

УДК 551.79;551.351.2(262.81)

Ю.П. Безродных¹, В.М. Сорокин², Т.А. Янина³ОБ АТЕЛЬСКОЙ РЕГРЕССИИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ⁴

Ательская регрессия четко выражена в строении плейстоценовых отложений Северного Каспия, изученных методами сейсмоакустического профилирования, статического зондирования и вскрытых инженерно-геологическими скважинами на глубину до 80 м. На сейсмоакустических разрезах регрессия отражена врезам, проявляющимися под отражающим горизонтом в подошве хвалыньских осадков. Уровень Каспия опускался до –100 м. Регрессивная толща имеет неоднородный литологический состав, занимает стратиграфическую нишу между гирканскими и хвалыньскими трансгрессивными отложениями. Ательские осадки представлены в понижениях, выделяющихся на сейсмоакустических разрезах, чередованием суглинков и глин; возвышения, которые разделяют палеодепрессии, сложены супесями в ассоциации с суглинками. Для них характерны большая плотность (2,10–2,15 г/см³), малая влажность (<25–26%), трещиноватость, что свидетельствует о преобразовании грунтов в воздушной среде. Отмечены отдельные включения и послойные скопления растительного детрита и раковины моллюсков. Палеонтологический материал характеризует условия пресноводных либо слабосоленых неглубоких водоемов с водой, бедной биогенными элементами, но богатой карбонатами.

Радиоуглеродные датировки, полученные по гуминовым кислотам, выделенным из ательских отложений, которые заполняют палеоврезы, лежат в интервале 36 680±850–40 830±100 лет, калиброванный возраст 41 191±750–44 390±180 лет. Отмечается совпадение результатов датирования, выполненного модификациями метода в разных лабораториях — в Институте географии РАН (Москва) и в США (Lawrence Livermore National Laboratory). Максимум ательской регрессии и образование эрозионных врезов на территории Северного Каспия отвечают глобальному похолоданию в калининскую (MIS 4) ледниковую эпоху. Ее завершающие стадии — заполнение депрессий осадками пресноводных водоемов — происходили в начальные стадии межстадиала (MIS 3). Максимум ательской регрессии Каспия коррелирует с максимумом посткарангатской регрессии Черного моря. В Манычской депрессии ательской эпохе отвечает накопление верхней части буртасской (гудиловской) толщи, представленной субаэральными карбонатными суглинками со следами почвообразования.

Ключевые слова: Каспий, поздний плейстоцен, ательская регрессия, уровень бассейна, возраст, корреляция.

Введение. Ательская свита осадков впервые выделена П.А. Православлевым [1926] в Нижнем Поволжье (название получила по древнему имени р. Волги — Атель). Представлена она преимущественно континентальными образованиями разного генезиса: толщей супесей и суглинков со следами автоморфных и гидроморфных почв, с включениями раковин наземных и пресноводных моллюсков, костными остатками млекопитающих позднелитического (“мамонтная фауна”) фаунистического комплекса. В основании свиты Г.И. Горецким [1958] описаны ахтубинские отложения — перигляциальные песчаные осадки, отделенные в некоторых местах от ательских слоев “четко выраженной погребенной почвой” [Горецкий, 1966, с. 294]. Выделение перигляциальных ахтубинских песков поддержал А.И. Москвитин [1962]. Мощность ательско-ахтубинских отложений до 20 м. В их основа-

нии наблюдаются многочисленные следы мерзлотных деформаций и клиньев, сравнительно глубоко проникающих в нижележащие породы и представляющих маркирующий горизонт в Северном Прикаспии. На Волго-Уральском междуречье ательские отложения представлены разнообразными аллювиально-дельтовыми, озерно-лиманскими и субаэральными осадками, мощность которых достигает 15 м. Возрастные аналоги ательской свиты отмечаются и на других участках каспийского побережья. В Азербайджане и Дагестане это грубообломочные аллювиальные, пролювиальные и склоновые образования, вскрытые современными речными долинами, на Восточном побережье — верхняя часть песков каракумской свиты, древесно-галечниковые отложения древних предгорных шлейфов и эоловые пески массива Машад [Свиточ, 1991].

¹ АО “Моринжгеология”, Рига, гл. геолог, канд. геол.-минерал. н.; *e-mail*: officeRiga@morinzgheologia.lv

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра литологии и морской геологии, профессор, докт. геол.-минерал. н.; *e-mail*: vsorok@rambler.ru

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, лаборатория новейших отложений и палеогеографии плейстоцена, зав. лабораторией, докт. геогр. н.; *e-mail*: paleo@inbox.ru

⁴ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты № 13-05-00242 и 14-05-00227).

Ательско-ахтубинские осадки отражают регрессивный этап в позднеплейстоценовой истории Каспийского моря. Согласно представлениям О.К. Леонтьева с соавторами [Леонтьев и др., 1977], во время максимума регрессии уровень Каспия опустился до -53 м. Материалы сейсмоакустического профилирования [Лохин, Маев, 1990] свидетельствуют об уровне бассейна на отметках около -140 м. Оценки возраста регрессивного этапа неоднозначны. Так, его определения термолюминесцентным методом лежат в интервале от 80 до 28 тыс. лет, однако эти данные находятся в противоречии с полученными этим же методом определениями возраста хвалынского осадков в 48–10 тыс. лет [Шаховец, 1987]. Согласно представлениям А.Л. Чепалыги [2004], основанным на данных радиоуглеродного анализа хвалынского отложения, ательская регрессия отвечает максимуму последнего оледенения (поздневалдайского, осташковского) на Восточно-Европейской равнине, которое коррелирует с морской изотопно-кислородной стадией MIS 2. Основываясь на стратиграфо-палеогеографических материалах, ряд исследователей [Москвитин, 1962; Федоров, 1978; Янина, 2013; Yanina, 2012] относят ательскую регрессию к ранневалдайской (калининской, MIS 4) ледниковой эпохе. В работах [Свиточ, 1991; Свиточ, Янина, 1997] ее считают более длительной (максимум калининского — максимум осташковского оледенения), а более древней — авторы [Бадюкова, 2007; Рычагов, 1997, 2014], сопоставляющие с калининским оледенением раннехвалынскую трансгрессию. С продолжительной эпохой днепровского оледенения — микулинского межледниковья регрессию соотносит Ю.М. Васильев [1961].

В недавней работе Ю.А. Лаврушин, полагая вопрос о стратиграфическом положении ательских субаэральных образований одним из наиболее актуальных для палеогеографии региона, называет его “ательским парадоксом”. Он считает, что “все исследователи четвертичных отложений Северного Прикаспия, обнаруживая в разрезах пачку субаэральных суглинков, без каких-либо дополнительных обоснований относили ее к ателю, подразумевая при этом время калининского оледенения” [Лаврушин и др., 2014, с. 21]. Ю.А. Лаврушин выделяет два ательских горизонта субаэральных осадков — палеоательский и ательский, между которыми залегают отложения гирканской трансгрессии Каспия, имевшей место в средневалдайскую межстадиальную эпоху. Нижний горизонт отвечает длительной (~ 80 тыс. лет) регрессии, соответствующей временному интервалу микулинское межледниковье — калининское оледенение, а верхний — максимуму осташковского оледенения.

Все выводы получены для отложений разрезов и каспийских террас в прибрежной зоне. Мы изучали ательские отложения в разрезах четвертичных осадков на площади разрабатываемого НК “ЛУКОЙЛ” нефтяного месторождения имени Ю. Корчагина. Полученные результаты позволяют внести ясность в дискуссионные вопросы.

Основная задача работы — на основании комплексного исследования ательских отложений, вскрытых инженерно-геологическими скважинами в Северном Каспии, предложить решение вопроса о масштабе, времени проявления регрессии и ее корреляции с палеогеографическими событиями на сопредельных территориях.

Материалы и методы исследований. Район исследований находится в центральной части Северо-Каспийской равнины на расстоянии ~ 140 км от западного побережья, на 180 км юго-восточнее г. Астрахань. Это обширная мелководная котловина Широкая, обрамленная на юге банками Кулалинская и Безымянная. Глубина моря в районе исследований 11–13 м (рис. 1). В основу работы положены результаты обработки двухчастотных сейсмоакустических профилей (~ 2000 км), материалов статического зондирования толщи осадков в объеме ~ 900 м и инженерно-геологического бурения на глубину до 80 м с общей длиной керна около 1800 м. Лабораторные исследования включали литологический и геотехнический анализ состава и свойств грунтов, флористическое и фаунистическое изучение заключенных в них органических остатков. Определения абсолютного возраста ательских отложений выполнены двумя модификациями радиоуглеродного метода в Институте географии РАН (ИГАН) и в Ливерморской национальной лаборатории (Lawrence Livermore National Laboratory, США, индекс САМ). Для определения календарного возраста использованы принципы, изложенные в [Reimer et al.,

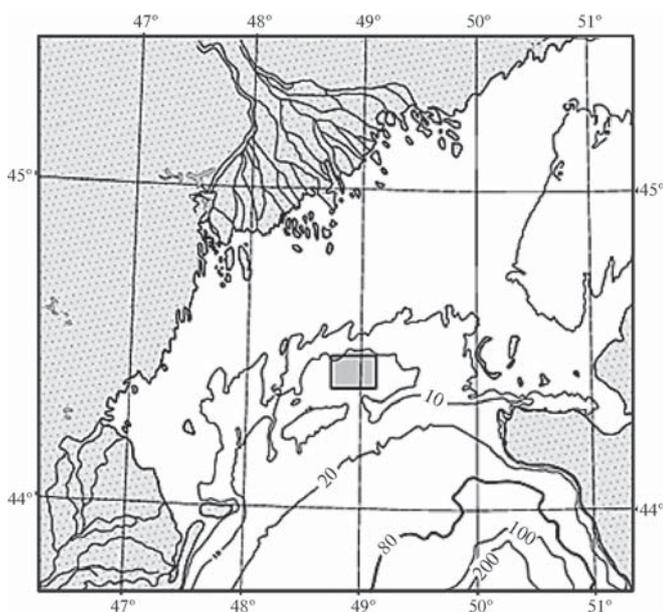


Рис. 1. Положение изученного района (обозначен прямоугольником) в Северном Каспии

2013], калибровочная программа Calib7.0.2 [Stuiver et al., 2014]. Для анализа образцов раковинного материала применена калибровочная база данных marine13.14c с коррекцией $\Delta R = 74 \pm 23$ на основе данных [Kuzmin et al., 2007], для образцов гуминовых кислот из торфа — intcal13.14c.

Результаты исследований и их обсуждение. На сейсмоакустических разрезах ательская регрессия выражена врезам, четко проявляющимися под отражающим горизонтом ОГ-4, который трассируется по подошве хвалынских отложений (рис. 2). Они аналогичны описанным нами депрессиям мангышлакской регрессивной эпохи, распространенным в верхах разреза под новокаспийскими осадками [Безродных и др., 2014].

Строение разреза на 5 участках изученного района, положение и литологический состав осадочной толщи, сформировавшейся и претерпевшей вторичное преобразование в субаэральной среде в период ательской регрессии, показаны на рис. 3 и 4. Регрессивные отложения залегают на осадках гирканской трансгрессии [Янина и др., 2014; Yanina et al., 2013], представленных пачкой весьма однородных по составу глин с редкими послойными скоплениями раковинного материала. Радиоуглеродный анализ раковин моллюсков показал их возраст от 47 до >55 тыс. лет (таблица). Отметим, что предполагаемый геологический возраст гирканских осадков лежит за пределами возможностей этого метода, что вызывает необходимость дополнительных геохронологических исследований.

Перекрыты ательские образования слоем ракушечных и ракушечно-песчаных отложений, залегающих в основании хвалынского горизонта. По данным исследований сцинтилляционным радио-

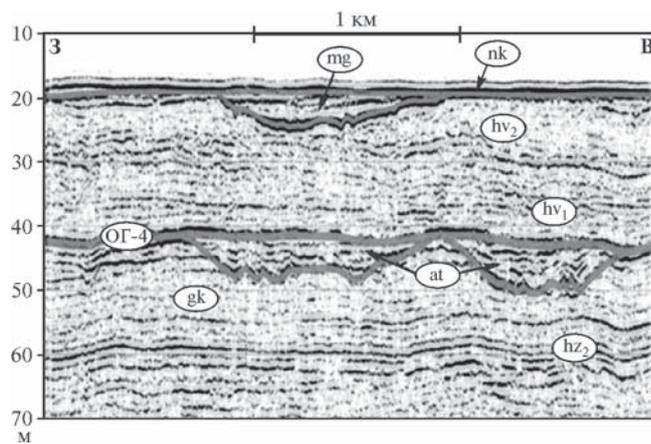


Рис. 2. Характер отображения на сейсмоакустическом разрезе особенностей стратификации грунтовой толщи, отражающих горизонтов и положения в разрезе палеодепрессий, выработанных в ательской (at) и мангышлакскую (mg) регрессивные эпохи

углеродным методом двух образцов раковин моллюсков, отобранных из этого слоя, получены две близкие датировки: ^{14}C 27 200±340 лет ВР (МГУ-1556) и ^{14}C 27 215±330 лет ВР (МГУ-1616). Датировки раковин из этих же отложений с соседних площадей лежат в интервале от 29 200±1220 (ЛУ-5953) до 31 600±420 лет (ЛУ-6885), калиброванный возраст от 33 860±1490 до 36 580±340 лет [Безродных и др., 2013, 2014; Arslanov et al., 2013; Yanina et al., 2013].

Ательская регрессивная толща имеет неоднородный литологический состав, отложения отличаются специфическими свойствами. В ней, чередуясь, залегают суглинки, глины, находящиеся в полутвердом, реже в тугопластичном состоянии, супесь пластичная. При этом глины, переслаивающиеся с суглинками, характерны для понижений,

Результаты радиоуглеродного датирования

Лабораторный номер	Горизонт	Материал для анализа	Абсолютный возраст	
			^{14}C	калиброванный (средний)
МГУ-1556	низы Q ₃ hv	раковины	27 200±340	31 906±357
МГУ-1616	низы Q ₃ hv		27 215±330	31 912±245
ЛУ-5953	низы Q ₃ hv		29 200±1220	33 860±1490
ЛУ-6885	низы Q ₃ hv		31 600±420	36 580±340
ЛУ-7025	низы Q ₃ hv		28 550±1950	33 510±1970
ИГАН-4541	Q ₃ at	гуминовые кислоты	36 680±850	40 441—41 941 (41 191±750)
САМ 163762	Q ₃ at		37 100±660 AMS	41 062—42 131 (41 596±534)
ИГАН-4542	Q ₃ at		40 830±100	44 210—44 570 (44 390±180)
САМ	Q ₃ hz ₂ (gk)	раковины	44 560±850 AMS	46 595—48 531 (47 563±968)
САМ	Q ₃ hz ₂ (gk)		46 000±1300 AMS	47 903—50 000

Примечание. Индексы датировок: МГУ — лаборатория новейших отложений и палеогеографии плейстоцена географического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова; ЛУ — лаборатория геохронологии и палеогеографии Санкт-Петербургского государственного университета; ИГАН — Институт географии РАН; САМ — Lawrence Livermore National Laboratory (США).

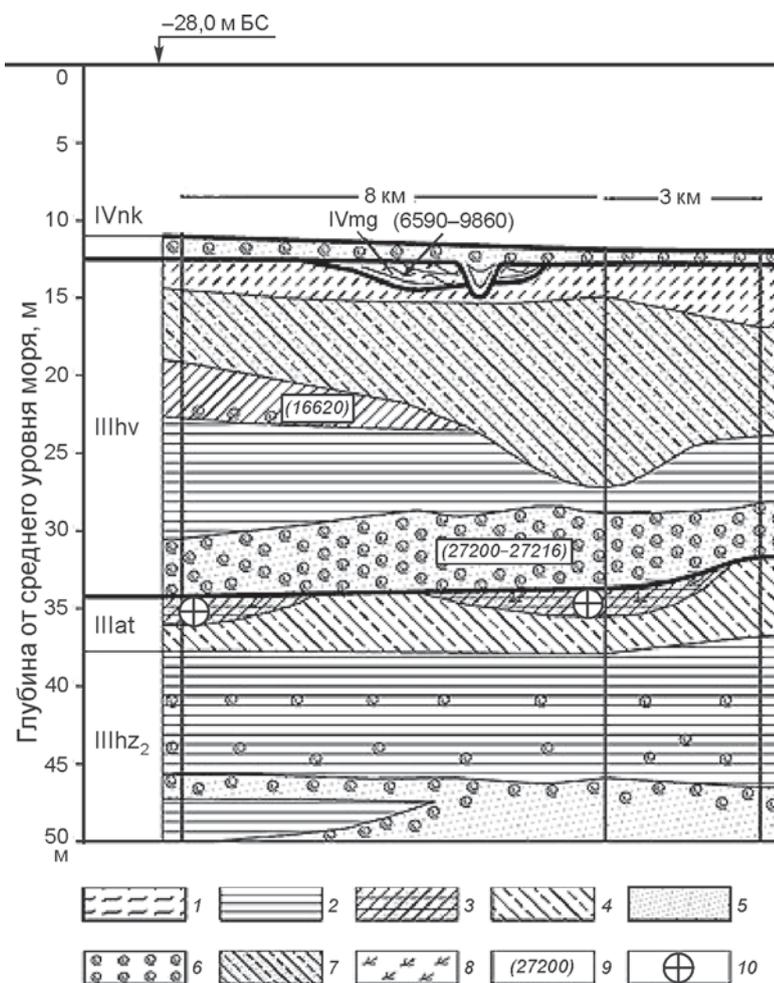


Рис. 3. Схема строения разреза верхней части плейстоценовой толщи по данным инженерно-геологического бурения и сейсмоакустического профилирования: 1 — ил, 2 — глина, 3 — суглинок и глина с включениями растительного детрита, 4 — суглинок и супесь, 5 — песок пылеватый и мелкий, 6 — раковинный материал, 7 — переслаивание пылево-глинистых грунтов и песка пылеватого (комплекс авандельтовых отложений), 8 — включения растительных остатков, 9 — радиоуглеродный возраст раковинного материала (лет), 10 — образцы на палеонтологические исследования и определения абсолютного возраста. Возраст горизонтов: IVnk — новокаспийский, IVmg — мангышлакский, IIIhv — хвалынский, IIIat — ательский, IIIhz₂ — позднехазарский

выделяющихся на сейсмоакустических разрезах, а супеси в ассоциации с суглинками слагают возвышения, которые разделяют эти палеодепрессии. В отложениях, главным образом в понижениях, вверху интервала отмечены отдельные включения и послойные скопления растительного детрита с обрывками длиной до 5 см (рис. 5) и включения раковин. Преобладает коричневая окраска отложений. У кровли в местах скопления органического материала осадки имеют темно-серую и серую окраску. К характерным особенностям грунтов, отличающим их от подстилающих и перекрывающих отложений, относятся большая плотность (2,10–2,15 г/см³), малая влажность, не превышающая обычно 25–26%, а также наличие мелких трещин (рис. 5). Перечисленные особенности грунтов свидетельствуют о преобразовании их в воздушной среде, что сопровождалось “высушиванием” — обезвоживанием и уплотнением осадков. Отложения содержат закисное железо в виде гидротроилита.

Состав органических остатков характеризует водно-болотные условия пресноводных либо слабо-

солончатых неглубоких водоемов с водой, бедной биогенными элементами, но богатой карбонатами. Среди растительного материала преобладают фрагменты высших водных растений (роголистник и рогоз), присутствуют остатки вольвоксовых, синезеленых, харовых (оогонии), десмидиевых водорослей. Малакофауна представлена раковинами обитателей пресноводных или слабосоленых водоемов: *Unio* sp., *Dreissena polymorpha polymorpha*, *Anisus eichwaldi*, *Valvata piscinalis*, *Theodoxus pallasii*, *Limnea stagnalis*, встречаются наземные гастроподы. В составе включений присутствуют фрагменты насекомых, чешуя рыб.

Для гуминовых кислот, выделенных из ательских отложений, которые заполняют палеоврезы, впервые получены радиоуглеродные датировки (таблица), лежащие в интервале 36 680±850–40 830±100 лет, калиброванный возраст 41 191±750–44 390±180 лет. Отметим совпадение результатов датирования, выполненного модификациями метода в разных лабораториях. Полученные даты не противоречат материалам датирования как перекры-

вающее на суровые условия начальных этапов ее накопления, не противоречит полученным результатам. Напомним, что в ее основании залегают перигляциальные ахтубинские осадки, клиньями проникающие в нижележащий горизонт (обычно это микулинская погребенная почва) и содержащие тундрово-степные палинологические спектры [Гричук, 1954; Москвитин, 1962; Свиточ, Янина, 1997]. Они отвечают максимуму похолодания ранневалдайской ледниковой эпохи. В последние годы широко распространено представление о начале валдайской ледниковой эпохи уже в первой половине пятой изотопной стадии — MIS 5d [Brewer et al., 2008; Mangerud, 1989; Svendsen et al., 2004]. Нами в публикациях [Безродных и др., 2013; Янина, 2013; Янина и др., 2014; Yanina et al., 2013] были представлены палеогеографические свидетельства существования тепловодных каспийских бассейнов в течение всей стадии MIS 5 (130–70 тыс. л.н.) и развития в регионе условий, отвечающих ледниковой эпохе, лишь в MIS 4 (70–57 тыс. л.н.). Этой эпохе отвечает снижение уровня моря и образование эрозионных врезов на территории освободившегося от гирканских вод Северного Каспия, четко выраженных на сейсмоакустических профилях. Радиоуглеродные датировки отложений, завершающих ательский этап осадконакопления, не противоречат этому. Согласно нашим данным по профилированию и строению скважин, уровень Каспия опускался до –100 м.

Межстадиальному смягчению климата интервала MIS 3 (57–24 тыс. л.н.) в условиях снижения испарения и увеличения стока отвечают повышение уровня Каспия и ранние стадии хвалынской трансгрессии, датировки которых приведены в таблице. На побережье Северного Каспия в эту эпоху еще накапливались ательские отложения. Слабовыраженные горизонты почв в их строении отражают этапы смягчения климата. Об этом же свидетельствуют и палинологические материалы [Гричук, 1954; Москвитин, 1962], указывающие на смену тундрово-степных условий (ахтубинские осадки) таежными (низы ательской толщи) и постепенное появление вяза, дуба и липы наряду с березой, сосной и елью, а в травяных сообществах — злаковых и разнотравья (верхняя часть разреза).

В палеогеографических построениях для этого региона дискуссионна и проблема корреляции ательской регрессивной эпохи Каспия с событиями в Черном море [Горецкий, 1966; Попов, 1983; Рычагов, 1997; Свиточ, Янина, 1997; Федоров, 1978; Чепалыга, 2004; Янина, 2013]. Морская межледниковая карангатская трансгрессия в ранневалдайскую эпоху максимального похолодания вслед за ледниковой регрессией океана сменилась значительным понижением (до –100 м) уровня черноморского бассейна [История..., 1988; Щербаков и др., 1977]. Морские условия сменились солоноватоводными [Жузе и др., 1980; История..., 1988]. Виды диатомей

свидетельствуют об их принадлежности к холодным, слабоминерализованным водоемам. Произошло значительное похолодание климата, на что указывают спорово-пыльцевые комплексы [Жузе и др., 1980; Щербаков и др., 1977]. Максимум посткарангатской регрессии Черного моря мы коррелируем с максимумом ательской регрессии Каспия. Дальнейшее развитие событий в двух бассейнах шло синхронно — трансгрессивное развитие в межстадиальную эпоху (MIS 3) и регрессия обоих бассейнов в последний ледниковый максимум (MIS 2).

Согласно представлениям [Попов, 1983; Свиточ, 1991, 2014; Свиточ, Янина, 1997; Федоров, 1978], ательской свите Северного Прикаспия в Маньчской депрессии отвечает буртасская (гудиловская) толща озерных отложений, отмечающая переход от морского (гирканский пролив) к континентальному режиму развития. Буртасское озеро занимало значительную часть депрессии и представляло собой пресноводный водоем, проточный на начальных этапах своего существования (реофильные моллюски в основании толщи). Мощность толщи достигает 30 м, она включает до 3 в разной степени выраженных горизонтов ископаемых почв. Логично предположить, что такое обширное озеро в депрессии между Каспием и Понтом не могло существовать продолжительное время в условиях их глубокой регрессии без трансгрессивного “подпора”. Анализ буртасской толщи [Горецкий, 1966; Попов, 1983] показывает ее неоднородность и генетическую принадлежность. Залегающая в основании пачка тонкослоистых супесчано-суглинистых и глинистых осадков, часто с включениями раковин пресноводных моллюсков, озерная, она отвечает завершению карангатско-гирканского этапа развития региона. И только верхняя часть толщи — субаэральные карбонатные загипсованные суглинки со следами почвообразования — коррелятна, по нашему мнению, ательской свите Прикаспия.

Выводы:

— аТЕЛЬСКАЯ регрессия Каспия четко выражена в строении плейстоценовых отложений его северного бассейна, изученных сейсмоакустическим профилированием, статическим зондированием и вскрытых инженерно-геологическими скважинами. На сейсмоакустических разрезах она отражена врезам, проявляющимися под отражающим горизонтом в подошве хвалынских осадков. Регрессивная толща имеет неоднородный литологический состав, занимает стратиграфическую нишу между гирканскими и хвалынскими трансгрессивными отложениями;

— согласно данным профилирования и строению скважин, уровень Каспия опускался до –100 м;

— аТЕЛЬСКИЕ осадки представлены в понижениях, выделяющихся на сейсмоакустических разрезах, чередованием суглинков и глин; возвышения, разделяющие палеодепрессии, сложены супесями в ассоциации с суглинками. Для них характерны

большая плотность (2,10–2,15 г/см³), малая влажность (<25–26%), трещиноватость, что свидетельствует о преобразовании грунтов в воздушной среде. Отмечены отдельные включения и послойные скопления растительного детрита, а также раковины моллюсков;

— палеонтологический материал характеризует водно-болотные условия пресноводных либо слабосоленых неглубоких водоемов с водой, бедной биогенными элементами, но богатой карбонатами;

— радиоуглеродные датировки, полученные по гуминовым кислотам, которые выделены из ательских отложений, заполняющих палеоврезы, лежат в интервале 36 680±850–40 830±100, калиброванный возраст 41 191±750–44 390±180 лет. Отмечается совпадение результатов датирования, выполнен-

ного разными модификациями метода в разных лабораториях;

— максимум ательской регрессии и образование эрозийных врезов на территории Северного Каспия отвечают глобальному похолоданию в калининскую (MIS 4) ледниковую эпоху. Ее завершающие стадии — заполнение депрессий осадками пресноводных водоемов — происходили в начальные стадии межстадиала (MIS 3);

— максимум ательской регрессии Каспия коррелирует с максимумом посткарангатской регрессии Черного моря. В Маньчской депрессии ательской эпохе отвечает накопление верхней части буртаской (гудиловской) толщи, представленной субаэральными карбонатными суглинками со следами почвообразования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

REFERENCES

- Бадюкова Е.Н.* Возраст хвалыньских трансгрессий Каспийского моря // *Океанология*. 2007. Т. 47, № 3. С. 432–438.
- Badyukova E.N.* Vozrast hvalynskih transgressiy Kaspiyskogo morya [Age of the Khvalynian transgressions of the Caspian Sea], *Oceanologiya*, 2007, V. 47, no 3, pp. 432–438 (in Russian).
- Безродных Ю.П., Романюк Б.Ф., Делия С.В.* и др. Биостратиграфия, строение верхнечетвертичных отложений и некоторые черты палеогеографии Северного Каспия // *Стратиграфия. Геол. корреляция*. 2004. Т. 12, № 1. С. 114–124.
- Bezrodnykh Yu.P., Romanyuk B.F., Deliya S.V., Magomedov R.D., Sorokin V.M., Parunin O.B., Babak E.V.* Biostratigrafiya, stroenie verhnechetvertichnykh otlozheniy i nekotorye cherty paleogeografii Severnogo Kaspiya [Biostratigraphy, structure of the upper Quaternary deposits and some features of the paleogeography of the Northern Caspian Sea], *Stratigrafiya. Geologicheskaya correlyatsiya*, 2004, V. 12, no 1, pp. 114–124 (in Russian).
- Безродных Ю.П., Делия С.В., Романюк Б.Ф.* и др. Новые данные о биостратиграфии и палеогеографии позднего плейстоцена Каспия // *Фундаментальные проблемы квартера, итоги изучения и основные направления дальнейших исследований*. Ростов н/Д: ЮНЦ РАН, 2013. С. 56–57.
- Bezrodnykh Yu.P., Deliya S.V., Romanyuk B.F., Sorokin V.M., Yanina T.A., Arslanov Kh.A.* Novye dannye o biostratigrafii i paleogeografii pozdnego plystotsena Kaspiya [New data on the biostratigraphy and paleogeography of the Caspian late Pleistocene], *Fundamentalnye problemy kvartera, itogi izucheniya i osnovnye napravleniya dal'neyshikh issledovaniy*. YuNTs RAN, Rostov-na-Donu, 2013, pp. 56–57 (in Russian).
- Безродных Ю.П., Делия С.В., Романюк Б.Ф.* и др. Мангышлакские отложения (голоцен) Северного Каспия // *Стратиграфия. Геол. корреляция*. 2014. Т. 22, № 4. С. 88–108.
- Bezrodnykh Yu.P., Deliya S.V., Romanyuk B.F., Fedorov V.I., Sorokin V.M., Luksha V.L.* Mangyshlakskie otlozheniya (golotsen) Severnogo Kaspiya [Mangyshlakian deposits (Holocene) of the Northern Caspian Sea], *Stratigrafiya. Geologicheskaya correlatsiya*, 2014, V. 22, no 4, pp. 88–108 (in Russian).
- Васильев Ю.М.* Антропоген Южного Заволжья. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 128 с.
- Vasil'ev Yu.M.* Antropogen Yuzhnogo Zavolzh'ya [Anthropogene of the Southern Volga Region]. *Izd-vo AN SSSR, Moscow*, 1961, 128 p. (in Russian).
- Горецкий Г.И.* О перигляциальной формации // *Бюлл. комиссии по изучению четвертич. периода*. Вып. 22. М., 1958. С. 3–23.
- Goretskiy G.I.* O periglyatsial'noy formatsii [About the periglacial formation], *Bull. komissii po izucheniyu chetvertichnogo perioda*, 1958, no 22, pp. 3–23 (in Russian).
- Горецкий Г.И.* Формирование долины р. Волги в раннем и среднем антропогене. М.: Наука, 1966. 412 с.
- Goretskiy G.I.* Formirovanie doliny r. Volgi v rannem i srednem antropogene [Formation of the valley of the Volga River in the early and middle Anthropogene], *Nauka, Moscow*, 1966, 412 p. (in Russian).
- Гричук В.П.* Материалы к палеоботанической характеристике четвертичных и плиоценовых отложений северо-западной части Прикаспийской низменности // *Мат-лы по геоморфологии и палеогеографии СССР*. Вып. 11. М.: Изд-во АН СССР, 1954. С. 5–79.
- Grichuk V.P.* Materialy k paleobotanicheskoy harakteristike chetvertichnykh i pliotsenovykh otlozheniy severo-zapadnoy chasti Prikaspiyskoy nizmennosti [Materials to the paleobotanical characteristic of Quaternary and Pliocene deposits of northwest part of Caspian Depression], *Mater. po geomorfologii i paleogeografii SSSR, Iss. 11, Izd-vo AN SSSR, Moscow*, 1954, pp. 5–79 (in Russian).
- Жузе А.П., Коренева Е.В., Мухина В.В.* Палеогеография Черного моря по данным изучения диатомей и спорово-пыльцевого анализа глубоководных отложений // *Геологическая история Черного моря по результатам глубоководного бурения*. М.: Наука, 1980. С. 77–86.
- Zhuze A.P., Koreneva E.V., Mukhina V.V.* Paleogeografiya Chernogo morya po dannym izucheniya diatomey i sporovopyl'tsevogo analiza glubokovodnykh otlozheniy [Paleogeography of the Black Sea according to studying of diatoms and the sporous and pollen analysis of deep-water deposits], *Geologicheskaya istoriya Chernogo morya po rezul'tatam*

glubokovodnogo bureniya, Nauka, Moscow, 1980, pp. 77–86 (in Russian).

История геологического развития континентальной окраины западной части Черного моря. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1988. 312 с.

Istoriya geologicheskogo razvitiya kontinental'noy okrainy zapadnoy chasti Chernogo morya [History of geological development of the continental area of the western part of the Black Sea], Izd-vo Mosk. un-ta, Moscow, 1988, 312 p. (in Russian).

Лаврушин Ю.А., Спиридонова Е.А., Тудрин А. и др. Каспий: гидрологические события позднего квартала // Бюлл. комиссии по изучению четвертич. периода. 2014. Вып. 73. С. 19–51.

Lavrushin Yu.A., Spiridonova E.A., Tudrun A. i dr. Kaspiy: gidrologicheskie sobytiya pozdnego kvartera [The Caspian Sea: hydrological events of the late Quarter], Bull. komissii po izucheniyu chetvertichnogo perioda, 2014, no 73, pp. 19–51 (in Russian).

Леонтьев О.К., Маев Е.Г., Рычагов Г.И. Геоморфология берегов и дна Каспийского моря. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1977. 210 с.

Leontyev O.K., Mayev E.G., Rychagov G.I. Geomorfologiya beregov i dna Kaspiyskogo morya [Geomorphology of coast and bottom of the Caspian Sea], Izd-vo Mosk. un-ta, Moscow, 1977, 210 p. (in Russian).

Лохин М.Ю., Маев Е.Г. Позднеплейстоценовые дельты на шельфе северной части Среднего Каспия // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 1990. № 3. С. 34–40.

Lokhin M.Yu., Mayev E.G. Pozdnepleystotsenovyie del'ty na shel'fe severnoy chasti Srednego Kaspiya [Late Pleistocene deltas on the shelf of northern part of the Middle Caspian Sea], Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 5. Geografiya, 1990, no 3, pp. 34–40 (in Russian).

Москвитин А.И. Плейстоцен Нижнего Поволжья. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 263 с.

Moskvitin A.I. Pleistotsen Nizhnego Povolzh'ya [Pleistocene of the Lower Volga region], Izd-vo AN SSSR, Moscow, 1962, 263 p. (in Russian).

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

Popov G.I. Pleistotsen Chernomorsko-Kaspiyskih proливov [Pleistocene of the Black — Caspian Sea straits], Nauka, Moscow, 1983, 216 p. (in Russian).

Православлев П.А. Каспийские осадки в низовьях р. Волги // Изв. Центрального гидрометбюро. 1926. Вып. 6. С. 1–77.

Pravoslavlev P.A. Kaspiyskie osadki v nizov'yah r. Volgi [Caspian deposits in the Lower area of Volga river], Izvestiya Tsentral'nogo gidrometbyuro, 1926, Vyp. 6, pp. 1–77 (in Russian).

Рычагов Г.И. Плейстоценовая история Каспийского моря. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1997. 267 с.

Rychagov G.I. Pleystotsenovaya istoriya Kaspiyskogo morya [Pleistocene history of the Caspian Sea], Izd-vo Mosk. un-ta, Moscow, 1997, 267 p. (in Russian).

Рычагов Г.И. Хвалынский этап в истории Каспийского моря // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2014. № 4. С. 3–9.

Rychagov G.I. Hvalynskiy etap v istorii Kaspiyskogo morya [Khvalynian epoch in the history of the Caspian Sea], Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 5. Geografiya, 2014, no 4, pp. 3–9 (in Russian).

Свиточ А.А. Колебания уровня Каспийского моря в плейстоцене (классификация и систематическое описа-

ние) // Каспийское море. Палеогеография и геоморфология. М.: Наука, 1991. С. 5–100.

Svitoch A.A. Kolebaniya urovnya Kaspiyskogo morya v pleistotsene (klassifikatsiya i sistematicheskoe opisaniye) [Fluctuations of level of the Caspian Sea in the Pleistocene (classification and the systematic description)], Kaspiyskoe more. Paleogeografiya i geomorfologiya. Nauka, Moscow, 1991, pp. 5–100 (in Russian).

Свиточ А.А. Большой Каспий: строение и история развития. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2014. 272 с.

Svitoch A.A. Bol'shoi Kaspiy: stroenie i istoriya razvitiya [The Big Caspian: structure and history of development], Izd-vo Mosk. un-ta, Moscow, 2014, 272 p. (in Russian).

Свиточ А.А., Янина Т.А. Четвертичные отложения побережий Каспийского моря. М.: РАСХН, 1997. 267 с.

Svitoch A.A., Yanina T.A. Chetvertichnyie otlozheniya poberezhnyy Kaspiyskogo morya [Quaternary deposits of the coasts of the Caspian Sea], RASKhN, Moscow, 1997, 267 p. (in Russian).

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

Fedorov P.V. Pleystotsen Ponto-Kaspiya [Pleistocene of the Pont-Caspian region], Nauka, Moscow, 1978, 165 p. (in Russian).

Чепалыга А.Л. Позднеледниковое обводнение в Понто-Каспийском бассейне как прототип Всемирного потопы // Экология антропогена и современности: природа и человек. СПб.: Гуманистика, 2004. С. 83–88.

Chepalyga A.L. Pozdnelednikovoe obvodnenie v Ponto-Kaspiyskom bassejne kak prototip Vsemirnogo potopa [Late glacial flood in the Ponto-Caspian Basin as the Flood prototype], Ecologiya antropogena i sovremennosti: priroda i chelovek, Gumanistika, St.-Peterburg, 2004, pp. 83–88 (in Russian).

Шахоев С.А. Хронология палеогеографических событий позднего плейстоцена Нижней Волги (по данным термолюминесцентного метода): Автореф. канд. дисс. М., 1987. 24 с.

Shakhovets S.A. Khronologiya paleogeograficheskikh sobytiy pozdnego pleystotsena Nizhney Volgi (po dannym termoluminescentnogo metoda) [Chronology of the paleogeographical events of the late Pleistocene of the Lower Volga area (according to termoluminescence method)], Avtoref. kand. diss., Moscow, 1987, 24 p. (in Russian).

Шербakov Ф.А., Куприн П.Н., Забелина Э.К. Палеогеография Азово-Черноморья в позднем плейстоцене и голоцене // Палеогеография и отложения плейстоцена южных морей СССР. М.: Наука, 1977. С. 51–60.

Sherbakov F.A., Kuprin P.N., Zabelina E.K. Paleogeografiya Azovo-Chernomor'ya v pozdnem pleystotsene i golotsene [Paleogeography of the Azov-Black Sea during late Pleistocene and Holocene], Paleogeografiya i otlozheniya pleystotsena yuzhnyh morey SSSR, Nauka, Moscow, 1977, pp. 51–60 (in Russian).

Янина Т.А. Эволюция природной среды Понто-Каспия в условиях глобальных изменений климата позднего плейстоцена // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2013. № 1. С. 3–16.

Yanina T.A. Evolyutsiya prirodnoy sredy Ponto-Kaspiya v usloviyakh global'nyh izmeneniy klimata pozdnego pleystotsena [Evolution of the environment of the Ponto-Caspian region under the global climatic change of the late Pleistocene], Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 5. Geografiya, 2013, no 1, pp. 3–16 (in Russian).

Янина Т.А., Сорокин В.М., Безродных Ю.П., Романюк Б.Ф. Гирканский этап в плейстоценовой истории Каспий-

ского моря // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2014. № 3. С. 3–9.

Yanina T.A., Sorokin V.M., Bezrodnykh Yu.P., Romanyuk B.F. Girkanskiy etap v pleystotsenovoy istorii Kaspiyskogo morya [Girkanian epoch in the Pleistocene history of the Caspian Sea], *Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 5. Geografiya*, 2014, no 3, pp. 3–9 (in Russian).

Arslanov Kh.A., Svitoch A.A., Yanina T.A., Chepalyga A.L., Maksimov F.E., Chernov S.B., Tertychnyi N.I., Starikova A.A. On the age of the Khvalynian transgression in the Caspian Sea according to ^{14}C and $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ methods // *Proceedings of the International Conference IGCP 610 "From the Caspian to Mediterranean: Environmental Change and Human response during the Quaternary"*. Tbilisi: Itd Sachino, 2013. P. 10–13.

Brewer S., Guiot J., Sanchez-Goni M.F., Klotz S. The climate in Europe during the Eemian: a multi-method approach using pollen data // *Quaternary Sci. Rev.* 2008. N 27. P. 2303–2315.

Kuzmin Y.V., Nevesskaya L.A., Krivonogov S.K., Burr G.S. Apparent C-14 ages of the 'pre-bomb' shells and correction values (R, $U\Delta R$) for Caspian and Aral Seas (Central Asia) // *Nuclear instruments and methods in physics research.* 2007. N 259. P. 463–466.

Mangerud J. Correlation of the Eemian and the Weichselian with deep sea oxygen isotope stratigraphy // *Quatern. Intern.* 1989. N 3/4. P. 1–4.

Reimer P.J., Bard E., Bayliss A. et al. Selection and treatment of data for radiocarbon calibration: an update to the International Calibration (IntCal) criteria // *Radiocarbon.* 2013. Vol. 55, N 4. P. 1923–1945.

Stuiver M., Reimer P.J., Reimer R. CALIB radiocarbon calibration. 2014. URL: <http://calib.qub.ac.uk/calib/> (Accessed: 08.02.2015).

Svendsen J., Alexanderson H., Astakhov et al. Late Quaternary ice sheet history of northern Eurasia // *Quatern. Sci. Rev.* 2004. N 23. P. 1229–1271.

Yanina T.A. Correlation of the Late Pleistocene paleogeographical events of the Caspian Sea and Russian Plain // *Quatern. Intern.* 2012. N 271. P. 120–129.

Yanina T.A., Sorokin V.M., Bezrodnykh Yu.P., Romanyuk B.F. Paleogeography of the Caspian late Pleistocene: new data // *IGCP 610 from the Caspian to Mediterranean: Environmental change and human response during the Quaternary.* Tbilisi: Ilia State University, 2013. P. 156–158.

Поступила в редакцию
09.02.2015

Yu.P. Bezrodnykh, V.M. Sorokin, T.A. Yanina

ABOUT THE ATELIAN REGRESSION OF THE CASPIAN SEA

The Atelian regression is well pronounced in the structure of the Pleistocene deposits of the Northern Caspian Sea which were studied by seismoacoustic profiling, static sounding and opened with engineering-geological wells to the depth of 80 m. It is seen on the seismoacoustic profiles by the depressions under the reflecting horizon in the base of the Khvalynian deposits. The Caspian Sea level was 100 m below the actual one at those times. The regression strata are not lithologically uniform, taking a stratigraphic position in between the Girkanian and Khvalynian transgression deposits. The Aelian deposits are the alternating loams and clays in paleodepressions, while the uplands are formed of sandy loams in association with loams. They are characterized with high densities (2.10–2.15 g/cm³), low humidity (<25–26%) and pronounced fracturing, which suggests that they were transformed in the open air. They have individual inclusions and layer accumulations of plant detritus and mollusk shells. The palaeontologic material proves the fresh-water or slightly brackish-water conditions of shallow basins filled with biogene-poor but carbonate-rich water.

The radiocarbon datings of the humic acids extracted from the Atelian deposits from the palaeodepressions are within the range of 36 680±850–40 830±100 years; the calibrated age is 41 191±750–44 390±180 years. The results of dating performed by the radiocarbon method modifications at different laboratories (Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, Moscow, and the Lawrence Livermore National Laboratory, USA) match together. The maximum of the Atelian regression and the formation of erosion depressions within the Northern Caspian Sea area coincide with the global cooling during the Kalinin (MIS 4) Ice Age. The final stages of the regression (filling of depressions with the fresh-water deposits) took place during the initial stages of the interstadial (MIS 3) epoch. The maximum of the Atelian regression correlates well with the maximum of the post-Karangatian regression of the Black Sea. And the accumulation of the upper part of the Burtass (Gudilov) strata composed of subaerial carbonate loams with soil-formation traces corresponds with the Atelian regression within the Manych depression.

Key words: Atelian regression, radiocarbon dating, the Caspian Sea.