

## ИСТОРИЯ ПОСЛЕДНЕГО АРАЛЬСКОГО МОРЯ<sup>1</sup>

© 2009 г. А.А. Свиточ

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, географический факультет  
Россия, 119992 Москва, Воробьевы горы, МГУ, E-mail: palaeo@geogr.msu.ru

**Реферат.** В истории Аральского моря отмечаются две эпохи - продолжительная предыстория и эпоха существования последнего (до 1961 г.) морского бассейна. Предыстория Арала начинается с позднего плиоцена, когда его котловина заполнялась водами акчагыльского и апшеронского морей, а заканчивается длительным плейстоценовым субаральным периодом. Палеогеография последнего этапа существования Аральского моря непродолжительна по времени и охватывает только голоцен. В начале отмечается озерно-солонатоводная стадия. В середине этого периода, в результате прорыва вод Амударьи к Аралу, в котловине образуется обширный опресненный солонатоводный морской водоем, характеризующийся резкими колебаниями уровня и солености, а также широким распространением моллюсков *Cerastoderma glaucum* (*Cardium edule*).

**Ключевые слова:** Аральское море, история развития, геологическое строение, рельеф, голоцен, палеогеография.

Аральское море, расположенное в глубине Средней Азии, представляет собой конечное звено в цепи внутриконтинентальных водоемов Евро-Азиатского континента. История его развития заметно отличается от других морей условиями осадконакопления и характеризуется резкими изменениями уровня и солености. В последние годы, в связи с экологической катастрофой, интерес к Аралу резко возрос, появилось много публикаций (Aral ..., 2002), посвященных его изучению. Несмотря на это следует признать, что условия ...формирования водоема изучены недостаточно. Особенно это относится к анализу последовательности палеогеографических событий. В настоящей работе рассматривается естественная история Аральского моря, закончившаяся к 1961 г., когда в результате антропогенного вмешательства уровень моря стал резко падать и Арал практически перестал существовать как единый морской водоем.

### Геологическое строение и рельеф

Аральская впадина находится в зоне сочленения меридиональных герцинид Урала и широтных структур Тянь-Шаня. На западе она ограничена докембрийским кристаллическим фундаментом, а на северо-востоке – каледонидами Центрального Казахстана. Осадочный чехол депрессии имеет ярусное строение, по составу он представлен преимущественно карбонатно-терригенными породами мезозоя и кайнозоя, мощностью 3-4 км, дислоцированными в пологие складки, разделенные разрывными нарушениями. В морфологии дна Аральского моря отмечаются три поднятые структуры: Арало-Кызылкумский вал (вал Архангельского), Центрально-Аральское и Восточно-Аральское поднятия.

Стратиграфия верхнеплиоценовых и четвертичных отложений. Верхнеплиоценовые

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке Российского Фонда Фундаментальных исследований (РФФИ) гранты № 08-05-00113 и № 08-05-0014.

(акчагыльские и апшеронские) и четвертичные (голоценовые) отложения представлены осадками морских водоемов, заполнявших непосредственно депрессию Аральского моря.

Разрезы акчагыльских и апшеронских отложений в береговых обрывах Арала немногочисленны и более известны по смежным районам Приаралья. В основании акчагыла залегают мергели, глины, алевроиты, кварцевые пески и песчаники кушканатауской свиты, перекрытые песчаниками и глинисто-алевритовыми породами денчизкульской свиты (Геология ..., 1987).

Апшеронские отложения в основании представлены серыми и серо-желтыми песками и песчаниками садыварской свиты (Вишняков, 1978). Большая часть апшерона состоит из алевроито-пелитовых осадков. В районах Малого моря и о. Лазарева установлены детритусовые известняки, а в Сарыкамышской впадине – известковые конгломераты. Суммарная мощность верхнеплиоценовых морских отложений достигает 500 м.

На Арале в настоящее время отсутствуют достоверно датированные нижние и среднечетвертичные отложения. Предполагается, что в это время в пределах Арало-Сарыкамышских депрессий, вдоль чинков Устюрта и современной дельты Амударьи, накапливались озерные пестроцветные глины и алевроиты (Пинхасов, 1984).

Верхнечетвертичные (конец позднего плейстоцена) и голоценовые отложения широко распространены в пределах Аральской депрессии. Они вскрыты скважинами и обнажаются в разрезах побережий. Среди верхнечетвертичных – голоценовых отложений Аральского моря выделяются две толщи (рис. 1). Нижняя условно относится к континентальным образованиям конца позднего плейстоцена. В основании она сложена шоколадными глинами, перекрытыми песками; вскрытая мощность отложений более 1.5 м. Верхняя – голоценовая толща в нижней части состоит из разнообразных наземноводных осадков белесого или белого цвета (докардиумные слои по (Маев и др., 1983), чередующихся с прослоями глинистых и алевроитовых илов, разнотерристых песков, ракуши и гипса). По присутствию разнообразной солоноватоводной и пресноводной малакофауны отложения отнесены к «озерно-солончаковой» стадии Арала (Николаев, 1995), по стратиграфическому положению возраст отложений - раннеголоценовый.

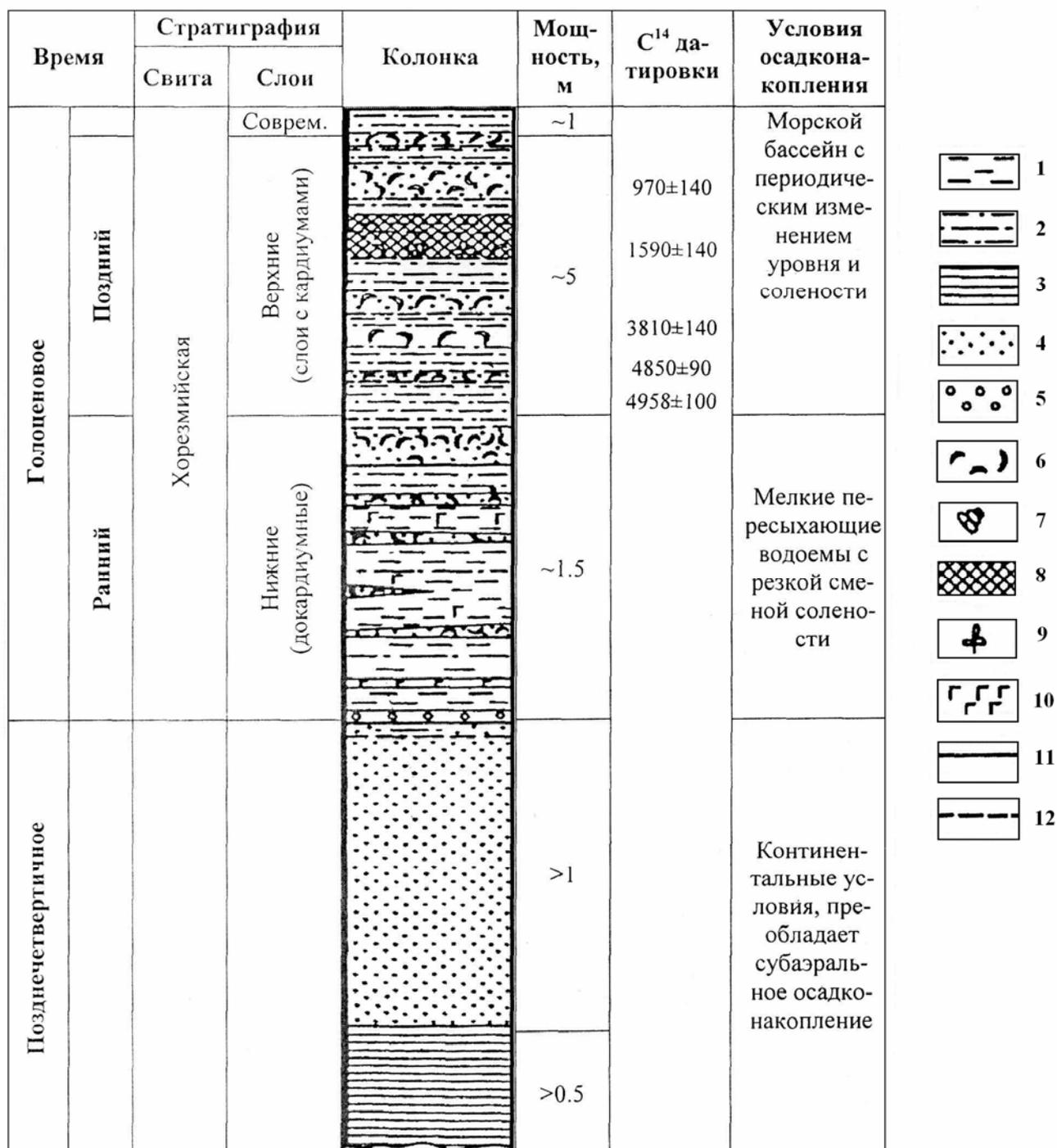
В верхней части (слои с кардиумами; Маев и др., 1983) голоценовая толща представлена разнообразными по лито-фациальному составу морскими осадками мощностью до 5 м и более. Для отложений характерны две особенности: 1 – присутствие многочисленных раковин двустворчатых моллюсков *Cerastoderma glaucum* (*Cardium edule*) и 2 – фациальное разнообразие – чередование литологических осадков различного состава, относимых к трансгрессивному и регрессивному состоянию Арала.

Помимо церастодермы, в отложениях установлены другие виды солоноватоводных и пресноводных видов моллюсков, разнообразные фораминиферы, диатомеи, споры и пыльца (Маев и др., 1983).

Среди спор и пыльцы отмечается три различных спектра (Вронский, 1975). Нижний (древнеаральские осадки) характеризуется преобладанием пыльцы травянистых растений – злаков, реже маревых и полыни. В вышележащих отложениях (аральские слои) преобладает пыльца полыни и маревых, обильна пыльца водных и прибрежноводных растений. В верхнем слое (новоаральские осадки) абсолютно доминирует пыльца полыни и маревых и уменьшается количество пыльцы водных растений.

Литологические особенности морских голоценовых отложений отражают колебания уровня моря, изменение солености и состава его вод. Для слоев, отвечающих высокому уровню водоема типичен выдержанный илистый и алевроито-глинистый состав осадков с относительно редкими раковинами солоноватоводных и пресноводных моллюсков. Регрессивные слои осадков более разнообразны по составу и структуре – они более грубые, обычно песчаные, с прослоями и линзами ракуши солоноватоводных либо пресноводных

моллюсков, часто обогащенные растительными остатками, иногда оторфованные, с прослоями гипса, хемогенного и терригенного карбоната.



**Рис. 1.** Стратиграфическая схема верхнечетвертичных и голоценовых отложений Арала (Маев и др., 1983). 1 – ил глинистый; 2 – ил глинисто-алевритовый; 3 – глина; 4 – песок; 5 – гравий; 6 – ракушка морская; 7 – ракушка пресноводная; 8 – торф; 9 – растительные остатки; 10 – гипс; 11 – границы резкие; 12 – границы постепенные. **Fig. 1.** Stratigraphic subdivision of the upper Quaternary and Holocene sediments of the Aral Sea (Maev et al., 1983). 1 – clayey mud; 2 – clayey-silty mud; 3 – clay; 4 – sand; 5 – gravel; 6 – marine shell debris; 7 – freshwater shell debris; 8 – peat; 9 – plant debris; 10 – gypsum; 11 – sharp contact; 12 – gradual contact.

Современные морские отложения Арала имеют разнообразный лито-фациальный состав – пески, алевриты, глинисто-известковистые илы с разной примесью раковинного и растительного материала. Терригенный материал формировался в основном за счет твердого стока рек. До 1961 г. Амударья и Сырдарья поставляли соответственно около 74 и 8 млн. т/год осадков, процессы абразии берегов приносили еще около 7 млн. т/год. Ежегодное поступление эоловой пыли оценивается в 22 млн. т (Хрусталева и др., 1977), образование биогенного материала составляло более 5 млн. т/год. Активно происходило хемогенное осадконакопление – более 13 млн. т/год (Хрусталева и др., 1977). Площадное распределение современных осадков обусловлено морфологией дна водоема, конфигурацией берегов и гидродинамическим режимом. В прибрежной полосе распространены пески, сменяющиеся при удалении от берега алевритами, а в понижениях – глинисто-алевритовыми илами. В устьевых участках Амударьи и Сырдарьи, в северных заливах и Малом море резко доминируют терригенные образования.

В стратиграфическом отношении голоценовые отложения Аральского моря и его побережий представляют единую толщу близких по строению континентальных и морских осадков, выделяемую нами в хорезмийскую свиту (по древнему названию Аральского моря – хорезмийское; Зонн и др., 2008). В составе свиты без видимых следов крупных перерывов выделяются три слоя осадков. Нижний (докардиумные слои) представлен слоистыми озерно-солончаковыми нижнеголоценовыми отложениями. Средний – собственно морские осадки Арала, это – чередование слоев различного литологического состава, обусловленного разноуровневым состоянием моря, с присутствием раковин *Cerastoderma glaucum*. По радиоуглеродному датированию возраст среднего слоя – вторая половина голоцена. Третий – маломощные современные морские осадки, накапливавшиеся последние несколько сотен лет.

Рельеф дна Аральского моря неровный, асимметричный. Самые мелководные участки дна располагаются на востоке и юге, наиболее приглубые – на западе. Центральная впадина (Большое море) в целом характеризуется небольшими (10-20 м) глубинами. Ее восточная, мелководная часть к западу понижается и переходит в приглубую котловину с глубинами 20-30 м. Еще западнее в рельефе цепочкой островов (Николая, Наследника, Константина) прослеживается крупное меридиональное поднятие – вал Архангельского. Западнее гряды, вдоль чинков Устюрта, располагается наиболее глубокая – до 68 м впадина дна моря.

Рельеф побережий разнообразный. Северный берег довольно высокий, изрезанный обширными полуостровами на ряд приглубых заливов. Западный прямой, вытянутый вдоль чинков Устюрта, с крутыми обрывами и широкими открытыми бухтами. Восточный берег низменный, песчаный, с множеством островов и небольших извилистых бухт.

На берегах Аральского моря прослеживаются морские террасы, свидетельствующие о высоком уровне моря в прошлом. Впервые они установлены Л.С. Бергом (1908) на отметках около 54.0 м абсолютной высоты. В осадках террасы были обнаружены раковины *Carastoderma glaucum* (*Cardium edule*). Позднее А.Л. Яншин (1953) отметил, что террасы, в осадках которых собраны раковины, располагаются на отметках до 62.0-64.0 м абсолютной высоты и даже выше (до 72 м) и объяснил это молодыми тектоническими поднятиями. В дальнейшем террасы на берегах Аральского моря изучались многими исследователями (Вейнсберг и др., 1972; Маев и др., 1983; Лымарев, 1967 и др.). Они развиты на различных гипсометрических уровнях – от 54 до 80 м абсолютной высоты. Большинство специалистов признает достоверное присутствие на побережьях двух голоценовых террас. Низкая терраса (арало-каспийская (Берг, 1908) или новоаральская (Лымарев, 1967)) установлена на многих участках западного, северного и восточного побережий на отметках 54-55 м абс. высоты. Возраст террасы определяется от середины первого тысячелетия до н. э. до двенадцатого- начала тринадцатого веков новой эры (Хрусталева и др., 1977). По раковинам

моллюсков радиоуглеродный возраст террасы –  $920 \pm 120$  (Городницкая, 1978) и  $2860 \pm 80$  (Вайнбергс и др., 1972).

Высокая (древнеаральская; Яншин, 1953) терраса, развитая на абсолютных отметках 58-60 м, распространена реже – достоверно она установлена на юго-восточном, юго-западном и северо-восточном побережьях и по берегам Малого Арала. А.Л. Яншин (1953) по археологическим памятникам определил возраст террасы в 5 тыс. лет. На основании геоморфологических и археологических данных А.С. Кесь (1969) считала возраст террасы – 2.5 тыс. лет.

На дне Аральского моря, в виде подводных аккумулятивных валов, сложенных песками с *Cerastoderma*, выделяются следы регрессивных стадий бассейна (Вайнбергс и др., 1972). Они установлены на глубинах: 44.0-44.5 м; 40.0-41.0 м; и 36.0-36.0 м и, судя по находкам в них *Cerastoderma glaucum*, имеют позднеголоценовый возраст.

### История развития Аральского моря

В палеогеографической истории последнего Аральского моря можно выделить две эпохи. Очень длительную (поздний плиоцен-плейстоцен) предысторию, когда Аральская котловина заливалась водами морских позднеплиоценовых бассейнов, впоследствии осушенных и непродолжительную, охватывающую только голоцен – новую эпоху существования современного Арала (табл.).

Предыстория Аральского моря. Предыстория Арала начинается с позднего плиоцена – первого этапа морского обводнения его впадины, во время которого низменные территории Приаралья заполнялись водами акчагыльской и апшеронской трансгрессий Каспия. К этому времени Аральская котловина уже существовала в основных чертах. Ее образование относится к среднему плиоцену (Маев, 2000; Кесь, 1969; Клейнер и др., 1966). В это время в Приаралье, в аридных условиях, активно протекали субаральные денудационные процессы. В результате дефляции нестойких неогеновых пород к востоку от Устюрта были выработаны системы бессточных впадин. Крупнейшая из них образовалась на месте современного Арала и состояла из нескольких дефляционных котловин, разделенных возвышенностями.

В позднем плиоцене Аральская впадина и смежные с ней низменные территории последовательно заливались водами проникавших сюда из Каспия акчагыльского и апшеронского морей. Это были обширные морские заливы, по своему режиму существенно отличавшиеся от располагавшихся западнее центральных частей позднеплиоценовых бассейнов. Периодически, во время снижения морского уровня, они превращались в систему опресненных или осолоненных разобщенных водоемов. Судя по обедненному составу акчагыльской фауны (Геология ..., 1987) и присутствию в ней пресноводных компонентов, морские заливы были значительно опреснены впадавшими в них речными водами. В отложениях акчагыла установлены две толщи соли суммарной мощностью 85 м (Грамм, 1958), состоящие из минералов мирабилита, галита, астраханита, глауберита и эпсомита, образовавшихся в регрессивную стадию водоема. В это время, после резкого сокращения его площади и увеличения солености до 100-150 г/л, из раствора в начале стал выпадать мирабилит, с увеличением солености до 230-250 г/л – галит, затем астраханит и, наконец, эпсомит (Рубанов, 1980). Процесс акчагыльского хемогенного осадканакпления в целом был непродолжительным и на длительное время прерывался терригенным. В это время на большей части залива происходило накопление глинистых и алевроитовых осадков, сменявшихся по периферии водоема песчаными.

Апшеронский бассейн, в отличие акчагыльского предшественника, бывшего типичным морским водоемом сообщавшимся с океаном, представлял собой крупное изолированное солоноватоводное море. Его приаральский залив, судя по присутствию в осадках

**Таблица.** Палеогеографическая схема истории развития Аральского моря. **Table.** Paleogeographical evolution of the Aral Sea.

ВРЕМЯ		Систематика событий			Трансгрессивно (Т) – регрессивная (Р) ритмика	С <sup>14</sup> даты (лет)	Уровень моря (абс. выс., м)	Соленость, ‰	Палеогеографическая ситуация		
		Эпоха	Стадия	Этап							
ГОЛОЦЕН	поздний	морского Арала	морская	современный	Т		53	11.3	Внутриконтинентальное опресненное бессточное море с резкими изменениями уровня и солености, при регрессиях разбивается на системы соленых и пресных озер. Терригенное и хемогенное осадконакопление.		
	ранний			поздний	Р	МГУ 734 970±140	43–44	53–53.5		~8–12	
средний				Т	максимальная	МГУ 778 1590±140	до 30	54.5		~8–9	
				Р		МГУ 742 3600±140	35–40				
				Т							
				Р							
	ранний		озерно-солончаковая	Т	максимальная	МГУ 741 4850±90	до 57	~11.3		Проникновение и расселение <i>Cerastoderma glaucum (Cardium edule)</i>	
			Т		МГУ 740 4960±100			Система озер, периодически пересыхающих. Активная садка соли.			
ПЛЕЙСТОЦЕН	900 тыс.	предыстория	континентальная					Осушение, господство субаральных процессов			
ПОЗДНИЙ ПЛИОЦЕН	3.0 млн		морская	апшеронская					Опресненный залив крупного внутриконтинентального солонатоводного водоема		
			акчагыльская						Опресненный залив крупного морского водоема, сообщавшегося с океаном		

многочисленных пресноводных остракод (Пинхасов, 1984), был значительно опресненным, при этом соленость воды в Аральской, Хорезмской и Сарыкамышской впадинах была различной (Лымарев, 1967). Считается (Геология, 1987) в позднем плиоцене Амударья и Сырдарья не доносили свои воды до Приаралья. Амударья текла в центральные Кызылкумы, а Сырдарья обводняла районы Голодной степи и Кызылкумов.

Можно заключить – во время первого (позднеплиоценового) морского обводнения в пределах Аральской котловины длительное время ( $> 3$  млн. лет) существовал морской водоем с резко изменчивыми солевым и гидродинамическим режимами, обусловленными: общей динамикой акчагыльского и апшеронского бассейнов, непостоянством выпадающих в Аральский залив речных водотоков и колебаниями климата. Несомненно, определенная роль принадлежала и тектоническим движениям, предопределившим как само существование впадины, так и пути проникновения в нее вод позднеплиоценовых морей.

После регрессии апшеронского моря наступает длительный континентальный период, охватывающий весь плейстоцен. В это время в Каспийском море отмечаются три крупные трансгрессии (бакинская, раннехазарская и раннехвалынская) с подъемом воды до +40 м и выше. По долине Узбоя воды хвалынского моря образовывали крупный, далеко выступающий на восток эстуарий, однако в Сарыкамышскую и Аральскую впадины они не проникали. Здесь почти весь плейстоцен существовала преимущественно субаральская обстановка с господством аридных условий. На осушенном дне Аральского моря, под влиянием эоловых и дефляционных процессов, образовалась система замкнутых котловин, а на его восточной и юго-восточной периферии – массивы грядовых песков (Кесь, 1969). Котловины, по-видимому, изредка заполнялись речными водами и на их месте возникали озера. Судя по наземноводным осадкам лавакской свиты в депрессии Арала они возможно существовали в раннем плейстоцене. Выказано мнение (Геология ..., 1987) о присутствии обширного водоема в Аральской котловине и в среднем плейстоцене. Однако серьезных доказательств о массовом поступлении в раннем-среднем плейстоцене речной воды в Аральскую котловину нет. Амударья в это время по низменным Каракумам впадала в Каспий, накопив там обширное поле песков каракумской свиты. Сырдарья обводняла прилегающие с востока территории хорезмской впадины и кызылординского прогиба и, возможно, периодически достигала Арала (Кесь, 1969). Достоверно установленный переброс среднеазиатских рек в Арал произошло в позднем плейстоцене (Маев, 2000). В начале в Аральскую котловину проникли воды Сырдарьи, позднее на север, к Аралу и Сарыкамышу повернула и Амударья. При этом главный сток Амударьи в это время осуществлялась в Сарыкамышскую впадину, а из нее по долине Узбоя – в хвалынский Каспий. Основное поступление речных вод в Аральскую котловину в основном началось в голоцене, что и привело к возникновению моря.

История последнего Аральского моря. В его развитии выделяются две стадии: озерно-солончаковая и морская (Николаев, 1995).

1 – Озерно-солончаковая стадия относится к началу голоцена. Ее нижняя возрастная граница условно проводится по кровле немых верхнеплейстоценовых отложений, а верхняя определяется временем проникновения в Арал моллюска *Cerastoderma glaucum* (*Cardium edule*), случившимся около 5 тыс. л. н. По разрезам донных осадков центральной акватории Аральского моря палеогеографическая обстановка этого времени представляется следующим образом. В понижениях рельефа существовали озера разной степени засоления, при пересыхании превращавшиеся в солончаки. Невыдержанный по простирацию состав отложений, среди которых присутствуют гипс и раковины ультраэвригалинных и пресноводных моллюсков, свидетельствует о неустойчивом режиме осадконакопления в периодически пересыхающих водоемах с резко меняющейся соленостью. По разрезу докардиумных слоев (озерно-солончаковая стадия) достаточно четко отмечается ритмичное

переслаивание литологических пачек, отвечающих разноуровенному состоянию водоема.

2 – Морская стадия Арала. Непродолжительная (поздний голоцен) история морского Арала характеризуется сложным ходом природных процессов. В первую очередь это выражается в резких колебаниях его уровня и солености, и соответственно, условиями и типом осадконакопления.

Начало образования морского бассейна условно относится к появлению и широкому распространению моллюска *Cerastoderma glaucum* (*Cardium edule*). В разрезе отложений это не нашло заметного отражения. Осадки озерно-солончаковой стадии хорезмийской свиты без заметного перерыва сменяются морскими отложениями, сходными по строению и составу. Их отличие заключается в уменьшении вверх по разрезу хемогенных прослоев и появлении раковин *Cerastoderma glaucum*. Загадочное проникновение этого моллюска из Черного моря в Каспий и далее в Аральское море до настоящего времени не нашло убедительного объяснения. В середине голоцена *Cerastoderma* (*Cardium*) появился в Каспийском море, не имевшем в то время никакой видимой связи с Азово-Черноморским бассейном. Это произошло не в начале новокаспийской трансгрессии, как считается многими специалистами, а позднее. Примерно 5.0-4.5 тыс. л. н. *Cerastoderma* таким же нетрадиционным способом проник в Аральское море. Вероятнее всего это связано с заносом моллюсков в личиночной стадии водоплавающими птицами при сезонных миграциях. Известно также, что кардииды в личиночной стадии могут достаточно долго существовать и при неблагоприятных условиях, в том числе и при сильном опреснении, либо осолонении местообитаний. Появление и расселение *Cerastoderma glaucum* в Арале свидетельствует, что уже в среднем голоцене соленость моря была благоприятной для акклиматизации и широкого расселения этих моллюсков.

Уровень морского Арала испытывал резкие разномасштабные колебания. По гипсометрическому положению морских террас на побережьях и подводным аккумулятивным формам, составу донных осадков (Маев и др., 1983) и палинологическим материалам (Вронский, 1975) в позднеголоценовой истории Арала устанавливаются четыре трансгрессивных и три разделяющих их регрессивных стадий (Вайнбергс и др., 1972) с колебаниями уровня до 20 м и более. По литологии морских отложений, в кардиумных слоях отмечается пять трансгрессивно-регрессивных этапов – ритмов (Маев и др., 1983). Еще более многочисленная ритмика выделяется по изотопному составу кислорода карбонатов Аральского моря (Николаев, 1995). Во время трансгрессий, когда уровень водоема поднимался до отметок 58 м и выше, происходило накопление тонких алеврито-глинистых отложений, у побережий, обогащенных песчаным материалом гравием и галькой. Соленость воды, за исключением устьевых участков рек, выравнивалась и обычно не превышала 10%, широкое распространение получали эвригалинные солоноватоводные и пресноводные моллюски и остракоды. Вдоль берегов активно протекали абразионные процессы. Следы активного разрушения клифа приурочены к абс. отметкам 56-57 м (Вайнбергс и др., 1972). В периоды стабилизации уровня на низменных берегах формировались крупные аккумулятивные формы рельефа.

В регрессивные эпохи, совпадавшие с жаркими аридными условиями, уровень Арала резко падал. Море мелело и разбивалось на отдельные заполненные высокоминерализованными (до 100% и более) водами озера, либо, в местах впадения рек, на опресненные мелководья – плавни. Литологический состав регрессивных осадков весьма разнообразный. Они имеют преимущественно песчано-алевритовый хемогенный (гипс, мирабилит и др.) состав с линзами ракуши. Интересно присутствие в разрезе прослоев торфа. Один из них, содержащий множество раковин пресноводных моллюсков (*Armiger*, *Limnaea*, *Anisis*, *Planorbis* и др.) установлен в центральной котловине и соответствует максимальной регрессивной эпохе Арала. Выполненные по нему палеогеографические реконструкции

(Хрусталеv и др., 1977) свидетельствуют, что в максимум регрессии, когда уровень Арала упал до абс. отметок 30-32 м, его центральная котловина представляла собой обширные плавни, протянувшиеся далеко к югу и сообщавшиеся с западной котловиной двумя проливами. Соленость воды в плавнях не превышала нескольких промилле. В это время в изолированном Малом море активно накапливались хемогенные отложения, а на побережьях существовали солончаковые ландшафты. В настоящее время на осушенном дне Аральского моря активно протекают субаральные процессы, сходные по характеру с теми, которые отмечались при низких уровнях в голоцене, что позволяет реконструировать палеогеографическую обстановку прошлых регрессивных эпох. Тогда происходило активное образование очагов дефляции, формировались соровые солончаки, озерно-болотные угодья и крупные массивы барханных песков. Климат ухудшался, увеличивалась его контрастность и засушливость, учащались пыльные бури и суховеи, во время которых вместе с пылью, с обсохшего дна моря, на окружающее побережье, выносились сульфаты и хлориды, происходило активное засоление грунтов.

В общих чертах в голоценовой истории морского Арала отмечаются три крупных трансгрессивных этапа. Ранний этап – древнеаральский (Хрусталеv и др., 1977) или раннеаральский (Маев и др., 1983) был самым продолжительным (~4.9-3.6 тыс. лет назад) и высоким по положению уровня моря, достигавшего отметок 56-57 м абс. высоты, с соленостью, судя по составу пресноводных (*Dreissena polymorpha obtusicarinata*, *D. caspia pallasii*, *Limnaea auricularia*, *Planorbis sieversi*) и солоноватоводных (*Cerastoderma glaucum*) моллюсков близкой к современной (до 1961 г.).

Средний этап – аральский (Хрусталеv и др., 1977) или древнеаральский (Маев и др., 1983) отмечался во временном интервале 3.0-1.6 тыс. лет назад, уровень моря достигал 54.5 м, а соленость составляла 8-9‰, что привело к обеднению видового состава моллюсков с увеличением среди них эвригалитных видов (*Hypanis minima*, *Theodoxus pallasii* и др.).

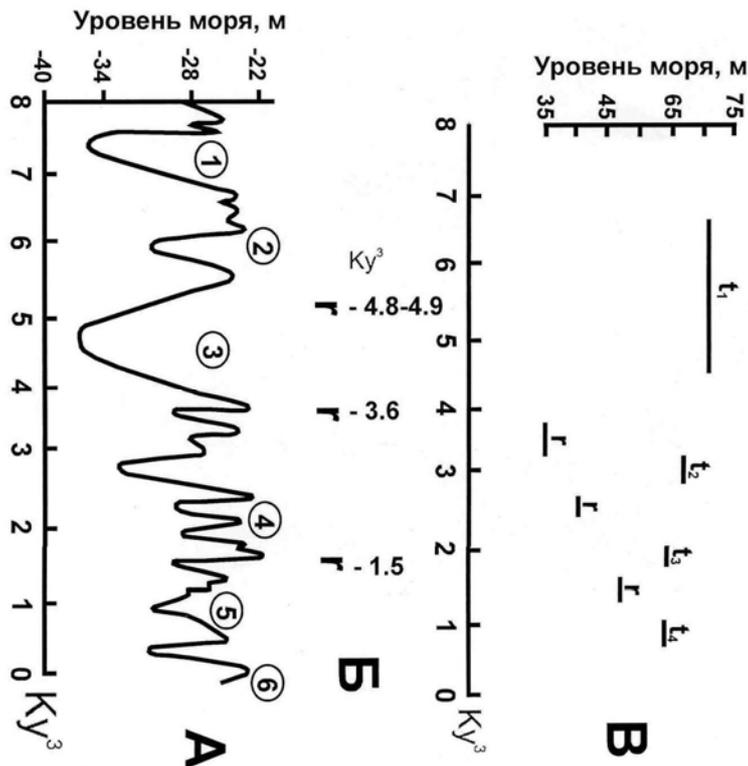
В поздний (новоаральский) этап (1.5-1.0 тыс. лет назад) море трансгрессировало до отметок 53.0-53.5 м и, судя по преобладанию в его осадках солоноватоводных видов моллюсков имело соленость в пределах 8-12‰ (Зонн и др., 2008).

Крупные трансгрессивные этапы Арала разделялись регрессивными эпохами, возраст которых по радиоуглеродным датам и положение уровня моря определяются соответственно как: 3610±140 тыс. л. н. и ~40-35 м абс. высоты; 1590±140 и ~40-41 м; 970±140 и ~ 43-44 м (Маев и др., 1983).

По палинологическим данным (Вронский, 1975) в голоценовой истории Арала для трансгрессивных эпох прослеживается увеличение увлажненности климата, фиксируемое наличием в спектрах среди пыльцы травянистых растений повышенного содержания злаков, а среди спор – папоротника, присутствием пыльцы водных и прибрежно-водных растений и заметным участием пыльцы древесных растений. При этом намечается тенденция последовательного уменьшения влажности климата для более молодых эпох.

Сравнительный анализ колебания уровней Аральского и Каспийского морей показывает различное во времени сочетание их уровней позиций, часто несовпадающих по знаку (рис. 2). Особенно отчетливо это проявляется при сравнении избербашской регрессии Каспия с древнеаральской трансгрессией Арала, а также пика туралинской трансгрессии Каспия с регрессией Арала до отметок 40.5 абс. м. По радиоуглеродным датам начало морского Арала совпадает с началом избербашской регрессии Каспия, а последующее регрессивное падение уровня с трансгрессивными пиками Каспия. Отмеченное однозначно свидетельствует о разных причинах голоценовой ритмики Каспия и Арала. Основная роль в колебаниях уровня Каспия принадлежит соотношению поступления речных вод и испарения, а для Арала решающим был сам факт поступления в депрессию воды крупнейших среднеазиатских рек – Амударьи и Сырдарьи. Образование и эволюция этих речных систем,

начиная с конца палеогена, происходили в условиях активных тектонических поднятий, а в плио-плейстоцене – неоднократных горных оледенений в верховьях водосборов и чередования плювиальности и аридности в средних и нижних частях речных водосборов (Кесь и др., 1980). Для водного режима рек была характерна резкая смена направления течения, обусловленная множеством причин. Однако главным фактором было громадное количество влекомого реками осадочного материала, загромождавшего речные русла и вынуждавшего реку искать новые пути стока, мигрируя по огромной площади среднеазиатских пустынь.



**Рис. 2.** Схема колебаний уровней Аральского и Каспийского морей. А – Уровень новокаспийской трансгрессии Каспия: 1 – желандинская регрессия, 2 – гоусанская трансгрессия, 3 – избербшская регрессия, 4 – туралинская трансгрессия, 5 – александрбайская регрессия, 6 – поздняя трансгрессия. Б – радиоуглеродные датировки Арала (Николаев, 1995): t – трансгрессии, r – регрессии. В – колебания уровня Арала; трансгрессивные стадии: t<sub>1</sub> – древнеаральская, t<sub>2</sub> – новоаральская, t<sub>3</sub> – первая современная, t<sub>4</sub> – вторая современная; r – регрессивные стадии.

**Fig. 2.** Sea-level oscillations in the Aral and Caspian seas. A – New Caspian transgressive sea-levels of the Caspian Sea: 1 – Zhelandy regression; 2 – Gousany transgression; 3 – Izberbash regression; 4 – Turali transgression; 5 – Aleksander-Bai regression; 6 – ancient transgression. Б – Radiocarbon datings of the Aral sea deposits (Nikolaev, 1995): t – transgressions; r – regressions. В – Aral sea-level oscillations. Transgressive stages: t<sub>1</sub> – ancient Aral; t<sub>2</sub> – New Aral; t<sub>3</sub> – first recent; t<sub>4</sub> – second recent; r – regressive stages.

Заметное поступление речных вод Амударьи и Сырдарьи в Арал отмечается с конца позднего плейстоцена. В начале этой эпохи в юго-восточную часть Аральской депрессии по руслу Жанадарья потекли воды Сырдарьи. В это время Амударья еще впадала в Хорезмийское озеро, а после его заполнения повернула на запад, в Сарыкамышскую впадину, и при повышении уровня в озере до отметки +58 м начался сток воды по долине Узбоя в хвалынский Каспий. Обводнение Сарыкамышской впадины сопровождалось периодическим сбросом по Акчарьинскому руслу части вод Амударьи и в Аральскую

котловину, а устойчивое поступление в Арал основной массы вод этих рек произошло в голоцене, тогда и началось образование Аральского моря. Когда в депрессию постоянно поступали только воды Сырдарьи, там существовали сильно минерализованные озера, заполнявшие западную и центральную ее части. Постоянный приток вод Амударьи по Акчарьинской дельте (II начало I тысячелетия до н. э. (Шнитников, 1983), а по радиоуглеродному анализу около 4.5 тыс. л. н.; Николаев, 1995) в Арал привел к образованию морского бассейна, существовавшего до наших дней.

Побережье Аральского моря изобилует памятниками материальной культуры. Вдоль дельтовых протоков и озер Амударьи и Сырдарьи установлены многочисленные стоянки первобытного человека, развалины античных и средневековых построек. Самые древние из них – стоянки неолитических охотников и рыболовов – обнаружены вокруг присарыкамышской дельты Амударьи. В IV-III тысячелетии до н. э. древний человек активно селился в песках вокруг акчадарьинской дельты и на склонах окружающих возвышенностей. Во время максимальной – древнеаральской (по Яншин, 1953) трансгрессии Аральского моря на его берегах располагались стоянки кельтеминарской культуры, позволившие отнести эту эпоху к III тысячелетию до н. э.

Считается (Шнитников, 1983), что во время высокого положения уровня Арала в дельтах впадавших в него рек древний человек стал развивать орошаемое земледелие. В VI-V вв. до н. э., когда в Хорезме возникло рабовладельческое государство, в системе Амударьи резко увеличилось ирригационное строительство, достигшее наибольшего расцвета в первые века н. э. В это время в Приаралье оросительные системы располагались на площади 3.5-3.8 млн. га. Около 1500-1600 лет до н. э., происходило резкое падение уровня Арала до отметок 30 м и более и отмечался кризис орошаемого земледелия. Новый расцвет ирригационного строительства отмечается в VII-VIII в. н. э. и вновь падает в результате нашествия монголов и походов Тимура. Защитные дамбы в дельте Амударьи были разрушены, река вновь повернула в Сарыкамышскую впадину и возобновился сток по Узбою в Каспий. В очередной раз воды Амударьи стали полностью поступать в Арал к началу XVIII в., Сарыкамышское озеро пересохло и превратилось в солончаковую пустыню.

### Заключение

В палеогеографии Аральского моря отмечаются две разномасштабные эпохи развития (табл.), во время которых Аральская котловина представляла собой морские бассейны, разделенные длительным (весь плейстоцен) континентальным перерывом, во время которого море исчезало, и на его обсохшем дне активно протекали субаральские процессы. Первая эпоха – это длительная (поздний плиоцен-плейстоцен) предыстория современного Арала. В позднем плиоцене уже существовавшая впадина Арала последовательно заливалась водами акчагыльской и апшеронской трансгрессий Каспия, с образованием обширных значительно опресненных морских заливов.

Вторая, непродолжительная по времени, эпоха последнего Аральского моря выделяется в голоцене. В ее начале (озерно-солончаковая стадия) Арал представлял собой систему разнообразных по гидрохимическому составу водоемов, периодически пересыхавших и превращавшихся в солончаки. С середины голоцена, благодаря обильному стоку вод Амударьи, повернувшей в сторону Арала, его котловина заполнилась водой и превратилась в солоноватоводный морской бассейн, заселенный моллюсками *Cerastoderma glaucum* (*Cardium edule*), испытывавший разномасштабные по времени и размаху (до 20 м и более) колебания уровня

Изменения солености морского Арала, судя по литологии отложений, их изотопии и составу, содержащихся в них ископаемых остатков (моллюсков, остракод, фораминифер и

диатомей), составляли от единиц до десятков промилле.

Голоценовая история Аральского моря несомненно обусловлена множеством причин: климатических, гидрологических, тектонических, антропогенных. Тектоническая составляющая выражается в деформации террас и донного рельефа. Антропогенный фактор, сыгравший решающую роль в современной экологической катастрофе Арала, в эпоху неолита, бронзы и античных культур, несомненно, частично перераспределял речной приток в Арал. Особенно значимым, но не решающим, он был в средневековье. Главная роль принадлежала гидрологическому (Вайнбергс и др., 1972; Хрусталеv и др., 1977) и климатическому (Рубанов, 1991; Маев, 2000; Кесь, 1969) факторам. Климат регулировал водность речных потоков и, главное, количество испарения с акватории моря – основного расхода вод Арала, определявшего ритмику колебания уровня моря. Гидрологическому фактору – речному стоку Сырдарьи и, особенно, Амударьи – несомненно принадлежит основная роль в заполнении водой Аральской котловины, возникновении и существовании там опресненного морского бассейна. Это случилось в самом начале второй половины голоцена, когда Амударья, образовав Присарыкамышскую и Акчадарьинскую дельты, прорвалась с юга к Аралу и начала формировать Приаральскую дельту и заполнять водой занятую озерами депрессию Арала (Кесь, 1969).

Естественная история последнего Аральского моря, начавшаяся около 4.8 тыс. лет назад, катастрофически быстро, всего за несколько десятилетий, прекратилась. После 1960 г. бассейн распался на два соленых водоема и начался его новый, антропогенный, этап.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Берг Л.С. 1908. Аральское море //Известия Туркестанского Русского географического общества. Т. 5. С.-Петербург. 580 с.
- Вайнбергс И.Г., Ульст В.Г., Розе В.К. 1972. О древних береговых линиях и колебаниях уровня Аральского моря // Вопросы четвертичной геологии. 8. С. 69-89.
- Вишняков А.С. 1978. Геология подземных вод неогеновых отложений равнинных территорий Узбекистана. Ташкент: Фан. 115 с.
- Вронский В.А. 1975. Голоценовая история Аральского моря по палинологическим данным //История озер и внутриконтинентальных морей аридной зоны. Т. 4. Ленинград. С. 64-68.
- Геология Аральского моря. 1987. Ташкент: Фан. 247 с.
- Городницкая М.Л. 1978. О террасах Аральского моря // Геоморфология. № 1. С. 46-55.
- Грамм М.Н. 1958. Об акчагыльских и апшеронских отложениях в низовьях Амударьи //Доклады АН СССР. Т. 120. № 1. С. 859-862.
- Зонн И.С., Гланц Н.Г. 2008. Аральская энциклопедия. М.: Международные отношения. 251 с
- Кесь А.С. 1969. Основные этапы развития Аральского моря // Проблемы Аральского моря. М.: Наука. С. 160-172
- Кесь. А.С., Андрианов В.В., Итина М.А. 1980. Динамика гидрографической сети и изменение уровня Аральского моря //Колебания увлажненности Арало-Каспийского региона в голоцене. М.: Наука. С. 185-197
- Кирюхин Л.Н., Кравчук В.П., Федоров П.В. 1960. Новые данные о террасах Аральского моря //Известия АН СССР. Сер. география. № 1. С. 68-72
- Клейнер Ю.М., Кравчук В.Н. 1966. О древних террасах Аральского моря// Известия Высших учебных заведений. Сер. геология. разведка. № 19. С. 45-57.
- Лымарев В.Н. 1967. Берега Аральского моря – внутреннего водоема аридной зоны. Ленинград: Наука. 252 с.
- Маев Е.Г. 2000. Происхождение котловины и рельеф Аральского моря // Вестник МГУ.

- Сер. география. С. 57-62.
- Маев Е.Г., Маева С.А. 1983. Разрез донных отложений центральной части Аральского моря // Палеогеография Каспийского и Аральского морей в кайнозое. Т. 2. С. 133-143.
- Маев Е.Г., Маева С.А., Николаев С.Д. 1983. Новые данные по голоценовой истории Аральского моря// Палеогеография Каспийского и Аральского морей в кайнозое. Т. 2. С. 133-143.
- Николаев С.Д. 1995. Изотопная палеогеография внутриконтинентальных морей. М.: ВНИРО. 125 с.
- Пинхасов Б.И. 1984. Неоген-четвертичные отложения и новейшая тектоника Южного Приаралья и Западных Кызылкумов. Ташкент: Фан. 115 с.
- Рубанов И.В. 1991. История озер Севан, Иссык-Куль, Балхаш, Зайсан и Арал. Ленинград: Наука. С. 259-267
- Рубанов И.В. 1980. Геологические и исторические свидетельства колебания уровня Арала // Колебания увлажненности Арало-Каспийского региона в голоцене. М.: Наука. С. 204-209.
- Хрусталеv Ю.П., Резников С.А., Туровский Д.С. 1977. Литология и геохимия донных осадков Аральского моря. Ростов-на-Дону. 154 с.
- Шнитников А.В. 1983. Арал в голоцене и природные тенденции его эволюции// Палеогеография Каспийского и Аральского морей в кайнозое. Т. 2.. М.: МГУ. С. 106-118.
- Яншин А.А. 1953. Геология Северного Прикаспия // Материалы к познанию геологического строения СССР. Москва. 370 с.
- The Aral Sea: Selected Bibliography Noosphere. 2002. Moscow. 231 p.

## HISTORY OF THE LAST ARAL SEA

2009. A.A. Svitoch

*Moscow state M.V. Lomonosov university, Geographical faculty  
Russia, 119992 Moscow, Vorobievsky gory, MSU, E-mail: palaeo@geogr.msu.ru*

**Abstract.** The history of the Aral Sea has two epochs – prolonged background and epoch of existence of the last (up to 1961) sea basin. The Aral background begins from the Late Pliocene, when its basin was filling up by the Ackchagyl and Apcheron sea waters, and finishes by the lengthy Pleistocene subareal period. Paleogeography of the last stage of the Aral Sea existence is not prolonged and covers only Holocene. At first, the limno-brackishwater stage is recognized. In the middle of this period, as a result of bursting Amu-Daria waters to the Aral Sea, the large desalinated marine reservoir is formed here, characterizing by abrupt oscillations of level and salinity and also wide spreading of mollusks *Cerastoderma glaucum* (*Cardium edule*).

**Keywords:** The Aral sea, history of development, geological structure, relief, holocene, palaeogeography