

**Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова**

Географический факультет

**ВОПРОСЫ ГЕОМОРФОЛОГИИ И
ПАЛЕОГЕОГРАФИИ МОРСКИХ
ПОБЕРЕЖИЙ И ШЕЛЬФА**

Материалы научной конференции
памяти Павла Алексеевича Каплина
Москва, 2–3 февраля 2017 г.

Ответственные редакторы:
доктор географических наук Т.А. Янина,
кандидат географических наук Т.С. Клювиткина

Москва – 2017

ОТРАЖЕНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ ПОЗДНЕГО ПЛЕЙСТОЦЕНА В ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИСТОРИИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ (ПО МАТЕРИАЛАМ БУРЕНИЯ)

Янина Т.А.¹, Сорокин В.М.², Безродных Ю.П.³

1, 2 – Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, *didacna@mail.ru*, *vsorok@rambler.ru*; 3 – ООО Моринжгеология, Рига, Латвия, *officeRiga@morinzhgeologia.lv*

Введение. Эволюция природной системы Каспия и ее отдельных компонентов в позднем плейстоцене зависела от целого ряда причин: глобальных климатических изменений, ледниково-межледниковой ритмики Русской равнины и горных территорий, перестройки гидрографической сети, неотектонических процессов, объема поступления подземных и поровых вод, осадконакопления в бассейне и других факторов. На разных этапах геологической истории Каспия уровень влияния этих причин был разным. В позднем плейстоцене определяющая роль принадлежала глобальным изменениям климата – чередованиям теплых и холодных эпох, обусловленных вариациями инсоляции в результате изменений элементов земной орбиты (морские изотопные стадии, МИС, 5-2), составляющих последний климатический макроцикл.

Начало позднего плейстоцена ознаменовано межледниковьем, в палеогеографической схеме Европейской России выделяемом как микулинское. Это палеогеографическое событие не вызывает сомнения ни у кого из исследователей, однако, о возрастных границах и длительности межледниковья нет единого мнения. Значительная группа специалистов считает, что ему соответствует подстадия МИС 5e, продолжительность оценивается в 13 тыс. лет (130-115 тыс. л. н.), климатический оптимум ~ 126 тыс. л.н.; а подстадиям МИС 5d-5a отвечает раннеледниковье, характеризовавшееся похолоданиями в подстадии 5d и 5b, и интерстадиями в подстадии 5c и 5a. По мнению других исследователей, межледниковье охватывает всю МИС 5 или ее большую часть. Позднеледниковье (14700–11700 кал. л.н.) характеризовалось короткопериодными колебаниями климата: потепление бёллинг и аллерёд 14700-14000 кал. л.н. (12750-12250 ¹⁴C л.н.) и 13600–12900 кал. л.н. (11800-11000 ¹⁴C л.н.), и сильное похолодание поздний дриас 12900-11700 кал. л.н. (11000-10300 ¹⁴C л.н.) [Velichko et al., 2011; Walker et al., 2009].

Событийная схема позднего плейстоцена Каспия, согласно представлениям большинства исследователей, включает позднехазарскую и хвалынскую трансгрессивные эпохи, разделенные ательской регрессией. Эволюция природной среды этого периода в разных аспектах рассматривается в большом количестве публикаций. Представления об истории Каспия базируются в основном на материалах изучения отложений побережий. Практически все вопросы палеогеографии бассейна, за исключением выделения крупных трансгрессивно-регрессивных этапов, остаются дискуссионными, некоторые из них (существование гирканского трансгрессивного бассейна, возраст ательской регрессии и хвалынской трансгрессии) – остро дискуссионными. В последние годы в связи с нефтепоисковыми работами на акватории Северного Каспия получены новые качественные сейсмоакустические данные и пробурено большое количество инженерно-геологических скважин, материалы которых дополняют или уточняют представления о развитии Каспия в позднем плейстоцене и отражении в нем разнознаковых и разномасштабных глобальных климатических событий.

Материал и методы. Изучение верхнеплейстоценовой толщи осадков выполнено в Северном Каспии в ходе инженерно-геологических работ на площадях разрабатываемых нефтяных месторождений. В основу работы положены результаты обработки двухчастотных сейсмоакустических профилей, позволившие стратифицировать разрез и провести пространственную корреляцию установленных литолого-стратиграфических границ осадочной толщи, и материалов статического зондирования, обеспечивших расчленение разреза по физико-механическим свойствам грунтов. С опорой на эти данные выполнено инженерно-геологическое бурение скважин на глубину до 80 м. Керн скважин изучен литологическим, фаунистическим и флористическим методами. Образцы органического материала датированы радиоуглеродным методом в Московском и Санкт-Петербургском государственных университетах, в Институте географии РАН и в Lawrence Livermore National Laboratory, США.

Результаты исследований. Верхнеплейстоценовая толща осадков Северного Каспия по данным сейсмоакустического профилирования состоит из сейсмостратиграфических комплек-

сов, разделенных четкими отражающими горизонтами: верхнехазарский, ательский и хвалынский. По характеру внутренней структуры верхнехазарский и хвалынский комплексы разделяются на подкомплексы. Выделенные комплексы и подкомплексы и отражающие горизонты хорошо коррелируются на изученных площадях между собой и с разрезами скважин.

В основании верхнеплейстоценовой толщи осадков над четко выраженным регрессивным горизонтом залегает сложно построенная толща каспийских отложений мощностью до 28 м. В керне скважин регрессивный горизонт представлен песчано-глинистыми осадками с включением растительных остатков и признаками преобразования в субаэральной среде. Над ним с размывом залегает пачка песка мощностью до 2 м, обогащенная раковинным материалом, в составе которого *Didacna surachanica* и *D. nalivekini* – характерные виды позднехазарской фауны Каспия. Выше по разрезу она сменяется песчанистой глиной мощностью до 4 м, переходящей в мощную 10-метровую толщу мелкозернистого песка с прослоями глины. Осадки содержат редкие раковины кардиид указанного выше состава, а также дрейссен. У кровли этой толщи повсеместно обособляется слой песчано-раковинного состава мощностью около 1 м, включающий прослойки цементированного карбонатом песчано-раковинного грунта. В составе малакофауны отмечены *Didacna surachanica*, *D. nalivekini*, *D. cristata*, часто присутствуют многочисленные *Corbicula fluminalis*. В палинологическом спектре этого слоя (определения были выполнены Н.О. Рыбаковой) пыльца древесных пород составляет (%) 1.8; пыльца травянистых растений 85.5; споры 12.7. В группе древесных обнаружено пыльцевое зерно *Betula*. Травянистые растения представлены пылью (%) *Artemisia* 9, *Chenopodiaceae* 54.5; *Gramineae* 1.8; *Compositae* 1.8; *Ranunculaceae* 16.3 и др. Группу спор составляют *Briales* (9%) и *Sphagnum* (3.7%). Описанный позднехазарский комплекс осадков характеризует условия мелководного и умеренно глубоководного трансгрессивного бассейна. В составе его малакофауны в основном крассоидные дидакны, отличающиеся сравнительно большими и толстостворчатыми раковинами, а также тепловодный вид *Corbicula fluminalis*, ныне распространенный в южных районах Каспийского региона, позволяет сделать вывод о тепловодности позднехазарского бассейна. Пыльцевой спектр свидетельствует о развитии в Прикаспии травянистых ассоциаций полупустынного типа и почти полное отсутствие лесных сообществ. О слабом обводнении водосборного бассейна и теплом сухом климате свидетельствует и отсутствие галечного материала дальнего приноса.

Выше позднехазарского комплекса залегает толща довольно однородной плотной глины мощностью более 10 м, содержащей прослойки и линзы песчано-раковинного материала. Раковины отмечаются в виде тонких послойных скоплений. Среди них преобладают *Dreissena rostriformis distincta*, встречаются *Dr. caspia*, *Didacna umbonata*. В верхней части среди дидакн преобладают *D. subcatillus*, встречаются *D. cristata*, мелкие *D. parallella*. Фаунистический состав характерен для выделенного Г.И. Поповым [1983] в Северном Прикаспии гирканского горизонта. Палиноспектр толщи отличается от позднехазарского: пыльца древесных пород – 23%, пыльца травянистых пород – 54%, споры – 23%. В группе пыльцы древесных пород пыльца *Pinus* sp. составляет 11%, пыльца *Betula* – 9%, *Alnus* – 1%, *Corylus* – 2%. Основная масса пыльцы травянистых растений представлена *Chenopodiaceae* (39%), *Gramineae* (5%), *Artemisia* (3%), 7% приходится на пыльцу разнотравья (лютиковые, сложноцветные и др.). Споры принадлежат зеленым мхам (*Bryales*, 17%), сфагновым мхам (*Sphagnum*, 4%) и многоножковым папоротникам (*Polypodiaceae*, 2%). Описанные отложения отвечают трансгрессии с более высоким уровнем, чем позднехазарская. Присутствие в осадках бассейна вида *Corbicula fluminalis* свидетельствует о тепловодности Северного Каспия. Увеличение в растительном покрове доли древесных пород, а также заметное присутствие, наряду с ксерофитами, разнотравья, указывает на некоторое похолодание и увлажнение климата. Таким образом, после позднехазарского бассейна, существовавшего в условиях жаркого климата, в Каспии в условиях некоторого похолодания и увлажнения развивался гирканский трансгрессивный бассейн. Радиоуглеродные датировки раковин моллюсков получены AMS-методом в Lawrence Livermore National Laboratory (США). Даты лежат в диапазоне от 47 до >55 тыс. лет. Поскольку предполагаемый геологический возраст гирканских осадков лежит за пределами возможностей радиоуглеродного метода, необходимы дополнительные геохронологические исследования.

Отложения гирканского трансгрессивного бассейна перекрываются ательским регрессивным горизонтом. На сейсмоакустических разрезах регрессия выражена четко проявляющимися

врезами под подошвой хвалыньских отложений. Толща имеет неоднородный литологический состав: чередуясь, в ней залегают суглинки, супеси, глины, содержащие закисное железо в виде гидротроилита. Отложения содержат включения и послойные скопления растительного детрита. Согласно определениям О.В. Успенской (Институт овощеводства), среди растительного материала преобладают фрагменты высших водных растений, в основном роголистника и рогоза. Встречаются раковины пресноводных моллюсков *Unio* sp., *Dreissena polymorpha polymorpha*, *Valvata piscinalis*, *Theodoxus pallasi*, *Limnea stagnalis*, а также наземных гастропод. Состав органических остатков характеризует водно-болотные условия пресноводных (либо слабосоленых) неглубоких водоемов с водой, бедной биогенными элементами. Результаты палинологического анализа толщи ательских отложений свидетельствуют о значительных изменениях природных условий, происшедших во время их накопления [Bolikhovskaya et al., 2016]. Определения абсолютного возраста выполнены радиоуглеродным методом в Институте географии РАН и в Lawrence Livermore National Laboratory (США). Датировки получены по гуминовым кислотам, выделенным из ательских отложений, заполняющих палеоврезы. Они лежат в интервале 36680 ± 850 – 40830 ± 100 , калиброванный возраст 41191 ± 750 – 44390 ± 180 лет.

Перекрываются ательские образования сложно построенной толщей хвалыньских осадков. В ее основании залегает слой ракушечных и ракушечно-песчаных отложений от 2.5 до 5.0 м мощностью. В составе фауны преобладают *Didacna subcatillus*, встречаются *Didacna zhukovi*, *D. parallella*, *Monodacna caspia*, многочисленны дрейссены. По данным исследований скинтилляционным радиоуглеродным методом образцов раковин моллюсков из этого слоя получены датировки в интервале от 27200 ± 340 до 31600 ± 420 лет, калиброванный возраст от 33860 ± 1490 до 36580 ± 340 лет. Отложения характеризуют мелководный бассейн, начальную стадию хвалыньской трансгрессии. Судя по облику раковин (среднего и крупного размера, сравнительно толстостворчатых), бассейн был умеренно тепловодным. Над мелководными нижнехвалыньскими осадками залегает 8-10-метровая толща морских глин с прослоями песка разной мощности, свидетельствующая о развитии трансгрессии. Она включает нижнехвалыньские раковины *Didacna protracta protracta*, *D. protracta submedia*, *D. subcatillus*, *Dreissena rostriformis distincta*, *Dreissena rostriformis compressa*. В малакофаунистическом комплексе многочисленны представители сравнительно глубоководных подвидов (*D. protracta submedia* и *Dreissena rostriformis compressa*), что, наряду с составом осадков, свидетельствует о глубоководной стадии хвалыньской трансгрессии. Глины перепокрываются слоем преимущественно песчаных осадков мощностью до 8 м, свидетельствующих о снижении уровня хвалыньского бассейна. В составе фаунистического материала встречаются *Didacna protracta protracta*, *D. subcatillus*, *Hypanis plicatus*, разнообразные дрейссены, *Clessiniola*, *Micromelania*, *Theodoxus pallasi*. Радиоуглеродные датировки лежат в интервале от 21900 ± 320 до 19325 ± 175 л.н. Выше песчаной толщи залегает мало мощный супесчаный слой мощностью до 2 м. В его основании в составе ракушечного материала присутствуют *Didacna protracta protracta*, *D. subcatillus*, *Hypanis plicatus*, *Dreissena rostriformis distincta*. Из основания именно этого слоя получена верхняя граничная датировка для предыдущей толщи. Осадки характеризуют кратковременный подъем уровня хвалыньского бассейна. Над ним с размывом залегают глины мощностью около 5 м, включающие раковины хвалыньских моллюсков *Didacna protracta*, *D. parallella*, *D. ebersini*, *Monodacna caspia*, разнообразные *Dreissena*. Литологический и фаунистический состав осадков характеризует сравнительно глубоководный бассейн и свидетельствует о трансгрессивной стадии хвалыньского моря. Радиоуглеродные датировки раковин моллюсков, залегающих в основании слоя, лежат в интервале от 16650 ± 100 до 16075 ± 120 л.н. Пачка глин перепокрывается слоем преимущественно песчаного состава, включающего обычно мелкие *Didacna parallella*, обломки *D. praetrigonoides*, *Hypanis plicatus*, *Micromelania caspia*. Получена радиоуглеродная датировка 15710 л.н.

Залегающий выше комплекс осадков характеризуется частым наклонным и хаотичным положением прерывистых отражающих горизонтов. Они представляют собой пачку дельтовых песков, глинистых и алевроитово-глинистых илов, сформированных в мелководных условиях регрессирующего Каспия. Ее мощность изменяется от 1-2 до 10 м. Отложения включают мелкие раковины *Didacna parallella*, *D. praetrigonoides*, *Hypanis plicatus*, *Micromelania caspia*, многочисленные обломки неопределимых раковин. Над ним залегает комплекс отложений, сформированных в период мангышлакской регрессии. На сейсмоакустических профилях четко выражены палеодепрессии, в керне скважин они выражены слабо консолидированными глинами,

торфом, сапропелем, алевроитово-песчаными осадками, часто включающими растительный детрит, раковины пресноводных и наземных моллюсков. Радиоуглеродный возраст осадков, заполняющих палеопонижения, находится в интервале 9860–6350 лет.

Таким образом, в толще верхнеплейстоценовых отложений Северного Каспия зафиксированы трансгрессивно-регрессивные события бассейна, позволяющие более полно реконструировать историю развития Каспия в позднем плейстоцене и выявить ее связь с глобальными изменениями климата.

Связь с глобальными изменениями климата. Начало позднего плейстоцена в истории Каспия (МИС 5) – это позднехазарская эпоха его истории, согласно материалам бурения – двухстадийная трансгрессия. Позднехазарская трансгрессивная стадия это тепловодный бассейн с отрицательными (-10 м) отметками уровня. Гирканский трансгрессивный бассейн также был тепловодным, судя по распространению в нем *Corbicula fluminalis*. Палинологический спектр характеризует некоторое похолодание и увлажнение климата, по заключению Н. Рыбаковой, аналогичное эпохе максимума новокаспийской трансгрессии голоцена. Отнесение этих двух трансгрессивных событий в истории Каспия к МИС 5 подтверждается определением позднехазарского трансгрессивного этапа в 127-122 тыс. л.н. при датировании всей позднехазарской эпохи в 127-76 тыс. л.н. [Шкатова и др., 1991]. Об этом также свидетельствует строение верхнеплейстоценовых отложений в долине Маныча, образующих своеобразный “слоеный пирог” из отложений с позднехазарской, карангатской и гирканской малакофауной [Попов, 1983]. Ни у кого из исследователей не вызывает сомнения, что карангатская трансгрессия Черного моря это следствие межледниковой (земской = микулинской) трансгрессии Мирового океана. Сложное сочетание карангатских отложений с каспийскими подтверждает одновременность этих событий и свидетельствует о нестабильном состоянии уровня бассейнов. Карангатско-хазарская толща в Манычской долине на всем ее протяжении перекрыта слоем гирканских отложений с характерной для этого бассейна фауной, что свидетельствует о стоке каспийских (гирканских) вод в черноморскую котловину. Произойти это могло только в случае снижения уровня карангатского бассейна и отступления его вод из Манычской долины, т.е. в условиях начавшейся регрессии Мирового океана на переходном этапе к холодной (ледниковой) эпохе. Является очевидным, что начавшееся похолодание привело к увеличению положительной составляющей водного баланса Каспия (замкнутого бассейна), «поддержало» его трансгрессивное развитие и сток вод в регрессирующий Понт.

По мере приближения к максимуму похолодания (МИС 4), в условиях холодного сухого климата, гирканский бассейн регрессировал. Об этом свидетельствуют врезы и толща ательских регрессивных осадков, четко выраженные на сейсмопрофилях и в керне скважин. Радиоуглеродные датировки верхней части ательских осадков, заполняющих палеоврезы, указывают на их накопление в первой половине межстадиального потепления (МИС 3). Следует отметить, что это завершающие стадии ательского этапа развития Каспия. В основании ательской толщи в нижневожских разрезах ярко выражены криотурбации и мерзлотные клинья, глубоко секущие подстилающую ее серию почв (МИС 5), с очевидностью указывающие на их образование в ледниковую эпоху. Таким образом, первому максимуму валдайского оледенения (МИС 4) и началу межстадиального потепления (МИС 3) в Каспии отвечала ательская регрессия.

Развитие глобального межстадиального потепления, приведшее к увеличению приходной составляющей водного баланса Каспия как в результате усиления стока с водосборного бассейна, так и изменения гидрометеорологического режима над акваторией, откликнулось трансгрессией моря. Это была первая стадия хвалынской трансгрессии, прошедшая развитие от мелководного умеренно тепловодного до глубоководного сравнительно холодноводного бассейна. Данные радиоуглеродного датирования подтверждают временной интервал этого события как эпоху МИС 3.

Эпоха последнего ледникового максимума, реконструированная как очень холодная и сухая даже на юге Восточно-Европейской равнины, несомненно, была неблагоприятной для трансгрессивного развития Каспия. Снижение его уровня отражено в строении хвалынской толщи песчаным комплексом осадков. Радиоуглеродные даты приграничных с этой толще отложений подтверждают этот временной интервал ее накопления. Деграляция оледенения, как покровного, так и широко развитой многолетней мерзлоты, в результате глобального потепления климата, нашла отклик в повышении уровня Каспия. Первой фазе трансгрессивного подь-

ема, очевидно, отвечает слой преимущественно глинистой пачки, нижняя граница которой имеет возраст около 19 тыс. л.н. Следующей трансгрессивной стадии хвалынского бассейна отвечает глинистая толща, датируемая возрастом около 16 тыс. лет в ее основании. Сравнительно бедная фауна с господством катиллоидных и тригоноидных дидакн, отличающихся тонкостворчатыми раковинами, часто небольшого размера, свидетельствует о низкой температуре воды.

Кратковременной пульсации климатических событий при переходе к голоцену отвечают верхние слои хвалынской толщи. Пачка глин перекрывается слоем преимущественно песчаного состава, включающего обычно мелкие *Didacna parallella*, обломки *D. praetrigonoides*, *Hypanis plicatus*, *Micromelania caspia*. Залегающий выше комплекс осадков характеризуется частым наклонным и хаотичным положением прерывистых отражающих горизонтов. Они представляют собой пачку дельтовых песков, глинистых и алевритово-глинистых илов, сформированных в мелководных условиях регрессирующего Каспия. Ее мощность изменяется от 1-2 до 10 м. Отложения включают мелкие раковины *Didacna parallella*, *D. praetrigonoides*, *Hypanis plicatus*, *Micromelania caspia*, многочисленные обломки неопределимых раковин. Толща была сформирована в завершающую стадию развития хвалынского бассейна. Выше залегают мангышлакские осадки, образованные в регрессивную эпоху начала голоцена.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ (16-05-10103).

Литература:

- Попов Г.И. Плейстоцен Черноморско-Каспийских проливов. М.: Наука, 1983. 216 с.
- Шкатова В.К., Арсланов Х.А., Шадрухин А.В., Шлюков А.И. Стратиграфия хвалынских и хазарских отложений нижнего течения р. Волги и их возраст по радиоизотопным данным // Бюлл. Комис. по изуч. четвертич. периода АН СССР, 1991. № 59. С. 110-121.
- Bolikhovskaya N.S., Mamontov D.A., Yanina T.A., Sorokin V.M. Preliminary results of palynological analysis of the Atelian deposits from a borehole core in the Northern Caspian Sea // IGCP 610 Fourth Plenary Conference and Field Trip "From the Caspian to Mediterranean: Environmental Change and Human Response during the Quaternary", Tbilisi, Georgia. Proceedings / Ed.: A.Gilbert, V.Yanko-Hombach. Tbilisi: Georgian National Academy of Science, 2016. P. 35-38.
- Velichko A.A., Faustova M.A., Pisareva V.V. et al. Glaciations of the East European Plain. Distribution and Chronology // Developments in Quaternary Science, 2011. Vol. 15. P. 337-359.
- Walker M., Johnsen, S., Rasmussen S.O. et al. Formal definition and dating of the GSSP (Global Stratotype Section and Point) for the base of the Holocene using the Greenland NGRIP ice core, and selected auxiliary records // Journal of Quaternary Science, 2009. Vol. 24(1). P. 3-17.