protracta* и *D. ebersini* дают основание охарактеризовать данный малакофаунистический комплекс как раннехвалынский. Малакофаунистический состав указывает на со-

леность водоема около 11–13‰, что близко к солености современного Среднего Каспия, однако угнетенный вид раковин указывает на то, что акватория пролива была, по-видимому, несколько опреснена, возможно, за счет привноса пресных вод местными реками. Результаты малакофаунистического анализа отложений представлены в табл. 1.

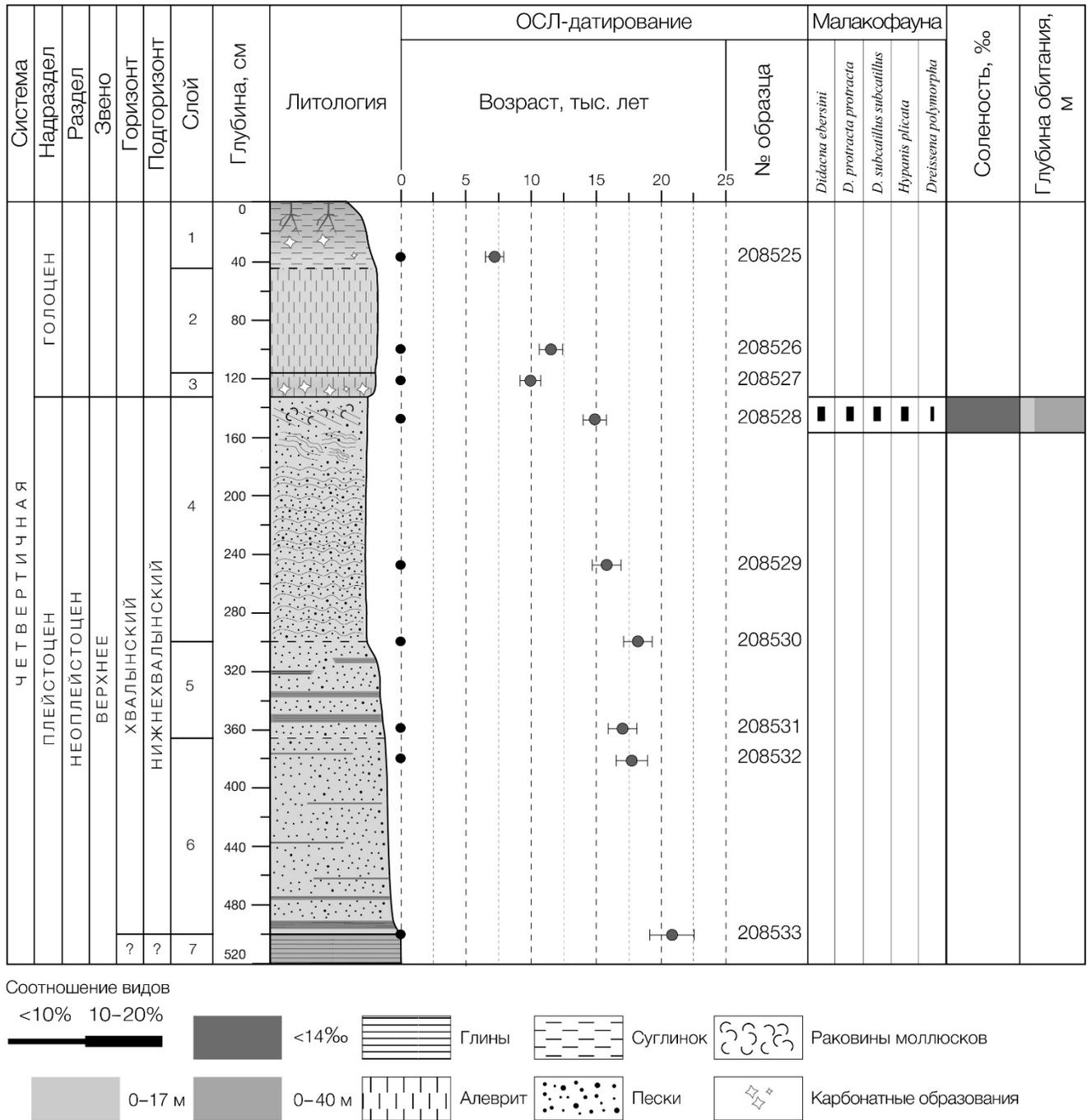


Рис. 3. Строение разреза Остров Левый и результаты малакофаунистического анализа и ОСЛ-датирования

Fig. 3. Structure of the Levyi Ostrov section and the results of malacofaunistic analysis and OSL dating

Малакофаунистический состав отложений разреза Остров Левый

№	Вид	Семейство	Отложения	Бассейн	Соленость, ‰	Глубина, м
1	<i>Didacna ebersini</i>	Cardiidae	Раннехвалынские	Каспий	5–7	–
2	<i>Didacna protracta protracta</i>	Cardiidae	Раннехвалынские	Каспий	11–13	–
3	<i>Didacna subcatillus subcatillus</i>	Cardiidae	Гирканские, раннехвалынские	Каспий	–	–
4	<i>Dreissena polymorpha</i>	Dreissenidae	Вехнечетвертичные отложения Понто-Каспия	Понто-Каспий	≤13	≤10
5	<i>Hypanis plicata</i>	Cardiidae	Древне- и новозвксинские, хвалынские	Понто-Каспий	4–13	0–40

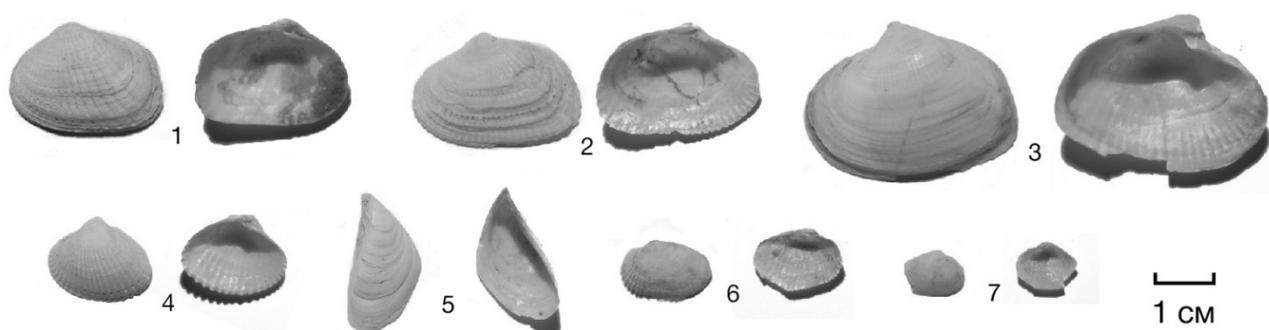


Рис. 4. Раковины моллюсков из разреза Остров Левый:

1, 2, 3 – *Didacna protracta protracta*; 4 – *D. ebersini*; 5 – *Dreissena polymorpha*; 6 – *Hypanis plicata*; 7 – *D. subcatillus subcatillus*

Fig. 4. Shells of mollusks from the Levyi Ostrov section:

1, 2, 3 – *Didacna protracta protracta*; 4 – *D. ebersini*; 5 – *Dreissena polymorpha*; 6 – *Hypanis plicata*; 7 – *D. subcatillus subcatillus*

Абсолютный возраст отложений разреза Остров Левый был получен на основе результатов датирования девяти образцов: трех отобранных из континентальных осадков (208525–208527), пяти – из морских (208528–208532) и одного на границе морских осадков и толщи темных глин в основании разреза (208533). Также был отобран образец из вышеуказанных глин, однако получить необходимое количество материала для датирования не удалось ввиду тонко-дисперсности осадка. Скорость накопления дозы рассчитана по результатам измерения активности образцов на гамма-спектрометре (табл. 2). Содержание радионуклидов имеет закономерное распределение по разрезу: повышенные значения отмечаются в образцах из слоев, обогащенных глинистыми частицами (2,4–3,4 Гр/тыс. лет), в то время как для хорошо сортированных песков характерно их низкое количество (1,8–2,1 Гр/тыс. лет). Первые три образца (208525–208527) были отобраны из толщи континентальных осадков – современной суглинистой почвы и лессовидных суглинков, они

характеризуются повышенной скоростью накопления дозы относительно других образцов, что в целом характерно для подобного типа отложений. Наименьшую радиоактивность демонстрируют хорошо сортированные кварцевые пески с включением прослоя малакофауны. Ниже по разрезу образцы отбирались из плохо сортированных алевритистых песков, местами с примесью глин и из глин, что закономерно отражается в увеличении скорости накопления дозы.

Анализ соотношения радионуклидов по слоям дает возможность выделения интервалов с различным участием областей сноса материала, так как $^{226}\text{Ra}/^{232}\text{Th}$ и $^{40}\text{K}/^{232}\text{Th}$ отражают количество циклов седиментации и выветривания, через которые прошел материал [Курбанов и др., 2021]. В разрезе Остров Левый соотношение $^{226}\text{Ra}/^{232}\text{Th}$ равномерно распределено в районе 0,92, без резких отскоков, а $^{40}\text{K}/^{232}\text{Th}$ близко к 15,4, также без разброса значений, что указывает на единый источник материала при формировании отложений в районе изученного разреза.

Результаты гамма-спектрометрического анализа. Содержание радиоактивных элементов в образце и скорость накопления дозы

№	Лаб. номер	Н, см	Слой в разрезе	Водонасыщение, %	²²⁶ Ra, Бк/кг	²³² Th, Бк/кг	⁴⁰ K, Бк/кг	Скорость накопления дозы для кварца Гр/тыс. лет
1	208525	40	Суглинок	10	38,0 ± 0,5	41,5 ± 0,8	675 ± 8	3,24 ± 0,17
2	208526	100	Лессовидный суглинок	10	38,3 ± 0,7	40,8 ± 0,6	642 ± 12	3,12 ± 0,16
3	208527	120	Лессовидный суглинок	10	38,6 ± 0,9	40,0 ± 0,8	608 ± 16	3,02 ± 0,16
4	208528	160	Песок	5	19,5 ± 0,3	21,2 ± 0,3	341 ± 5	1,81 ± 0,10
5	208529	250	Песок	5	24,1 ± 0,3	26,3 ± 0,3	404 ± 5	2,13 ± 0,11
6	208530	300	Песок	5	23,4 ± 0,2	24,7 ± 0,2	394 ± 4	2,05 ± 0,11
7	208531	360	Глины с прослоями песка	10	41,4 ± 0,4	46,6 ± 0,3	689 ± 6	3,35 ± 0,18
8	208532	380	Песок с прослоями глины	10	33,2 ± 0,5	35,4 ± 0,5	451 ± 7	2,40 ± 0,13
9	208533	500	Глины	25	33,1 ± 0,5	37,6 ± 0,5	610 ± 10	2,47 ± 0,11

Результаты измерений показали доминирование быстрого компонента в люминесценции всех образцов. Кривая насыщения строилась по пяти точкам в результате облучения бета-источником фиксированной дозой (20, 40, 80, 0, 20 Гр). Дозы по кварцу оказались в пределах 60 Гр. Наиболее надежными считаются результаты по кварцу [Murphy et al., 2012], они и были использованы для получения итоговой геохронологии.

Все образцы показали стабильный и отчетливый люминесцентный отклик, благодаря чему достоверный интервал полученных дат не превышает 1,7 тыс. лет. Результаты датирования представлены в табл. 3. Выполненные стандартные тесты чистоты кварца, восстановления дозы (1,03, $n = 15$) и рецир-

куляции оказались в интервалах, указывающих на высокую надежность датирования.

Результаты люминесцентного датирования с учетом доверительных интервалов указывают на наличие в разрезе трех разновозрастных горизонтов: 1) субаэральной толщи (слои 1–3) голоценового возраста (~11,5–7,1 тыс. лет); 2) толщи песков с прослоями глины в основании (слои 4–6) возрастом моложе последнего ледникового максимума (~17,7–14,9 тыс. лет); 3) темно-серо-коричневых глины возрастом 20,7 ± 1,7 тыс. лет. Результат датирования образца из слоя глины в основании разреза, по-видимому, несколько завышен ввиду сложности расчета мощности дозы на границах слоев, резко отличающихся по литологии.

Таблица 3

Результаты ОСЛ-датирования

№	Лаб. номер	Глубина, см	Слой в разрезе	Измерения по кварцу (OSL)		
				Доза, Гр	Возраст, тыс. лет	Кол-во аликовт
1	208525	40	Суглинок	23,1 ± 1,9	7,1 ± 0,7	19
2	208526	90	Лессовидный суглинок	35,7 ± 2,1	11,5 ± 0,9	18
3	208527	120	Лессовидный суглинок	30,1 ± 1,9	9,9 ± 0,8	18
4	208528	145	Песок	27,0 ± 0,8	14,9 ± 0,9	16
5	208529	250	Песок	33,9 ± 1,1	15,9 ± 1,1	16
6	208530	300	Песок	37,1 ± 0,6	18,1 ± 1,1	23
7	208531	360	Глины с прослоями песка	57,1 ± 1,8	17,1 ± 1,1	22
8	208532	380	Песок с прослоями глины	42,5 ± 1,6	17,7 ± 1,2	20
9	208533	500	Глины	51,1 ± 3,2	20,7 ± 1,7	23

Выделенная на основе малакофаунистического анализа толща нижнехвалынских отложений охарактеризована пятью датировками и имеет возраст ~17,7–14,9 тыс. лет. Верхняя часть разреза, включающая в себя прослой хвалынской фауны, датирована $14,9 \pm 0,9$.

Таким образом, на основании результатов ОСЛ-датирования время функционирования раннехвалынского пролива в Манычской депрессии определено в интервале 17,7–14,9 тыс. лет назад. Этот вывод находится в согласии с данными, полученными радиоуглеродным методом [Свиточ и др., 2009; Arslanov et al., 2015], и еще раз подтверждает точку зрения сторонников «молодого» возраста раннехвалынской трансгрессии Каспия. Полученные ОСЛ-даты соответствуют датировкам нижнехвалынских отложений Нижнего Поволжья, полученным этим же методом [Янина и др., 2017; Kurbanov et al., 2021]. В климатическом отношении это была эпоха деградации поздневалдайского (осташковского) оледенения (МИС 2), что подтверждается материалами палинологического анализа одновозрастных отложений Нижнего Поволжья [Болиховская, Макшаев, 2019] и проявлением в них криогенеза [Рогов и др., 2020; Taratunina et al., 2021].

Строение разреза отражает постепенную смену условий осадконакопления от спокойных лиманных (ингрессия каспийских вод) до динамичных проточных (развитие и активизация пролива). Верхняя часть толщи нижнехвалынских отложений, которая характеризуется косослоистыми, хорошо сортированными среднезернистыми песками с включением фауны каспийских моллюсков, отражает повышение уровня пролива (до 21 м над современным уровнем моря) и увеличение скорости водного потока. Малакофаунистический состав отложений свидетельствует о несколько пониженной

(по сравнению с раннехвалыньским бассейном) солености пролива (около 10–11‰), что объясняется опресняющим влиянием местных водотоков. Субаэральное осадконакопление активизировалось на территории центральной части Манычской депрессии в начале голоцена.

ВЫВОДЫ

Возраст раннехвалынского пролива в Манычской депрессии определен в интервале 18–14 тыс. лет назад на основании датирования его отложений методом оптически стимулированной люминесценции.

Установленный возрастной интервал находится в согласии с результатами датирования нижнехвалынских отложений Маныча радиоуглеродным методом и соответствует оценке одновозрастных осадков Нижнего Поволжья.

Время функционирования раннехвалынского пролива отвечает эпохе деградации последнего (поздневалдайского, осташковского) оледенения (МИС 2).

Пролив характеризовался условиями среды от лиманных (ингрессия каспийских вод) до динамичных проточных (развитие и активизация пролива); соленость вод оценивается в 10–11‰.

Субаэральное осадконакопление на территории центральной части Манычской депрессии началось в начале голоцена.

Первый опыт датирования верхнеплейстоценовых отложений Манычской депрессии методом оптически стимулированной люминесценции показал его перспективность для создания геохронологической схемы отложений и событий региона, их корреляции с глобальными и региональными изменениями климата, с палеогеографическими событиями в Понто-Каспийской области и на Восточно-Европейской равнине.

Благодарности. Экспедиционные исследования выполнены в 2020 г. по программе госзадания ИГ РАН АААА-А19-119021990091-4 (FMGE-2019-0005), малакофаунистический анализ поддержан госзаказом МГУ имени М.В. Ломоносова (121051100135-0), люминесцентное датирование выполнено при поддержке РНФ (21-18-00552).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бадюкова Е.Н. Некоторые вопросы истории развития Маныча в позднем плейстоцене-голоцене // Человечество и береговая зона Мирового океана в XXI веке. М.: Геос, 2011. С. 326–333.
- Болиховская Н.С., Макшаев Р.Р. Раннехвалыньский этап развития Каспия: палинофлора и климато-фитоценологические реконструкции. Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2019. № 3. С. 57–71.
- Богачев В.В. Степи бассейна р. Маныч // Известия Геологического комитета. 1903. Т. 22. № 9. С. 73–162.
- Горецкий Г.И. О палеогеографии Приазовья и Западного Приманьчья в узунларо-гирканский и буртасские века // Вопросы географии. 1953. № 33. С. 190–221.
- Курбанов Р.Н., Янина Т.А., Мюррей А.С., Семиколеных Д.В., Свистунов М.И., Штыркова Е.И. Возраст Карангатской трансгрессии (поздний плейстоцен) Черного моря // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2019. № 6. С. 29–39.

- Курбанов Р.Н., Ульянов В.А., Анойкин А.А., Павленок Г.Д., Семиколенных Д.В., Харевич В.М., Таймагамбетов Ж.К., Мюррей Э.Ш. Первая люминесцентная хронология начального верхнего палеолита Восточного Казахстана (по материалам стоянки Ушбулак) // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2021. № 5. С. 131–148.
- Попов Г.И. Плейстоцен Черноморско-Каспийских проливов. М.: Наука, 1983. 214 с.
- Рычагов Г.И. Хвалынский этап в истории каспийского моря // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2014. № 4. С. 3–9.
- Рогов В.В., Стрелецкая И.Д., Таратунина Н.А., Курчатова А.Н., Курбанов Р.Н., Янина Т.А. Позднеплейстоценовый криогенез в Нижнем Поволжье // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2020. № 6. С. 73–85.
- Свиточ А.А., Парунин О.Б. Радиоуглеродный возраст палеогеографических событий позднего плейстоцена голоцена Северного Прикаспия // Доклады Академии наук. М.: Наука, 2000. Т. 371. № 4. С. 535–535.
- Свиточ А.А., Янина Т.А. Новые данные по малакофауне морского плейстоцена Маныча // Доклады Академии наук. М.: Наука, 2001. Т. 380. № 4. С. 570–573.
- Свиточ А.А., Янина Т.А., Антонова В.М., Плихт ван дер Й. Хвалынская фауна Маныча // Доклады РАН. Серия геогр. 2008. Т. 421. № 5. С. 987–992.
- Свиточ А.А., Хоменко А.А. Грядовый рельеф Маныча (строение и происхождение) // Геоморфология. 2009. № 4. С. 99–108.
- Свиточ А.А., Янина Т.А., Хоменко А.А., Новикова Н.Г. Хвалынские отложения Маныча // Доклады Академии наук. Серия геогр. 2009. Т. 428. № 1. С. 70–74.
- Свиточ А.А., Янина Т.А., Новикова Н.Г., Соболев В.М., Хоменко А.А. Плейстоцен Маныча (вопрос строения и развития). М.: Россельхозакадемия, 2010. 135 с.
- Свиточ А.А., Новикова Н.Г., Березнер О.С., Седаева К.М. Литология и фации бургасских и хвалынских отложений Маныча // Литология и полезные ископаемые. 2011. № 4. С. 428–438.
- Свиточ А.А., Макишаев Р.Р. Взаимосвязи палеогеографических событий в Понт-Маныч-Каспийской системе в позднем плейстоцене-голоцене // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2017. № 2. С. 24–32.
- Федоров П.В. Плейстоцен Понто-Каспия. М.: Наука, 1978. 165 с.
- Чепалыга А.Л., Пирогов А.Н., Садчикова Т.А. Сброс каспийских вод хвалынского бассейна по Манычской долине в эпоху экстремальных затоплений (Всемирный потоп) // Проблемы палеонтологии и археологии юга России и сопредельных территорий. Ростов на/Д.: ЦВВР, 2005. 138 с.
- Янина Т.А. Бассейны Понто-Каспия в плейстоцене (палеогеографический анализ моллюсков рода *Didacna Eichwald*) // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2006. № 3. С. 32–39.
- Янина Т.А. Неоплейстоцен Понто-Каспия: биостратиграфия, палеогеография, корреляция. М.: МГУ, 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. Геогр. 2017. № 1. С. 20–28.
- Arslanov Kh.A., Yanina T.A. Radiocarbon age of the Khvalynian Manych passage, *Black Sea – Mediterranean corridor during the last 30 ky: sea level change and human adaptation*, Bukharest, EcoGeoMar, 2008, p. 10–13.
- Arslanov K.A., Yanina T.A., Chepalyga A.L., Svitoch A.A., Makshaev R.R., Maksimov F.E., Chernov S.B., Tertychniy N.I., Starikova A.A. On the age of the Khvalynian deposits of the Caspian Sea coasts according to ^{14}C and $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ methods, *Quaternary International*, 2015, no. 409, p. 81–87.
- Chepalyga A., Arslanov Kh., Yanina T. Detailed age control of the Khvalynian basin history, *Black Sea – Mediterranean corridor during the last 30 ky: sea level change and human adaptation*, Istanbul, 2009, p. 23–26.
- Kurbanov R.N., Murray A.S., Thompson W., Svistunov M.I., Taratunina N.A., Yanina T.A. First reliable chronology for the Early Khvalynian Caspian Sea transgression in the Lower Volga River valley, *Boreas*, 2021, vol. 50, p. 134–146.
- Mamedov A.V. The Late Pleistocene-Holocene history of the Caspian Sea, *Quaternary International*, 1997, no. 41–42(96), p. 161–166.
- Murray A., Marten R., Johnston A., Martin P. Analysis for naturally occurring radionuclides at environmental concentrations by gamma spectrometry, *J. of Radioanal. and Nucl. Chem*, 1987, no. 115, p. 263–288.
- Murray A.S., Wintle A.G. Luminescence dating of quartz using an improved single-aliquot regenerative-dose protocol, *Radiat. Meas.*, 2000, no. 1(32), p. 57–73.
- Murray A.S., Wintle A.G. The single aliquot regenerative dose protocol: Potential for improvements in reliability, *Radiation Measurements*, 2003, no. 37, p. 377–381.
- Murray A.S., Thomsen K.J., Masuda N., Buylaert J.P., Jain M. Identifying well-bleached quartz using the different bleaching rates of quartz and feldspar luminescence signals, *Radiation Measurements*, 2012, no. 9(47), p. 688–695.
- Taratunina N., Rogov V., Streletskaya I., Thompson W., Kurchatova A., Yanina T., Kurbanov R. Late Pleistocene cryogenesis features of a loess-paleosol sequence in the Srednyaya Akhtuba reference section, Lower Volga River valley, Russia, *Quaternary International*, 2021, vol. 590, p. 56–72.
- Thom N. A hydrological model of the Black and Caspian Seas in the late Pleistocene and early-middle Holocene, *Quaternary Science Reviews*, 2010, no. 29(23–24), p. 2989–2995.

Поступила в редакцию 20.06.2021

После доработки 15.11.2021

Принята к публикации 09.03.2022

DATING THE KHVALYNIAN STRAIT WITHIN THE LATE PLEISTOCENE HISTORY OF THE MANYCH DEPRESSION

D.V. Semikolennykh¹, R.N. Kurbanov², T.A. Yanina³

¹Institute of Geography of Russian Academy of Science, Department of Quaternary paleogeography

^{2,3}Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Laboratory of Recent Deposits and Pleistocene Paleogeography

²Institute of Archaeology and Ethnography, Siberian Branch, RAS

¹Postgraduate student; e-mail: aristova@igras.ru

²Senior Scientific Researcher, Ph.D. in Geography; e-mail: kurbanov@igras.ru

³Head of the Laboratory, D.Sc. in Geography; e-mail: paleo@inbox.ru

At the end of the Late Pleistocene the Early Khvalynian transgression with maximum level of 45–50 m was progressing in the Caspian basin. As soon as its waters exceeded the height of the watershed with the Azov-Black Sea basin the Early Khvalynian Strait was opened, mainly through the Manych Depression – a vast low area in the south of the European Russia. Despite the long investigation history of the region, the opinions of researchers regarding the age of the deposits of the Early Khvalynian Strait differ. Until now the time period of the strait existence was not unambiguously correlated with the global chronostratigraphic scheme. The article presents the results of optically stimulated luminescence (OSL) dating of the Lower Khvalynian deposits exposed in the coastal outcrop of the western tip of the Levyy Island in the central part of the Manych Depression. In total, nine dates were obtained: six of them characterize the aquatic stages of the territory evolution, and three are for the subaerial ones. Biostratigraphic analysis of the mollusc fauna confirmed that marine sediments exposed in the section of the Levyy Island belong to the Early Khvalynian transgression of the Caspian Sea. Based on the dating results, the time when the Early Khvalynian waters penetrated into the Manych Depression was determined at 17,7–14,9 thousand years ago, thus corresponding to the epoch of degradation of the Late Valdai ice sheet (the Ostashkov stage, MIS 2). The subaerial sedimentation in the central part of the Manych Depression started at the beginning of the Holocene.

Keywords: Late Pleistocene, Early Khvalynian transgression, OSL dating, malacofauna, Caspian Sea

Acknowledgements. Field studies were carried out in 2020 under the program of the state assignment of the IG RAS AAAA-A19-119021990091-4 (FMGE-2019-0005); the malacofaunistic analysis was financially supported by the state assignment of the Lomonosov Moscow State University (121051100135-0); luminescence dating was financially supported by the Russian Science Foundation (project 21-18-00552).

REFERENCES

- Arslanov Kh.A., Yanina T.A. Radiocarbon age of the Khvalynian Manych passage, *Black Sea – Mediterranean corridor during the last 30 ky: sea level change and human adaptation*, Bukharest, EcoGeoMar Publ., 2008, p. 10–13.
- Arslanov K.A., Yanina T.A., Chepalyga A.L., Svitoch A.A., Makshaev R.R., Maksimov F.E., Chernov S.B., Tertychniy N.I., Starikova A.A. On the age of the Khvalynian deposits of the Caspian Sea coasts according to ¹⁴C and ²³⁰Th/²³⁴U methods, *Quaternary International*, 2015, no. 409, p. 81–87.
- Badyukova E.N. [Some questions about history of Manych development in the Late Pleistocene-Holocene], *Chelovechestvo i beregovaya zona Mirovogo okeana v XXI veke* [Humanity and the coastal zone of the World Ocean in the 21st century], Moscow, GEOS Publ., 2011, p. 326–333. (In Russian)
- Bogachev V.V. Stepi basseina r. Manych [Steppes of the Manych river basin], *Izveskiya Geologicheskogo komiteta*, 1903, no. 9(22), p. 73–162. (In Russian)
- Bolikhovskaya N.S., Makshaev R.R. Rannekhvalynskii etap razvitiya Kaspiya: palinoflora i klimato-fitotsenoticheskie rekonstruktsii [The Early Khvalynian stage of the Caspian Sea evolution: palynoflora and climatic-phyto-
- coenotic reconstructions], *Vestn. MGU, Ser. 5, Geogr.*, 2019, no. 3, p. 57–71. (In Russian)
- Chepalyga A.L., Pirogov A.N., Sadchikova T.A. [The release of Caspian waters of the Khvalynian basin by the Manych valley during the extreme floods epoch (the Deluge)], *Problemy paleontologii i arkeologii uga Rossii i sopredel'nyh territorii* [The problems of paleontology and archaeology of the Russian South and adjacent territory], Rostov-na-Dony, CVVP Publ., 2005, p. 50–53. (In Russian)
- Chepalyga A., Arslanov Kh., Yanina T. Detailed age control of the Khvalynian basin history, *Black Sea – Mediterranean corridor during the last 30 ky: sea level change and human adaptation*, Istanbul, 2009, p. 23–26.
- Fedorov P.V. *Plejstocen Ponto-Kaspiya* [The Ponto-Caspian Pleistocene], Moscow, Nauka Publ., 1978, 165 p. (In Russian)
- Goreckiy G.I. O paleogeografii Priazov'ya i Zapadnogo Primanych'ya v uzunlarsko-girkanskij i burtasskie veka [About paleogeography of Priazov and Western Manych regions during Uzunlar – Girkanian and Burtass epochs], *Vopr. Geografii*, 1953, vol. 33, p. 190–221. (In Russian)
- Kurbanov R.N., Yanina T.A., Murray A.S., Semikolennykh D.V., Svistunov M.I., Shtyrkova E.I. Vozrast Ka-

- rangatskoy transgressii (pozdniy pleystotsen) Chornogo morya [The age of the Karangatian (Late Pleistocene) transgression of the Black Sea], *Vestn. MGU, Ser. 5, Geogr.*, 2019, no. 6, p. 29–39. (In Russian)
- Kurbanov R.N., Murray A.S., Thompson W., Svistunov M.I., Taratunina N.A., Yanina T.A. First reliable chronology for the Early Khvalynian Caspian Sea transgression in the Lower Volga River valley, *Boreas*, 2021, vol. 50, p. 134–146.
- Kurbanov R.N., Ulyanov V.A., Anoykin A.A., Pavlenok G.D., Semikolennykh D.V., Kharevich V.M., Taimagambetov Zh.K., Murray A.S. Pervaya luminestsentnaya khronologiya nchalnogo verkhnego paleolita Vostochnogo Kazakhstana (po materialam stoyanki Ushbulak) [The first luminescence chronology of the initial Upper Paleolithic of East Kazakhstan (based on materials from the Ushbulak site)], *Vestn. MGU, Ser. 5, Geogr.*, 2021, no. 5, p. 131–148. (In Russian)
- Mamedov A.V. The Late Pleistocene-Holocene history of the Caspian Sea, *Quaternary International*, 1997, no. 41–42(96), p. 161–166.
- Murray A., Marten R., Johnston A., Martin P. Analysis for naturally occurring radionuclides at environmental concentrations by gamma spectrometry, *J. of Radioanal. and Nucl. Chem.*, 1987, no. 115, p. 263–288.
- Murray A.S., Wintle A.G. Luminescence dating of quartz using an improved single-aliquot regenerative-dose protocol, *Radiat. Meas.*, 2000, no. 1(32), p. 57–73.
- Murray A.S., Wintle A.G. The single aliquot regenerative dose protocol: Potential for improvements in reliability, *Radiation Measurements*, 2003, no. 37, p. 377–381.
- Murray A.S., Thomsen K.J., Masuda N., Buylaert J.P., Jain M. Identifying well-bleached quartz using the different bleaching rates of quartz and feldspar luminescence signals, *Radiation Measurements*, 2012, no. 9(47), p. 688–695.
- Popov G.I. *Pleistocen Chernomorsko-Kaspijskikh prolivov* [Pleistocene of the Black Sea and Caspian Sea passages], Moscow, Nauka Publ., 1983, 216 p. (In Russian)
- Rogov V.V., Streletskaia I.D., Taratunina N.A., Kurchatova A.N., Kurbanov R.N., Yanina T.A. Pozdnepleistotsenovii kriogenez v Nizhnem Povolzh'e [Late Pleistocene cryogenesis in the Lower Volga River region], *Vestn. MGU, Ser. 5, Geogr.*, 2020, no. 6, p. 73–85. (In Russian)
- Rychagov G.I. Khvalynskiy etap v istorii Kaspijskogo moraya [Knayvynian stage in the history of the Caspian Sea], *Geomorphology*, 2014, no. 4, p. 3–9. (In Russian)
- Svitoch A.A., Parunin O.B. Carbon-14 dating of Late Pleistocene-Holocene Paleogeographic Events in the North Caspian region, *Doklady Earth Sciences*, 2000, no. 4 (371), p. 448–450.
- Svitoch A.A., Yanina T.A. New data on the mollusk fauna from the Marine Pleistocene of Manych, *Doklady Biological Sciences*, 2001, no. 1–6(380), p. 478–481.
- Svitoch A.A., Khomenko A.A. Gryadovy rel'ef Manycha (stroenie i proiskhozhdenie) [Ridge relief of Manych (structure and origin)], *Geomorfologiya*, 2009, no. 4, p. 99–108. (In Russian)
- Svitoch A.A., Yanina T.A., Novikova N.G., Sobolev V.M., Homenko A.A. *Pleistocen Manycha (voprosy stroeniya i razvitiya)* [Pleistocene of the Manych (questions about structure and development)], Moscow, Rossel'hozakademiya, 2010, 135 p. (In Russian)
- Svitoch A.A., Novikova N.G., Berezner O.S., Sedaeva K.M. Litologiya i fatsii burtasskikh i khvalynskikh otlogeni Manycha [Lithology and facies of the Burtassian and Khvalynian deposits of Manych], *Litologiya i poleznye iskopaemye*, 2011, no. 4, p. 428–438. (In Russian)
- Svitoch A., Yanina T., Antonova M., Plicht van der I. The Khvalynian fauna of the Manych depression, *Doklady Earth Sciences*, 2008, no. 2 (421), p. 987–991.
- Svitoch A.A., Makshaev R.R. Vzaimosvyazi paleogeograficheskikh sobytij v Pont-Manych-Kaspijskoj sisteme v pozdnem Pleistocene-Golocene [Interrelations of the paleogeographical events in the Pont-Manych-Caspian system during the Late Pleistocene and Holocene], *Vestn. MGU, Ser. 5, Geogr.*, 2017, no. 2, p. 24–32. (In Russian)
- Svitoch A.A., Yanina T.A., Khomenko A.A., Novikova N.G. Khvalynskie otlogeniya Manychskoi depressii [Khvalynian sediments of the Manych Depression], *Doklady Akademii nauk*, no. 1 (428), p. 70–74. (In Russian)
- Taratunina N., Rogov V., Streletskaia I., Thompson W., Kurchatova A., Yanina T., Kurbanov R. Late Pleistocene cryogenesis features of a loess-paleosol sequence in the Srednyaya Akhtuba reference section, Lower Volga River valley, Russia, *Quaternary International*, 2021, vol. 590, p. 56–72.
- Thom N. A hydrological model of the Black and Caspian Seas in the late Pleistocene and early-middle Holocene, *Quaternary Science Reviews*, 2010, no. 29(23–24), p. 2989–2995.
- Yanina T.A. Basseiny Ponto-Kaspiya v pleistotsene (paleogeograficheskii analiz molluskov roda Didacna Eichwald) [The Ponto-Caspian basins in the Pleistocene (paleogeographical analysis of mollusks of the genus Didacna Eichwald)], *Vestn. MGU, Ser. 5, Geogr.*, 2006, no. 3, p. 32–39. (In Russian)
- Yanina T.A. *Neoplejstocen Ponto-Kaspiya: biostratigrafiya, paleogeografiya, korrelyatsiya* [Neo-Pleistocene of the Ponto-Caspian: biostratigraphy, paleogeography, correlation], Moscow, MGU, 2012, 264 p. (In Russian)
- Yanina T.A., Svitoch A.A., Kurbanov R.N., Murray A.S., Tkach N.T., Sychev N.Y. Opyt datirovaniya pleistotsenovyykh otlogeni Nizhnego Povolg'ya metodom opticheskii stimulirovannoi luminestsentsii [Paleogeographic analysis of the results of optically stimulated luminescence dating of Pleistocene deposits of the Lower Volga area], *Vestn. MGU, Ser. 5, Geogr.*, 2017, no. 1, p. 20–28. (In Russian)

Received 20.06.2021

Revised 15.11.2021

Accepted 09.03.2022