

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 551.79

Д.В. Семиколенных¹, Х.А. Арсланов², Е.И. Игнатов³, В.Л. Лукша⁴**ЭВОЛЮЦИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ РАЙОНА КЕРЧЕНСКОГО ПРОЛИВА ЗА ПОСЛЕДНИЕ 25 ТЫСЯЧ ЛЕТ**

На основании результатов палеогеографического изучения (фациально-литологический, малакофаунистический, радиоуглеродный анализы) керн четырех скважин, пробуренных на косе (острове) Тузла в ходе инженерно-изыскательских работ при проектировании Крымского моста, предложена схема эволюции природной среды Керченского пролива за последние 25 тысяч лет. Выделены этапы: 1 – Новозвксинский регрессивный этап, отвечающий эпохе максимума поздневалдайского оледенения, когда Азовское море представляло собой низменную прибрежную равнину, устье р. Дон располагалось в районе современной шельфовой зоны Черного моря, в районе современного пролива обитала пресноводная фауна; 2 – Новозвксинский трансгрессивный этап, отвечающий эпохе деградации поздневалдайского оледенения. Керченский пролив представлял собой бассейн лиманного типа с фауной, включающей пресноводные и каспийские слабосоленоватоводные виды. Присутствие последних свидетельствует о сбросе каспийских (хвалыньских) вод в новозвксинский бассейн. Лиманный бассейн в области Керченского пролива существовал около 10 110±330 лет назад; 3 – этап снижения уровня новозвксинского бассейна при достижении им уровня Босфорского порога и стоке вод в Средиземноморский бассейн. Выдвижение дельты Дона, расселение пресноводных моллюсков; 4 – Черноморский трансгрессивный этап. Появление и расселение представителей средиземноморской фауны – от эвригаллиных до умеренно эвригаллиных и умеренно стеногаллиных. Неустойчивое положение уровня моря с разнонаправленными его колебаниями на начальном подэтапе развития черноморской трансгрессии. Новочерноморский подэтап с уровнем моря на 2 м выше современного, повышенной соленостью и богатым биоразнообразием средиземноморских видов; датирован интервалом от 6020±140 до 5530±120 лет; 5 – Фанагорийский регрессивный этап. Незначительное опреснение Керченского пролива за счет увеличившегося влияния вод р. Дон. Возраст события 2570±140 лет; 6 – современный этап. Распространение средиземноморских эвригаллиных и умеренно стеногаллиных видов.

Ключевые слова: Керченский пролив, трансгрессии, регрессии, поздний плейстоцен, голоцен, скважины, малакофауна, радиоуглеродное датирование.

Введение. Керченский пролив имеет важное хозяйственное, транспортное и стратегическое значение. На протяжении многих тысяч лет пролив служит «мостом» между Таманским и Керченским полуостровами, между Черным и Азовским морями. В настоящее время он является ареной активной судовой навигации, местом возведения Крымского моста. Керченский пролив характеризуется сложной историей развития, тесно связанной с геологическими и климатическими факторами. Его коренное ложе сложено глинами миоцена, перекрытыми разнообразными рыхлыми плейстоценовыми образованиями. Их изучение позволяет реконструировать историю пролива и эволюцию его природной среды, знание которых необходимо при проведении прогнозных оценок и планировании развития региона.

Изучение строения плейстоценовых отложений пролива начато Н.И. Андрусовым [1918, 1926]. По материалам бурения им выделены 4 фазы развития: древняя пресноводно-каспийская, древняя морская, новая пресноводно-каспийская и новая морская. После работ А.Д. Архангельского и Н.М. Страхова [1938] под этими фазами стали пониматься древнезвксинская, карангатская, новозвксинская и древнечерноморская трансгрессии. Истории развития Керченского пролива посвящены публикации [Арсланов с соавт., 1982; Барг с соавт., 1978; Благоволлин, 1960; Геология шельфа Украины ..., 1981; Невеская, 1965; Попов, 1973, 1983; Попов, Супрунова, 1977; Свиточ с соавт., 1998; Скиба с соавт., 1975; Федоров, 1963, 1978; Шнюков с соавт., 1979; Янина, 2012 и др.], по-разному реконструирующие события и эволюцию природной среды региона. Для после-

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет МГУ, кафедра геоморфологии и палеогеографии, студент-магистр; *e-mail:* dasha.semikolennykh@gmail.com

² Санкт-Петербургский государственный университет, Институт наук о Земле, НИЛ геоморфологических и палеогеографических исследований полярных регионов и Мирового океана; главный специалист, докт. геол.-минер. н.; *e-mail:* arslanovkh@mail.ru

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет МГУ, кафедра геоморфологии и палеогеографии, профессор, докт. геогр. н.; *e-mail:* ign38@mail.ru

⁴ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет МГУ, кафедра литологии и морской геологии, науч. с.; *e-mail:* paleo@inbox.ru

дних 25 тысяч лет (поздневалдайская ледниковая эпоха – голоцен) большинством исследователей установлена последовательность основных событий: новоэвксинская регрессия – новоэвксинская трансгрессия – черноморская трансгрессия. Но в развитии этих событий, в выделении в них трансгрессивно-регрессивных этапов более низкого иерархического уровня, единства нет.

Нами выполнен палеогеографический анализ керн четырех скважин, пробуренных на косе (острове) Тузла в ходе инженерно-изыскательских работ при проектировании Крымского моста и на его основании предложена схема эволюции природной среды Керченского пролива за последние 25 тысяч лет.

Материал и методы исследований. Бурение скважин глубиной 70–80 м выполнено на разных участках косы Тузла (рис. 1). Керн изучен фациально-литологическим, фаунистическим и геохронологическим методами. Фациально-литологический анализ выполнен в лаборатории морской геологии геологического факультета МГУ. Фаунистический анализ, включающий тафономические, таксономические, биостратиграфические и палеоэкологические исследования раковин моллюсков, выполнен в НИЛ новейших отложений и палеогеографии плейстоцена географического факультета МГУ. Основное внимание в малакофаунистическом изучении керн уделено анализу двустворчатых моллюсков, имеющих решающее значение для стратиграфических построений и палеогеографических реконструкций в южных морях России. Для сравнительного анализа использована коллекция азово-черноморских плейстоценовых и голоценовых раковин моллюсков, хранящаяся в названной лаборатории. Радиоуглеродное датирование сцинтилляционным методом раковинного материала выполнено в НИЛ геоморфологических и палеогеографических исследований



Рис. 1. Схема расположения скважин на о. Тузла

Fig. 1. Scheme of sediment cores location on the Tuzla Spit

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>).

Результаты исследований и их обсуждение.

Строение керн скважин (№ 93, 95, К4-53 и К3-14) близко по своему фациально-литологическому и малакофаунистическому составу (рис. 2). Его нижняя часть (вскрытая мощность около 20 м) представляет дочетвертичные (предположительно неоген) породы. На них с размывом залегают песчаные и песчано-алевритовые осадки мощностью 8–12 м, включающие представителей пресноводной малакофауны родов *Viviparus*, *Valvata*, *Unio*, многочисленные *Dreissena polymorpha*. Такой состав раковин свидетельствует о господствующем влиянии речных вод Дона в условиях снижения уровня Черного моря и выдвигания устьевой области реки за пределы современного Керченского пролива. Очевидно, это был период существования в котловине Черного моря новоэвксинского регрессивного бассейна, развитие которого, согласно представлениям большинства исследователей, отвечало эпохе LGM (последнего ледникового максимума).

Появление в вышележащих, преимущественно глинистых, осадках среди пресноводных видов раковин слабосоленоватого вида *Monodaspa caspia* указывает на влияние каспийских вод на пресноводный бассейн в области Керченского пролива. Появление каспийских монодакн объясняется сбросом вод хвалынской трансгрессии по Манычу в новоэвксинский бассейн [Мордухай-Болтовской, 1960; Янина, 2012]. А их смешение с донскими пресными водами свидетельствует о поднятии уровня новоэвксинского бассейна и постепенном заполнении ими района современного пролива. Радиоуглеродная дата ЛУ-8430 (табл.) указывает на время проявления этого события около 10 тысяч (календарных) лет назад. Залегание выше по разрезу глинистых отложений, включающих только каспийские монодакны (рис. 2), свидетельствует о замещении пресных вод новоэвксинскими солончатыми и об отступании устьевой области Дона за пределы современного Керченского пролива.

Первое появление морских видов (обычно это эвригалитные представители средиземноморской фауны *Cerastoderma edule* и *Mytilaster lineatus*) в осадках керн на уровне около 32 м указывает на достижение изученной территории водами морской черноморской трансгрессии. Наблюдающееся выше по разрезу керн чередование комплексов пресноводных, солончатых и морских раковин моллюсков, отчетливо прослеживающееся в скважине № 93, свидетельствует о неустойчивом режиме уровня бассейна, проявляющимся усилением (при снижении уровня) или ослаблением (при его повышении) влияния пресных вод со стороны Дона. Увеличение в составе фаунистических комплексов количества средиземноморских эвригалитных видов является показателем нарастания трансгрессии и

Результаты радиоуглеродного датирования раковин моллюсков

Лабораторный номер	Описание образца	Радиоуглеродный возраст, лет	Калиброванный возраст, лет
ЛУ-8428	Тузла № 4-53, инт. 12,5–13,0 м; раковины <i>Cerastoderma edule</i>	2510±120	2570±140
ЛУ-8429	Тузла № 4-53, инт. 20,1–20,3 м; раковины <i>Chione gallina</i>	4720±200	5400±250
ЛУ-8430	Тузла № 4-53, инт. 47,5–47,8 м; раковины пресноводных гастропод	8990±240	10110±330
ЛУ-8108	Тузла, скв. 93, инт. 20,0–20,1 м; раковины <i>Cerastoderma edule</i> , <i>Chione gallina</i>	4810±100	5530±120
ЛУ-8110	Тузла, скв. 95, инт. 15,0–15,1 м; раковины <i>Cerastoderma edule</i> , <i>Chione gallina</i>	5240±120	6020±140

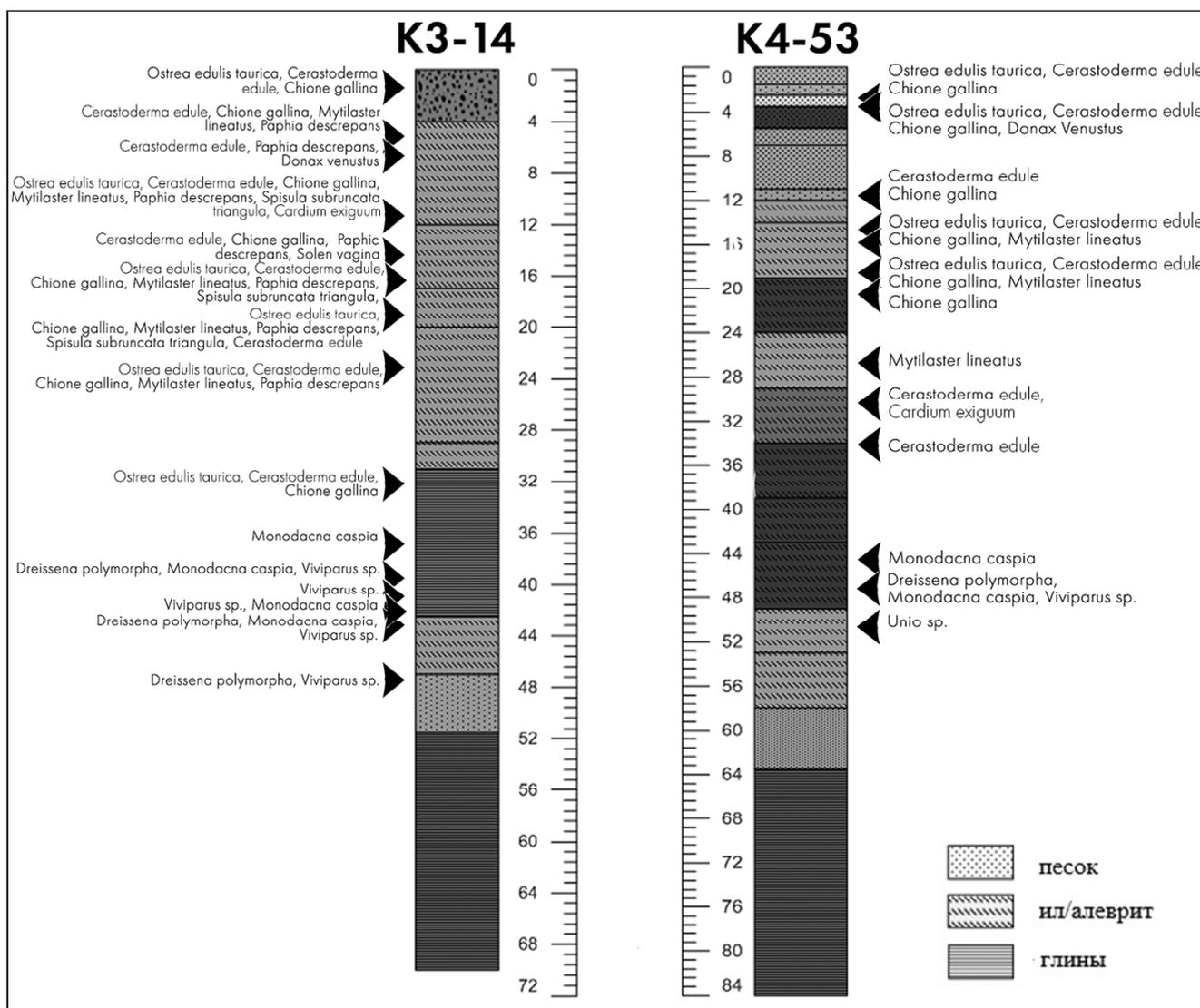


Рис. 2. Строение и малакофаунистический состав ядра скважин № К3-14 и № К4-53

Fig. 2. Structure and malacofauna composition of sediment cores № К3-14 and № К4-53

заполнения района пролива морскими водами с вытеснением солоноватоводных моллюсков в опресненные участки бассейна.

В скважинах (рис. 2) с глубины около 24 м отмечается частая встречаемость не только эвригаллиных, но и умеренно стеногаллиных средиземноморских видов, что свидетельствует о дальнейшем развитии трансгрессии. Радиоуглеродные датировки ЛУ-8110, ЛУ-8108, ЛУ-8429, отвечающие этому этапу в развитии пролива (см. таблицу), находятся в интервале 5240–4720 лет, календарный возраст – 6020–5400 лет. Он отвечает новочерноморской трансгрессии, установленной П.В. Федоровым [1963, 1978], или каламитскому этапу в развитии голоценовой трансгрессии Черного моря, выделенному Л.А. Невесской [1965]. Следует отметить, что новочерноморская трансгрессия, по заключению П.В. Федорова, была этапом самого высокого (на 2 м выше современного) уровня моря в голоцене, с самой высокой соленостью для голоценовой эпохи и вспышкой развития в нем средиземноморских видов. Согласно же представлениям Л.А. Невесской, повышение уровня, нарастание солености и увеличение видового разнообразия малакофауны в голоцене шло постепенно. Состав малакофауны в керне изученных скважин позволяет нам поддержать точку зрения П.В. Федорова.

Таким образом, на основании результатов анализа керн скважин в развитии Керченского пролива в конце позднего плейстоцена – голоцене можно выделить палеогеографические этапы (рис. 3).

Новоэвксинский регрессивный этап. Он отвечает новоэвксинской регрессии Черного моря, уровень которой имеет разные оценки: –42 [Благоволин, 1960], –70...–90 [Федоров, 1978], –110 [Ryan, 1997; Конилов, 2005], –120 м [Dolukhanov, Arslanov, 2009]. В это время произошло окончательное оформление ложбин Керченского пролива и углубление его основания до современных отметок [Благоволин, 1960]. Азовское море представляло собой низменную прибрежную равнину, через которую протекала река Дон, ее устье находилось в районе современной шельфовой зоны Черного моря. Этот этап развития Керченского пролива отвечает эпохе мак-

сима поздневалдайского оледенения (МИС 2). Максимальное похолодание эпохи отражено в спорово-пыльцевом спектре прилегающей к проливу территории [Кайтамба, 2005].

Новоэвксинский трансгрессивный этап. С началом деградации оледенения в области современного Черного моря началось развитие новоэвксинского трансгрессивного бассейна. Он имел соленость до 7‰ [Янина, 2012] и по разным оценкам достиг своего максимума около 12,5 тыс. лет назад на отметке –30...–31 м [Гидрология дельты ..., 2010]; –15...–20 м [Федоров, 1982]; около 15,4–15 тыс. лет назад – –60...–70 м [Конилов, 2005]. В это время Керченский пролив представлял собой бассейн лиманного типа, его фауна была представлена пресноводными и каспийскими слабосоленоватоводными моллюсками. Присутствие последних в отложениях керн свидетельствует о сбросе каспийских (хвальнских) вод в новоэвксинский бассейн. Лиманный бассейн в области Керченского пролива существовал около 10 110±330 лет назад.

По достижению новоэвксинским бассейном уровня Босфорского порога начался сток его вод в Средиземноморский бассейн [Гидрология дельты ..., 2010; Esin, Yanko-Hombach, 2010], зафиксированный снижением уровня новоэвксинского бассейна. Этот этап прослеживается в изменении состава малакофауны в керне скважины № К3-14 (рис. 2), где на смену комплекса, включающего каспийские слабосоленоватоводные виды, вновь пришел комплекс, состоящий из пресноводных моллюсков. Тенденцию к потеплению климата подтверждает спорово-пыльцевой анализ для долины р. Дзегута [Dolukhanov, Arslanov, 2009].

С развитием межледниковой голоценовой трансгрессии Мирового океана воды Средиземного моря начали поступать в Черноморский бассейн, их первое влияние отмечено 5–6 тыс. [Благоволин, 1960], 8 тыс. [Конилов, 2005], 9,7 тыс. [Esin, Yanko-Hombach, 2010], 10,25 тыс. [Dolukhanov, Arslanov, 2009] лет назад. Данное событие ознаменовало начало нового этапа в палеогеографии Черного моря – черноморского этапа. Этот этап четко прослеживается в керне всех четырех скважин появлением пер-

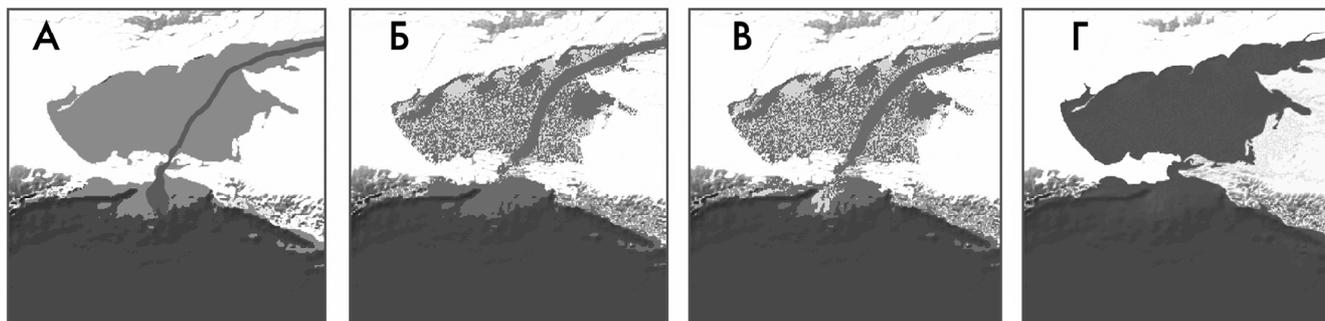


Рис. 3. Схема развития Керченского пролива в последние 25 тысяч лет: А – новоэвксинская регрессия; Б – новоэвксинская трансгрессия; В – постновоэвксинская регрессия; Г – черноморская трансгрессия

Fig. 3. Scheme of the Kerch Strait paleogeographic evolution during the recent 25 thousand years: А – the New Euxinian regression; Б – the New Euxinian transgression; В – the post-New Euxinian regression; Г – the Black Sea transgression

вых представителей средиземноморской фауны. Стадийность поступления средиземноморских вод в черноморскую котловину и постепенное увеличение его солёности привели к последовательному распространению в черноморском бассейне средиземноморских видов моллюсков – от эвригаллиных до умеренно эвригаллиных и умеренно стеногаллиных. Эта этапность ярко выражена в отложениях изученного нами керна. В развитии фауны Черного моря, согласно концепции П.В. Федорова [1978], можно выделить новочерноморский этап развития – этап повышенной солёности и самого богатого биоразнообразия средиземноморских видов моллюсков. В строении керна также отражено это событие: наибольшее количество в осадках морских умеренно стеногаллиных видов. Оно датировано нами в интервале от 6020 ± 140 до 5530 ± 120 календарных лет. Следует отметить выраженное в фаунистическом составе керна неустойчивое положение уровня моря, с разнонаправленными его колебаниями, на начальном этапе развития черноморской трансгрессии.

Залегающий выше по разрезу комплекс, состоящий только из раковин эвригаллиных моллюсков, соотносится нами с фазой фанагорийской регрессии, во время которой произошло снижение уровня моря по разным оценкам на $-5 \dots -7$ м [Федоров, 1978], $-3 \dots -2$ м [Благоволин, 1960] с некоторым опреснением акватории Керченского пролива за счет увеличившегося влияния вод р. Дон. Возраст события составил 2570 ± 140 лет.

Современный этап развития Керченского пролива охарактеризован распространением в осадках раковин средиземноморских эвригаллиных и умеренно стеногаллиных видов.

Выводы.

На основании результатов палеогеографического изучения (фациально-литологический, малакофаунистический, радиоуглеродный анализы) керна четырёх скважин, пробуренных на косе (острове) Тузла в ходе инженерно-изыскательских работ при проектировании Крымского моста, предложена схе-

ма эволюции природной среды Керченского пролива за последние 25 тысяч лет.

Выделены этапы:

– новозвксинский регрессивный этап. Азовское море представляло собой низменную прибрежную равнину, устье р. Дон располагалось в районе современной шельфовой зоны Черного моря. В районе современного пролива обитала пресноводная фауна. Этот этап развития Керченского пролива отвечает эпохе максимума поздневалдайского оледенения (МИС 2);

– новозвксинский трансгрессивный этап. Керченский пролив представлял собой бассейн лиманного типа с фауной, включающей пресноводные и каспийские слабосоленоводные виды. Присутствие последних свидетельствует о сбросе каспийских (хвалыньских) вод в новозвксинский бассейн. Лиманный бассейн в области Керченского пролива существовал около $10\,110 \pm 330$ лет назад;

– этап снижения уровня новозвксинского бассейна при достижении им уровня Босфорского порога и стоке вод в Средиземноморский бассейн. Выдвижение дельты Дона, расселение пресноводных моллюсков;

– Черноморский трансгрессивный этап. Появление и расселение представителей средиземноморской фауны – от эвригаллиных до умеренно эвригаллиных и умеренно стеногаллиных. Неустойчивое положение уровня моря с разнонаправленными его колебаниями на начальном подэтапе развития черноморской трансгрессии. Новочерноморский подэтап с уровнем моря на 2 м выше современного, повышенной солёностью и богатым биоразнообразием средиземноморских видов моллюсков; датирован интервалом от 6020 ± 140 до 5530 ± 120 лет;

– Фанагорийский регрессивный этап. Незначительное опреснение Керченского пролива за счет увеличившегося влияния вод р. Дон. Возраст события 2570 ± 140 лет;

– современный этап. Распространение средиземноморских эвригаллиных и умеренно стеногаллиных видов.

Благодарности. Работа выполнена при поддержке Русского географического общества (проект № 03/2017-Р) и РФФИ (проект № 18-05-00296).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Андрусов Н.И. Геологическое строение дна Керченского пролива // Изв. АН СССР. 1918. Сер. 6. Т. 12. № 1. С. 23–28.

Андрусов Н.И. Геологическое строение и история Керченского пролива // Бюл. МОИП. Отд. Геологии. 1926. Т. 4. № 3–4. С. 294–332.

Арсланов Х.А., Балабанов И.П., Гей Н.А. и др. Методы и результаты картирования и геохронологические привязки древних береговых линий на суше и шельфе Черноморского побережья Кавказа и Керченско-Таманского района // Колебания уровня морей и океанов за 15 000 лет. М.: Наука, 1982. С. 144–150.

Архангельский А.Д., Страхов Н.М. Геологическое строение и история развития Черного моря. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1938. 226 с.

Барг И.М., Яловенко И.П., Яценко Ю.Г. Новые данные к истории геологического развития Керченского пролива // Стратиграфия кайнозой Северного Причерноморья и Крыма. Днепропетровск, 1978. Вып. 2.

Благоволин Н.С. Происхождение и история развития Керченского пролива // Изв. Академии наук СССР. Сер. геоморфологическая. 1960. № 2. С. 105–109.

Геология шельфа Украины. Керченский пролив. Киев: Наукова думка, 1981. 186 с.

Гидрология дельты и устьевое взморье Кубани. М.: ГЕОС, 2010. 728 с.

Кайтамба М.Д. Изменение растительности Восточного Причерноморья в позднем неоплейстоцене и голоцене. Автореф. дис. ... канд. геогр. н. М., 2005. 27 с.

Кони́ков Е.Г. Колебания уровня Азово-Черноморского бассейна и миграции береговой линии в новэвксине и голоцене // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. 2005. № 2. С. 68–76.

Мордохай-Болтовской Ф.Д. Каспийская фауна в Азово-Черноморском бассейне. М.-Л.: Наука, 1960. 228 с.

Невесская Л.А. Позднечетвертичные двустворчатые моллюски Черного моря, их систематика и экология. М.: Изд-во АН СССР, 1965. 392 с.

Попов Г.И. Новые данные по стратиграфии четвертичных морских отложений Керченского пролива // Докл. АН СССР. 1973. Т. 213. № 4.

Попов Г.И. Плейстоцен Черноморско-Каспийских проливов. М.: Наука, 1983. 216 с.

Попов Г.И., Супрунова Н.И. Стратиграфия четвертичных отложений дна Керченского пролива // Докл. АН СССР. 1977. Т. 237. № 5.

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.

Скиба С.И., Щербаков Ф.А., Курпин П.Н. К палеогеографии Керченско-Таманского района в позднем плейстоцене и голоцене // Океанология. 1975. Т. XV. Вып. 5. С. 865–867.

Федоров П.В. Плейстоцен Понто-Каспия. М.: Наука, 1978. 165 с.

Федоров П.В. Последледниковая трансгрессия Черного моря и проблема изменений уровня океана за последние 15 000 лет // Колебания уровня морей и океанов за 15 000 лет. М.: Наука, 1982. С. 151–156.

Федоров П.В. Стратиграфия четвертичных отложений Крымско-Кавказского побережья и некоторые вопросы геологической истории Черного моря // Тр. ГИН АН СССР. Т. 88. М.: Наука, 1963. 157 с.

Шнюков А.Ф., Аленкин В.М., Григорьев А.В. и др. Геологическая история Керченского пролива в позднечетвертичное время // Позднечетвертичная история и седиментогенез окраинных и внутренних морей. М.: Наука, 1979. С. 161–173.

Янина Т.А. Неоплейстоцен Понто-Каспия: биостратиграфия, палеогеография, корреляция. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2012. 264 с.

Dolukhanov P.M., Arslanov H.A. Ecological crises and early human migration in the Black Sea area // Quaternary International. 2009. V. 197. P. 35–42.

Esin N.V., Yanko-Hombach V. Mathematical model of the Late Pleistocene and Holocene transgressions of the Black Sea // Quaternary International. 2010. V. 225. P. 180–190.

Ryan W.B.F., Pitman III W.C., Major C.O., Shimkus K., Moskalenko V., Jones G.A., Dimitrov P., Gorur N., Sakic M., Yuce H. An abrupt downing of the Black Sea shelf // Marine geology. 1997. V. 138. P. 119–126.

Поступила в редакцию 20.11.2017

Принята к публикации 28.12.2017

D.V. Semikolennykh¹, Kh.A. Arslanov², E.I. Ignatov³, V.L. Luksha⁴

EVOLUTION OF NATURAL ENVIRONMENT OF THE KERCH STRAIT AREA DURING RECENT 25 THOUSAND YEARS

Evolution scheme of the natural environment of the Kerch Strait for recent 25,000 years has been proposed basing on the results of paleogeographic investigation (lithology-facial, malacofaunistic, radiocarbon analyzes) of the cores of four boreholes drilled on the Tuzla spit (island) during engineering and exploration work for the construction of the Crimean bridge. The principal stages are as follows: 1 – the New Euxinian regression, which corresponded to the Late Valdaj glacial period. The Azov Sea was lowland, the Don River estuary was situated within the modern Black Sea shelf zone and freshwater fauna inhabited the Kerch Strait; 2 – the New Euxinian transgression, which corresponded to the beginning of degradation of the Late Valdaj glaciation. The Kerch Strait was a lagoon-type basin with freshwater and slightly brackish-water mollusks indicating the discharge of the Caspian Sea (Khvalynian) waters into the New Euxinian basin. The lagoon-type basin in the area of the modern Kerch Strait existed about 10,110±330 years ago; 3 – the New Euxinian basin level decrease as a result of discharge of its water to the Mediterranean Sea when it reached the Bosphorus threshold. The extension of the Don River delta and the dispersal of freshwater mollusks; 4 – The Black Sea transgression characterized by the access and dispersal of the Mediterranean species, from euryhaline to moderately euryhaline and moderately stenohaline. Unstable sea level with various fluctuations at the initial sub-stage of the Black Sea transgression. The New Black Sea sub-stage with a sea level 2 m above the present-day one, increased salinity and rich biodiversity of Mediterranean species is dated between 6020±140 and 5530±120 years ago; 5 – the Phanagorian regression with insignificant desalination of the Kerch Strait due to increased influence of the Don River water. The age of the event is 2570±140 years; 6 – the modern stage characterized by the dispersal of Mediterranean euryhaline and moderately stenohaline species.

Key words: The Kerch Strait, transgressions, regressions, Late Pleistocene, Holocene, cores, malacofauna, radiocarbon dating.

Acknowledgements. The work was financially supported by the Russian Geographical Society (project № 03/2017-P) and the Russian Foundation for Basic Research (project № 18-05-00296).

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Geomorphology and Paleogeography, master-student; e-mail: dasha.semikolennykh@gmail.com

² Saint-Petersburg State University, Institute of Earth Science, Laboratory of Geomorphologic and Paleogeographic Research of Polar Regions and the World Ocean, Chief specialist, D.Sc. in Geology and Mineralogy; e-mail: arslanovkh@mail.ru

³ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Geomorphology and Paleogeography, Professor, D.Sc. in Geography; e-mail: ign38@mail.ru

⁴ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geology, Department of Lithology and Marine Geology, Scientific Researcher; e-mail: paleo@inbox.ru

REFERENCES

- Andrusov N.I.* Geologicheskoe stroenie dna Kerchenskogo proliva [Geological structure of the Kerch Strait bottom] // *Izv. AN SSSR*. 1918. Ser. 6. T. 12. № 1. P. 23–28. (in Russian).
- Andrusov N.I.* Geologicheskoe stroenie i istoriya Kerchenskogo proliva [Geological structure and history of the Kerch Strait] // *Bull. MOIP. Otd. Geologii*. 1926. T. 4. № 3–4. P. 294–332 (in Russian).
- Arkhangelskiy A.D., Strakhov N.M.* Geologicheskoe stroenie i istoriya razvitiya Chernogo morya [Geological structure and history of evolution of the Black Sea]. M.-L.: Izd-vo AN SSSR, 1938. 226 p. (in Russian).
- Arslanov Kh.A., Balabanov I.P., Gei N.A. et al.* Metody i rezultaty kartirovaniya i geokhronologicheskie privyazki drevnikh beregovykh linij na sushe i shelfe Chernomorskogo poberezh'ya Kavkaza i Kerchensko-Tamanskogo rajona [Methods and results of mapping and geochronological linkages of ancient coastlines on land and shelf of the Black Sea coast of the Caucasus and the Kerch-Taman region] // *Kolebaniya urovnya morej i okeanov za 15 000 let*. Moscow: Nauka, 1982. P. 144–150 (in Russian).
- Barg I.M., Yalovenko I.P., Yatsenko Yu.G.* Novye dannye k istorii geologicheskogo razvitiya Kerchenskogo proliva [New data on the history of geological evolution of the Kerch Strait] // *Stratigrafiya kajnozoya Severnogo Prichernomor'ya i Kryma. Dnepropetrovsk*, 1978. V. 2 (in Russian).
- Blagovolin N.S.* Proiskhozhdenie i istoriya razvitiya Kerchenskogo proliva [Origin and history of the evolution of the Kerch Strait] // *Izv. Akademii nauk SSSR, ser. geomorfologicheskaya*. 1960. Iss. № 2. P. 105–109 (in Russian).
- Dolukhanov P.M., Arslanov H.A.* Ecological crises and early human migration in the Black Sea area // *Quaternary International*. 2009. V. 197. P. 35–42.
- Esin N.V., Yanko-Hombach V.* Mathematical model of the Late Pleistocene and Holocene transgressions of the Black Sea // *Quaternary International* 2010. V. 225. P. 180–190.
- Fedorov P.V.* Plejstocen Ponto-Kaspiya [The Ponto-Caspian Pleistocene]. M.: Nauka, 1978. 165 p. (in Russian).
- Fedorov P.V.* Poslednikovaya transgressiya Chernogo morya i problema izmenenij urovnya okeana za poslednie 15 000 let [Post-glacial transgression of the Black Sea and the problem of sea level changes during the last 15 000 years] // *Kolebaniya urovnya morej i okeanov za 15 000 let*. M.: Nauka, 1982. P. 151–156 (in Russian).
- Fedorov P.V.* Stratigrafiya chetvertichnykh otlogenij Krymsko-Kavkazskogo poberezh'ya i nekotorye voprosy geologicheskoy istorii Chernogo morya [Stratigraphy of Quaternary deposits of the Crimean-Caucasian coast and some questions of the geological history of the Black Sea] // *Tr. GIN AN SSSR*. M.: Nauka, 1963. 157 p. (in Russian).
- Geologiya shelfa Ukrainy. Kerchenskij proliv [Geology of the shelf of Ukraine. The Kerch Strait] / Ed. by A.F. Shnyukov. K.: Naukova dumka, 1981. 186 p. (in Russian).
- Gidrologiya delty i ust'evogo vzmor'ya Kubani [Hydrology of the delta and offshore of the Kuban River] / Ed. by V.N. Mikhailov. M.: GEOS, 2010. 728 p. (in Russian).
- Kaitamba M.D.* Izmenenie rastitel'nosti Vostochnogo Prichernomor'ya v pozdnem neopleistocene i golocene [Vegetation changes in the Eastern Black Sea area during the Late Neopleistocene and Holocene]. Avtoref. dis. ... cand. geogr. n. Moscow. 2005 (in Russian).
- Konikov E.G.* Kolebaniya urovnya Azovo-Chernomorskogo bassejna i migratsii beregovoj linii v novoevksine i golocene [Fluctuations of the level of the Azov-Black Sea basin and shoreline migrations during the New Euxine and Holocene] // *Geologiya and mineralnye resursy okeana*. 2005. № 2. P. 68–76 (in Russian).
- Mordukhai-Boltovskoi F.D.* Kaspijskaya fauna v Azovo-Chernomorskom bassejne [Caspian fauna in the Azov-Black Sea basin]. M.-L.: Nauka, 1960. 228 p. (in Russian).
- Nevevskaya L.A.* Pozdnechetvertichnye dvustvorchatye mollyuski Chernogo morya, ikh sistematika i ekologiya [Late Quaternary bivalves of the Black Sea, their systematics and ecology] // *Tr. Paleontologicheskogo Instituta Akademii Nauk SSSR*. M.: Nauka, 1965. 392 p. (in Russian).
- Popov G.I.* Novye dannye po stratigraphii chetvertichnykh morskikh otlozhenij Kerchenskogo proliva [New data on the stratigraphy of Quaternary marine sediments of the Kerch Strait] // *Doklady AN SSSR*. 1973. T. 213. № 4 (in Russian).
- Popov G.I.* Plejstocen Chernomorsko-Kaspijskikh prolivov [Pleistocene of the Black Sea-Caspian Straits]. M.: Nauka, 1983. 216 p. (in Russian).
- Popov G.I., Suprunova N.I.* Stratigrafiya chetvertichnykh otlozhenij dna Kerchenskogo proliva [Stratigraphy of Quaternary deposits of the Kerch Strait bottom] // *Doklady AN SSSR*. 1977. T. 237. № 5 (in Russian).
- Ryan W.B.F., Pitman III W.C., Major C.O., Shimkus K., Moskalenko V., Jones G.A., Dimitrov P., Gorur N., Sakic M., Yuce H.* An abrupt downing of the Black Sea shelf // *Marine geology*. 1997. V. 138. P. 119–126.
- Shnyukov A.F., Alenkin V.M., Grigoriev A.V. et al.* Geologicheskaya istoriya Kerchenskogo proliva v pozdnechetvertichnoe vremya [Geological history of the Kerch Strait in the Late Quaternary] // *Pozdnechetvertichnaya istoriya i sedimentogenez okrainnykh i vnutrennikh morei*. M.: Nauka, 1979. P. 161–173 (in Russian).
- Skiba S.I., Shherbakov F.A., Kuprin P.N.* K paleogeografii Kerchensko-Tamanskogo rajona v pozdnem plejstocene i golocene [To the paleogeography of the Kerch-Taman region in the Late Pleistocene and Holocene] // *Okeanologiya*. 1975. T. XV. V. 5. P. 865–867 (in Russian).
- Svitoch A.A., Selivanov A.O., Yanina T.A.* Paleogeograficheskie sobytiya plejstocena Ponto-Kaspiya i Sredizemnomor'ya (materialy po rekonstrukcii i korrelyacii) [Pleistocene paleogeographic events of the Ponto-Caspian and the Mediterranean (materials for reconstruction and correlation)]. M.: RASKHN, 1998. 288 p. (in Russian).
- Yanina T.A.* Neoplejstocen Ponto-Kaspiya: biostratigrafiya, paleogeografiya, korrelyaciya [Neopleistocene of the Ponto-Caspian: biostratigraphy, paleogeography, correlation]. Moscow: MGU, 2012. 264 p. (in Russian).

Received 20.11.2017
Accepted 28.12.2017