

Палеогеография Каспия в позднем плейстоцене – голоцене. Новые материалы.

Т.А. Янина¹, Ю.П. Безродных², Н.С. Болиховская³, Р.Н. Курбанов⁴, А.О. Макеев⁵,
В.М. Сорокин⁶, И.Д. Стрелецкая⁷

^{1,3,4,5,6,7} Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва
geography@inbox.ru

² ОАО Моринжгеология, г. Рига
officeriga@morinzhgeologia.lv

Новые материалы по палеогеографии Каспия в позднем плейстоцене получены в результате комплексных исследований: (1) осадочной толщи верхнеплейстоценовых и голоценовых отложений, вскрытой инженерно-геологическими скважинами при нефтепоисковых работах ООО Лукойл на акватории Северного Каспия; (2) опорных разрезов новейших отложений Нижнего Поволжья; (3) верхнеплейстоценовых осадков, вскрытых скважинами в центральной части Маньчской депрессии.

В Северном Каспии получены новые качественные сейсмоакустические данные и пробурено более двадцати скважин глубиной до 80-100 м. Керн изучен фациально-литологическим, малакофаунистическим и палинологическим методами. Раковины моллюсков и гуминовые кислоты, выделенные из органического материала, датированы радиоуглеродным методом в Московском и Санкт-Петербургском государственных университетах, в Институте географии РАН и в Lawrence Livermore National Laboratory, США. Верхнеплейстоценовая-голоценовая толща осадков состоит из сеймо-стратиграфических комплексов, разделенных четкими отражающими горизонтами: верхнехазарского, ательского, хвалынского, мангышлакского и новокаспийского. По характеру внутренней структуры верхнехазарский, хвалынский и новокаспийский комплексы разделяются на подкомплексы и более дробные единицы. Установленные стратоны отражают трансгрессивно-регрессивные палеогеографические события разного масштаба и ранга.

В основании верхнеплейстоценовой толщи осадков над четко выраженным регрессивным горизонтом залегает пачка песка мощностью до 2 м, обогащенная раковинным материалом, в составе которого характерные виды позднехазарской фауны Каспия *Didacna surachanica* Nalivkin, 1914 и *D. nalivkini* Wassoevich, 1930. Выше она сменяется песчанистой глиной мощностью до 4 м, переходящей в мощную 10-метровую толщу мелкозернистого песка с прослоями глины, с редкими раковинами кардиид указанного выше состава, а также дрейссен. У ее кровли обособляется слой песчано-раковинного состава мощностью около 1 м, включающий прослойки сцементированного карбонатом песчано-раковинного грунта. В составе малакофауны *Didacna surachanica* Nalivkin, 1914, *D. nalivkini* Wassoevich, 1930, часто присутствуют *Corbicula fluminalis* Muller, 1774. В палинологическом спектре (определения выполнены Н.О. Рыбаковой) пыльца древесных пород составляет (%) 1,8; пыльца травянистых растений 85,5; споры 12,7. Травянистые растения представлены в основном пылью полыни, маревых и лютиковых. Комплекс осадков характеризует условия тепловодного мелководного и умеренно глубоководного трансгрессивного бассейна.

Выше залегает толща глины мощностью более 10 м, содержащей прослойки и линзы песчано-раковинного материала. Преобладают *Dreissena rostriformis distincta* Andrusov, 1897, *Didacna subcatillus* Andrusov, 1910, встречаются *D. umbonata* Eberzin in Neveeskaja, 1958, *D. cristata* Bogatchev, 1932, мелкие *D. parallella* Bogatchev, 1932. Фаунистический состав характерен для выделенного Г.И. Поповым (1983) в Северном Прикаспии гирканского горизонта. Палиноспектр отличается от позднехазарского, указывая на похолодание и увлажнение климата: пыльца древесных пород – 23%, пыльца

травянистых пород – 54%, споры – 23%. В группе пыльцы древесных сосна составляет 11%, береза – 9%, лещина – 2%, ольха – 1%. Основная масса пыльцы травянистых растений представлена маревыми (39%), злаками (5%), полынью (3%), 7% приходится на пыльцу разнотравья. Отложения отвечают трансгрессии с более высоким уровнем, чем позднехазарская. Таким образом, после позднехазарского бассейна, существовавшего в условиях жаркого климата, в Каспии в условиях похолодания и увлажнения развивался гирканский трансгрессивный бассейн. Радиоуглеродные датировки раковин моллюсков, полученные AMS-методом в Lawrence Livermore National Laboratory (США), имеют запредельный возраст (>55 тыс. лет). Возраст гирканских отложений, вскрытых скважиной в центральной части Манычской депрессии, ОСЛ (оптически стимулированная люминесценция) методом нами определен в 107 ± 7 т.л.н. (МИС 5с) (Курбанов и др., 2018).

В разрезе Средняя Ахтуба, лежащем за пределами границ позднехазарского и гирканского бассейнов, этой эпохе отвечает формирование трех горизонтов палеопочв – черноземов гидрометаморфизованных и гумусово-гидрометаморфических. Их общими чертами являются ярко выраженные признаки степного почвообразования – мощные гумусовые горизонты, кротовины, карбонатные новообразования. Верхняя палеопочва имеет синлитогенный гумусовый горизонт мощностью более 1 м (Makeev et al., 2016). ОСЛ датировки средней и верхней почв имеют значения $102,5 \pm 5,16$ и $68,28 \pm 4,17$ т.л.н. (теплые подстадии МИС 5с и МИС 5а). Разделяющие почвы лессовидные осадки имеют возраст $112,63 \pm 5,4$ (МИС 5d) и $87,62 \pm 4,1$ (МИС 5b) (Янина и др., 2017).

Отложения гирканского трансгрессивного бассейна перекрываются ательским регрессивным горизонтом, четко проявляющимся врезами под подошвой хвалынских отложений. Толща имеет неоднородный литологический состав: суглинки, супеси, глины, включающие растительный детрит и раковины пресноводных и наземных моллюсков. Результаты спорово-пыльцевого анализа свидетельствуют о динамике климатических условий и природных ландшафтов Нижневолжского региона в течение ательской эпохи, с преобладанием перигляциальных ландшафтов (Болиховская и др., 2017). Присутствие переотложенных зерен пыльцы и спор дочетвертичных пород (от каменноугольного до неогенового периодов), свидетельствует об активной эрозионной деятельности в эту эпоху. По результатам сейсмоакустического профилирования уровень бассейна был приблизительно –100 м (Безродных и др., 2015). Радиоуглеродные датировки по гуминовым кислотам, выделенным из оторфованных прослоев ательских отложений, лежат в возрастном интервале от $41,19 \pm 0,75$ до $44,39 \pm 0,18$ т.л.н. (Безродных и др., 2017). Они свидетельствуют, что заключительные этапы ательской эпохи в Каспийском море (заполнение регрессивных врезов осадками) относятся к начальным стадиям средневалдайского мегаинтерстадиала Восточно-Европейской (ВЕ) равнины (МИС 3). Тогда как самый низкий уровень ательской регрессии и формирование эрозивных врезов на территории Северного Каспия были приурочены к глобальному похолоданию в начале калининской (ранневалдайской) ледниковой эпохи (МИС 4).

В Нижнем Поволжье ательская свита представлена континентальными образованиями мощностью до 20 м различного генеза: супесями и суглинками со следами автоморфных и гидроморфных почв, с включениями раковин наземных и пресноводных моллюсков и костей млекопитающих верхнепалеолитического комплекса. Ярко выражены следы мерзлотных деформаций и клинья, проникающие в подстилающие слои. Для района Нижнего Поволжья единственный полноценный спорово-пыльцевой спектр был получен В.П. Гричуком (1954) из основания ательских отложений разреза Черный Яр. Состав и процентное содержание пыльцы и спор в этом спектре отражает, по мнению Н.С. Болиховской (Болиховская и др., 2017), растительность перигляциальных степей или лесостепей. ОСЛ датировка верхней части ательской лессовой толщи в разрезе Средняя Ахтуба определена в $48,68 \pm 3,1$ т.л.н. (Янина и др., 2017).

В Северном Каспии ательские образования перекрыты сложно построенной толщей хвалынских осадков. В ее основании залегает слой ракушечных и ракушечно-песчаных

отложений до 5,0 м мощностью. В составе фауны преобладают *Didacna subcatillus* Andrusov, 1910, встречаются *D. parallella* Bogatchev, 1932, многочисленны монодакны и дрейссены. Радиоуглеродные даты лежат в интервале от $27,2 \pm 0,34$ до $31,6 \pm 4,2$ т.л.н. Отложения характеризуют мелководный умеренно тепловодный бассейн, начальную стадию хвалынской трансгрессии. Над ними залегают 8-10-метровая толща морских глин с прослоями песка разной мощности, свидетельствующая о развитии трансгрессии. Она включает, помимо нижнехвалынских дидакн, раковины *Dreissena rostriformis compressa* Logvinenko et Starobogatov, 1966, свидетельствующие о глубоководной стадии хвалынской трансгрессии. Развитие глобального межстадиального потепления, приведшее к увеличению приходной составляющей водного баланса Каспия за счет усиления стока с водосборного бассейна, отразилось поднятием уровня ательского озера и развитием стадии хвалынской трансгрессии (Безродных и др., 2015; Yanina et al., 2018).

Вне границ ранней стадии хвалынской трансгрессии в разрезе Средняя Ахтуба наблюдаются аллювиальные песчаные отложения с маломощными лессовидными прослоями, к которым приурочены три педогенетических уровня, формировавшихся в холодной обстановке, о чем свидетельствует наличие мерзлотных клиньев с песчаным заполнением и инволюциями на всех педогенетических уровнях. Почвы формировались под влиянием длительных сезонных паводков, определявших формирование признаков оглеения (Makeev et al., 2016). Этот палеогеографический этап датирован ОСЛ методом в $36,78 \pm 3$, $35,5 \pm 2,8$ и $27 \pm 1,58$ т.л.н. (Янина и др., 2017).

В Северном Каспии глины ранней стадии перекрываются слоем песчаных осадков мощностью до 8 м, свидетельствующих о снижении уровня хвалынского бассейна. Радиоуглеродные датировки лежат в интервале от $21,9 \pm 0,32$ до $19,33 \pm 0,18$ т.л.н., что отвечает эпохе максимума осташковского оледенения (МИС 2). Выше песчаной толщи залегают маломощный супесчаный слой мощностью до 2 м. В его основании в составе ракушечного материала присутствуют редкие раннехвалынские моллюски. Осадки характеризуют кратковременный подъем уровня бассейна. Над ним с размывом залегают глины мощностью около 5 м, включающие раковины хвалынских моллюсков *Didacna protracta* (Eichwald, 1841), *D. parallella* Bogatchev, 1932, *D. ebersini* Fedorov, 1953. Литологический и фаунистический состав осадков характеризует сравнительно глубоководный бассейн и свидетельствует о трансгрессивной стадии хвалынского моря. Радиоуглеродные датировки раковин моллюсков, залегающих в основании слоя, лежат в интервале от $16,65 \pm 0,10$ до $16,08 \pm 0,12$ т.л.н. Пачка глин перекрывается песчаным слоем, включающим мелкие *Didacna parallella* Bogatchev, 1932. Залегающий выше комплекс осадков характеризуется наклонным и хаотичным положением прерывистых отражающих горизонтов. Он представляет пачку дельтовых песков, глин и алевроитов, сформированных в мелководных условиях Каспия. Ее мощность изменяется от 1-2 до 10 м. Отложения включают мелкие *Didacna parallella* Bogatchev, 1932, *D. praetrigonoides* Nalivkin et Anisimov, 1914, многочисленные обломки раковин.

Строение и радиоуглеродные датировки описанной хвалынской толщи свидетельствуют о регрессивной фазе в эпоху максимального похолодания и иссушения ледниковой стадии (МИС 2) и о возобновлении трансгрессивного развития бассейна в эпоху деградации оледенения. Климатические события позднеледниковья – фазы потепления бёллинг и аллерёд, вызвавшие активное таяние покровного оледенения и широко развитой в Волжском бассейне многолетней мерзлоты, нашли отклик в развитии трансгрессивной стадии хвалынского бассейна. В Волжском эстуарии, а также в понижениях рельефа в Северном Каспии, шло накопление толщи шоколадных глин, датированных нами радиоуглеродным (от $13,18 \pm 0,34$ до $11,04 \pm 0,46$ ^{14}C т.л.н. или от $16,14 \pm 0,68$ до $12,86 \pm 0,55$ кал. т.л.н.) и ОСЛ (15 ± 1 и $13 \pm 0,5$ т.л.н.) методами (Arslanov et al., 2017; Янина и др., 2017). Фазы значительного похолодания – древний, средний и молодой дриас, характеризовавшиеся уменьшением объема стока с водосборной территории Каспия, отразились регрессивными стадиями в истории хвалынского бассейна. Наиболее значительная из них отвечала эпохе Younger Dryas. Свое завершение

хвалынская трансгрессия получила в фазу первого резкого потепления климата (вызвавшего подъем уровня Каспия), по которому проводится граница плейстоцен/голоцен (Yanina et al., 2018).

В Северном Каспии в хвалынские отложения врезаны палеоруслы и палеодепрессии, отражающие мангышлакский регрессивный этап. Отложения в керне скважин представлены глинами, торфом, сапропелем, алевроитово-песчаными осадками, часто включающими растительный детрит, раковины пресноводных и наземных моллюсков. По данным радиоуглеродного датирования заполнение понижений рыхлым материалом произошло во временном интервале 9,86–6,35 ¹⁴C л.н. (~11400–7300 кал. лет). Положение палеоавандельты на современных глубинах 45–60 м служит свидетельством снижения уровня Каспия до -90 м. Регрессия имела место в бореальную эпоху раннего голоцена, характеризовавшуюся сравнительно высокой теплообеспеченностью и сухостью. Резкое кратковременное похолодание «8200 event» с одновременным усилением аридности вызвало максимальное снижение уровня бассейна в завершающую фазу регрессивной эпохи (Безродных и др., 2018).

Новокаспийские отложения, несогласно перекрывающие верхнехвалынские осадки и палеоврезы мангышлакской эпохи, неоднородны по строению, в них выделяются 5 сейсмоакустических комплексов (nk1-nk5). Комплексы nk1 и nk3 отличаются слоистой структурой, определяемой субгоризонтальными отражающими поверхностями. Комплексы nk2 и nk4 представляют собой фации заполнения русел и/или озерных впадин, наиболее крупные из которых пререзают всю толщу новокаспийских, часто мангышлакских и верхнехвалынских, отложений на глубину до 10 м. Маломощный верхний комплекс nk5 несогласно перекрывает отложения комплексов nk4 и nk3 и сложен песчано-раковинными осадками (Безродных и др., 2018).

Эпоха трансгрессивного подъема уровня (nk1) датируется интервалом 8200-5600 л.н. В климатическом отношении (атлантический оптимум голоцена) ее большая часть относится к эпохе теплого и влажного климата (Хотинский, 1977). Регрессивная стадия (nk2) имеет возрастные рамки 5600-3700 л.н. Уровень Каспия снизился на 8 метров, придельтовая равнина вышла из-под каспийских вод и подверглась эрозионному расчленению и воздействию субаэральных процессов. Состав осадков, заполняющих котловины, свидетельствует о том, что это были озерные водоемы типа современных ильменей в дельте Волги. В климатическом отношении это период суббореального термического максимума голоцена (4700–3600 л.н) для ВЕ равнины (Хотинский, 1977). Н.С. Болиховской (2011) с 5000 до 4200 л.н. в Нижнем Поволжье реконструированы условия относительного иссушения климата; фаза импульсного иссушения климата, приведшего к господству степных и полупустынных ценозов на водоразделах, установлена ею в интервале ~ 3700-3500 л.н. Трансгрессивная стадия (nk3) охватывала временной интервал 3600-3400 л.н. Это была эпоха поздне-суббореального похолодания на ВЕ равнине (Хотинский, 1977). О высокой увлажненности на территории водосборного бассейна Волги свидетельствует флювиальная активность малых и средних рек (Panin, Matlakhova, 2015). Фаза увлажнения климата, начавшаяся около 3500 л.н., реконструирована для Нижней Волги (Болиховская, 2011). Регрессивная стадия (nk4) датируется 3080-2300 л.н. Очевидно, это был отклик Каспия на этап потепления и сокращения количества осадков в бассейне Волги (Новенко, 2016). Отмечено снижение флювиальной активности (Panin, Matlakhova, 2015). Последовавшее вслед за регрессивным событием поднятие уровня Каспия произошло после 2300 лет назад. Третья стадия охарактеризована двумя группами дат - 1700-1100 и 700-360 л.н. Хиатус между ними дает основание к предположению о снижении уровня Каспия в теплый сухой период средневековья, а вторая группа дат отвечает трансгрессивному подъему Каспия в прохладный и влажный климатический эпизод (малый ледниковый период).

Трансгрессивные стадии охарактеризованы разными малакофаунистическими сообществами: в раннем новокаспийском бассейне господствовали слабо солоноватоводные виды при незначительном участии дидакн; средняя стадия отличалась

широким развитием моллюсков этого рода и появлением *Cerastoderma glaucum* (Bruguière, 1789); видовой состав поздней стадии аналогичен современному.

Таким образом, новые материалы по комплексному исследованию новейших отложений позволяют более полно реконструировать историю развития Каспия в позднем плейстоцене и голоцене и выявить ее связь с глобальными и региональными изменениями климата. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ (16-17-10103).

Литература

Безродных Ю.П., Делия С.В., Романюк Б.Ф., Федоров В.И., Сорокин В.М., Лукаш В.Л. Мангышлакские отложения (Голоцен) Северного Каспия // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2014. Т. 22. № 4. С. 88-108.

Безродных Ю.П., Романюк Б.Ф., Делия С.В., Сорокин В.М., Янина Т.А. Новые данные по стратиграфии верхнечетвертичных отложений Северного Каспия // Докл. Академии наук. 2015. Т. 462. № 1. С. 95–99.

Безродных Ю.П., Романюк Б.Ф., Сорокин В.М., Янина Т.А. Первые данные о радиоуглеродном возрасте ательских отложений Северного Каспия // Докл. Академии наук. 2017. Т. 473. № 3. С. 327–330.

Безродных Ю.П., Сорокин В.М., Янина Т.А. Об ательской регрессии Каспийского моря // Вестник Моск. унив. Сер. 5. География. 2015. № 2. С. 77–85.

Болиховская Н.С. Эволюция климата и ландшафтов Нижнего Поволжья в голоцене // Вестник Моск. унив. Сер. 5. География. 2011. № 2. С. 13-27.

Болиховская Н.С., Янина Т.А., Сорокин В.М. Природная обстановка ательской эпохи (по данным палинологического анализа) // Вестник Моск. унив. Сер. 5. Географ. 2017. №6. С.96–101.

Борисова О.К. Ландшафтно-климатические изменения в голоцене // Изв. РАН. Сер. геогр. 2014. № 2. С. 5-20.

Гричук В.П. Материалы к палеоботанической характеристике четвертичных и плиоценовых отложений северо-западной части Прикаспийской низменности // Материалы по геоморфологии и палеогеографии СССР. Вып. 11. М.: Изд-во АН СССР, 1954. С. 5-79.

Курбанов Р.Н., Янина Т.А., Мюррей А.С., Борисова О.К. Гирканский этап в позднеплейстоценовой истории Маньчжской депрессии // Вестник Моск. унив. Сер. 5. География. 2018. № 3. С. 77–88.

Новенко Е.Ю. Изменения растительности и климата центральной и восточной Европы в позднем плейстоцене и голоцене в межледниковые и переходные этапы климатических макроциклов. Автореф. Диссерт....докт.н., 2016. 44 с.

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

Хотинский Н.А. Голоцен Северной Евразии. М.: Наука, 1977. 200 с.

Янина Т.А., Безродных Ю.П., Сорокин В.М., Романюк Б.Ф. Строение голоценовых отложений Северного Каспия как отражение изменений климата // Вестник Моск. унив. Сер. 5: География. 2018. № 5. (в печати).

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 // Вестник Моск. унив. Сер. 5: География. 2017. № 1. С. 21-29.

Янина Т.А., Сорокин В.М., Безродных Ю.П., Романюк Б.Ф. Гирканский этап в плейстоценовой истории Каспийского моря // Вестн. Моск. унив. Сер. 5. Географ. 2014. №3. С. 3–9.

Arslanov Kh.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, 2016. № 409. P. 81–87.

Makeev A., Rusakov A., Vagrova S., Kurbanov R., Yanina T. Pedogenetic response to climatic fluctuations within the last glacial-interglacial cycle in the Lwer Volga basin // IGCP 610 Fourth Plenary Conference and Field Trip “From the Caspian to Mediterranean: Environmental Change and Human Response during the Quaternary”, National Academy of Science Tbilisi, 2016. P. 111–114.

Panin A., Matlakhova E. Fluvial chronology in the East European plain over the last 20 ka and its palaeohydrological implications // Catena. 2015. № 130. P. 46–61.

Yanina T., Sorokin V., Bezrodnykh Yu., Romanyuk B. Late Pleistocene climatic events reflected in the Caspian Sea geological history (based on drilling data) // Quaternary International. 2018. Vol. 465, Part A. P. 130–141.