

- Соловьева Н. Ф.* К вопросу о динамике солевого баланса Аральского моря // Материалы по ихтиофауне и режиму вод бассейна Аральского моря.— М., 1950. С. 62—69.
- Филиппов А. А., Петухов В. А., Комендантов А. Ю.* Зообентос пролива Берга (Аральское море) в 1992 г. // Тр. Зоол. ин-та РАН, 1993. Т. 250. С. 72—80.
- Черненко И. М.* Приток подземных вод в Аральском море и его значение в решении проблемы Арала // Проблемы освоения пустынь, 1970. № 4. С. 28—38.
- Черненко И. М.* О подземном водопитоке, солевом балансе и проблеме Арала // Проблемы освоения пустынь, 1972. № 2. С. 32—42.
- Черненко И. М.* Водно-солевой баланс и использование высыхающего Арала // Проблемы освоения пустынь, 1983. № 3. С. 18—25.
- Aladin N., Williams W.* Recent changes in the biota of the Aral Sea, Central Asia // Verh. Internat. Verein. Limnol., 1993. Vol. 179. P. 1—4.
- Micklin Ph.* The water Management Crisis in Soviet Central Asia.— The Carl Beck Papers in Russian and East European Studies. N 905. University of Pittsburg Center for Russian and East European Studies. 1991. 120 с.
- UNEP.* Diagnostic study for the development of an action plan for the Aral Sea. Unpublished Report, UNEP, Nairobi, Kenya, 1992.

### Summary

N. V. Aladin, I. S. Plotnikov

#### ON THE PROBLEM OF POSSIBLE CONSERVATION AND REHABILITATION OF THE SMALL ARAL SEA

History and causes of the Aral Sea modern desiccation are discussed. Data on the north part (the Small Aral Sea) of Aral state is given. Ability to conserve and rehabilitate the Small Aral Sea is discussed.

RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES  
PROCEEDINGS OF THE ZOOLOGICAL INSTITUTE.  
ST. PETERSBURG, 1995, VOL. 262

УДК:550.86.56.(119)

**Н. В. Аладин, И. С. Плотников**

Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург

#### ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ АРАЛЬСКОГО МОРЯ: ПАЛЕОЛИМНОЛОГИЧЕСКИЕ И АРХЕОЛОГИЧЕСКИЕ ДОКАЗАТЕЛЬСТВА

Проанализирована динамика изменения уровня Аральского моря с привлечением палеолимнологических, геологических и археологических данных. Показано, что данный континентальный водоем периодически то усыхал, то переполнялся водой. Первоначально на уровень Арала влияли преимущественно климатические факторы. Однако, начиная с античных времен на уровень этого соленого озера первостепенное воздействие оказывает хозяйственная деятельность человека. Делается вывод, что современные экологические проблемы Аральского бассейна не являются новыми для региона: подобное неоднократно случалось и прежде. То единственное, действительно, новое, что присутствует в современном природном бедствии — это химическое заражение водных источников и земли, являющееся следствием использования химических удобрений, пестицидов и дефолиантов.

Аральское море представляет собой большой континентальный водоем в Средней Азии. Оно подразделяется на северный мелководный Малый Арал и южный более глубокий Большой Арал. Драматическая регрессия Аральского моря на протяжении последних 30 лет привлекала внимание всего мира к экологическому кризису в зоне этого обширного и важного водоема. И уровень, и объем моря уменьшились, в первую очередь, за счет изъятия больших объемов воды из стока питающих его двух рек — Амударьи и Сырдарьи. Эти изменения привели к усилению континентальности климата в регионе, ухудшению качества используемой питьевой воды к серьезному росту проблем, связанных со здоровьем населения. В дальнейшем к кризису добавилось неконтролируемое использование минеральных удобрений, пестицидов и дефолиантов в долинах обеих рек.

Еще до Второй мировой войны по решению правительства Советского Союза был начат ряд научных программ по изучению Аральского моря. В 1960-е гг. в результате неправильного водо-



пользования в регионе море начало усыхать, и многие исследовательские программы были закрыты. Возможно, это было сделано чтобы скрыть этот факт, и только во время перестройки (в конце 80-х гг.) исследования были возобновлены. Серьезность экологических и природоведческих проблем привлекла внимание как ученых бывших советских республик, так и зарубежных. Несколько лет назад к решению Аральской проблемы подключились и подразделения из структуры ООН: Программа ООН по окружающей среде (UNEP) и Организация Объединенных Наций по науке и культуре (UNESCO).

Нынешнее падение уровня Аральского моря — это всего лишь одна из многих флуктуаций, происходивших на протяжении всей истории существования этого водоема. Ниже мы представим доказательства изменений его уровня, происходивших в прошлом, основываясь на работах, выполненных как до, так и после официального признания существования аральской проблемы. Мы надеемся осветить проблему Аральского моря в исторической перспективе, рассматривая большое количество литературы, чтобы понять процессы, которые привели к образованию самого водоема, а также динамику сил, управлявших уровнем воды в нем на протяжении всей его истории.

В середине XIX в. регион был включен в состав Российской Империи, и практически одновременно Российской Академией наук было начато изучение Аральского моря и окружающей его территории. Первая научная экспедиция в этот регион была послана из Санкт-Петербурга в 1852 г. под руководством лейтенанта А. Н. Бутакова. Все материалы, собранные во время этой и последующих экспедиций, вошли в состав коллекций Российской Академии наук.

Первая научная монография, относящаяся к Аральскому морю, была опубликована в Петербурге в 1908 г. Эта написанная Бергом монография была первой публикацией, где было показано, что уровень Аральского моря не падал постоянно, а просто флуктуировал в зависимости от преобладания сухой или влажной климатической фазы. Другие российские ученые развивали эти идеи. Воейков (1957) первым высказал предположение, что Аральское море может полностью исчезнуть из-за усиленного использования стока впадающих в него рек для нужд орошения. Тем не менее этот автор даже рекомендовал расширить орошение за счет Аральского моря, так как считал, что утрата моря не приведет к катастрофическим последствиям. Позднее Шнитников (1969) высказал предположение, что циклические флуктуации уровня Аральского моря можно связать с глобальными изменениями климата.

Толстов (1949, 1962) и Кесь (Низовья Аму-Дарьи... 1960), а также ряд других авторов (Андрианов, Кесь, 1967; Кесь, Андрианов, Итина, 1980) опубликовали статьи по археологии и палеогеографии, которые подтверждают, что оросительные системы

функционировали еще во времена древнего Хорезма. Одна из наиболее существенных регрессий Арала была относительно недавно, в IV в. н. э. (Николаев, 1991). Также были представлены доказательства того, что изменения уровня Аральского моря в голоцене были связаны с деятельностью человека, в основном с войнами и орошаемым земледелием (Кесь, 1983; Мамедов, 1991).

Эволюция терминального водоема в аридных и полуаридных условиях находится в зависимости от эволюции водосборных бассейнов питающих его рек. В целом в аридных зонах общее поступление воды с дождями, грунтовыми и подземными водами существенно меньше объема речного стока (например, оз. Чад с его двумя реками и Мертвое море с впадающей в него одной рекой). Историю речных бассейнов Амударьи и Сырдарьи определили два главных фактора: с одной стороны, локальные тектонические подвижки и поднятия, а с другой стороны, чередование плейвиальных и аридных климатических фаз, рост и таяние горных ледников.

Рубанов (1991) указывает на три регрессии на протяжении истории Аральского моря: первая — в верхнем акчагыле, вторая — в нижнечетвертичное время, третья — в верхнем голоцене. Все три регрессии выразились в осаждении солей из воды. Эти солевые отложения, как и соли, растворенные в воде современного Аральского моря, имеют речное происхождение. Залежи галита и сопутствующих солей появились в результате испарения принесенной реками воды, о чем свидетельствует химический состав солевых отложений (Блинов, 1956).

Бассейн Аральского моря начал формироваться 3 млн лет назад в позднем неогене, в самом начале акчагыла. В последние годы перед учеными встали два вопроса: 1) как сформировалась котловина Аральского моря, и 2) как она заполнилась водой. По-видимому, первоначально море представляло собой небольшую впадину, куда собирался местный поверхностный сток. Этот сток был слегка соленым из-за растворения грунтовых солей. Когда же вода испарялась, поверхность впадины оказывалась покрытой тонкой солевой коркой, которая разрушает поверхностный слой грунта и способствует его ветровой эрозии. Со временем пыльные бури углубляли и расширяли впадину. Очевидно, что этот процесс должен был повторяться многократно. Последующий сток рек привел к накоплению осадков, что разделило единую котловину на несколько меньших (Рубанов, 1991). Кесь (1969) и Пинхасов (1984) отмечали, что Аральская впадина сперва соединялась с Сарыкамышской впадиной (между средним и поздним акчаглом), образуя Аральский бассейн в том виде, в каком мы его знаем сейчас.

Возникновение современной водосборной области в Средней Азии началось вслед за регрессией ранее покрывавшего этот регион Палеогенового моря. Развитие Аральского моря можно проследить по эволюции рек Амударьи и Сырдарьи, однако мы



также должны не забывать и другие, к настоящему времени исчезнувшие реки, сыгравшие свою роль в эволюции Аральского моря. Во второй половине позднего плейстоцена в связи с регрессией акчагыльского бассейна сформировался эрозийный врез, который во время нижнего апшерона был заполнен саятским галечником.

Согласно Животовской (1969) и Пинхасову (1984) эти аллювиальные отложения могут простираться в ширину на 30—60 км. Их можно видеть на Каракульском плато и в Заунгузских Каракумах. Амударья текла по этой территории в раннем плейстоцене, как об этом свидетельствуют отложения, датированные самым концом плейстоцена — началом плейстоцена.

Древняя Амударья вместе со своим древним правым притоком Зеравшаном текла в сторону Каспия, откладывая на своем пути толстые слои песка и глины (рис. 1). К середине раннего плейстоцена Амударья изменила направление течения от Заунгузских Каракумов в сторону Низменных Каракумов и далее через Балханский и Донатинский коридоры, чтобы в конце концов достичь Каспийского моря. Это изменение направления течения Амударьи выразилось в накоплении здесь мощной серии аллювиальных отложений толщиной более 340 м. Они получили название «каракумской свиты» и состоят из песка, глин и алевролитов.

Первоначально главное русло Амударьи располагалось около северных предгорий Копет-Дага. Согласно Горелову (1985), Амударья начала мигрировать к северу, сохраняя при этом западное направление своего течения. Северное, наиболее молодое русло древней Амударьи было расположено вдоль юго-западного склона Заунгузских Каракумов, достигая долины Узбоя и далее Межбалханского коридора. До самого конца среднего плейстоцена Амударья текла через низменные Каракумы. В это время она имела много притоков; наиболее крупными из них были левые притоки — Мургаб и Таджент. Большое количество более мелких притоков впадало также и с правой стороны. Все эти данные свидетельствуют о большом объеме поверхностного стока и о значительном обводнении региона в этот период времени.

Мамедов (1991) высказал предположение, что в конце раннего — начале среднего плейстоцена размах тектонических поднятий увеличился на десятки метров в центральных областях Таджикской депрессии и до 2500 метров в ее горном обрамлении. Вслед за этим Памир стал покрываться ледниками, и наступило послеледниковое оледенение. Тогда ледники спускались по долинам рек Пяндж и Вардуз до 1700 м; в горных районах долины рек углублялись на 1500 м, а на равнинных участках — до нескольких сотен метров.

В течение позднего плейстоцена гидрологический уклон в бассейне Амударьи уменьшился, и, соответственно, усилился процесс аккумуляции осадков. Кроме того, увеличение стока с ледников увеличило эрозионную силу рек в их верхнем течении. В позднем плейстоцене Амударья стала течь через Каракумы в

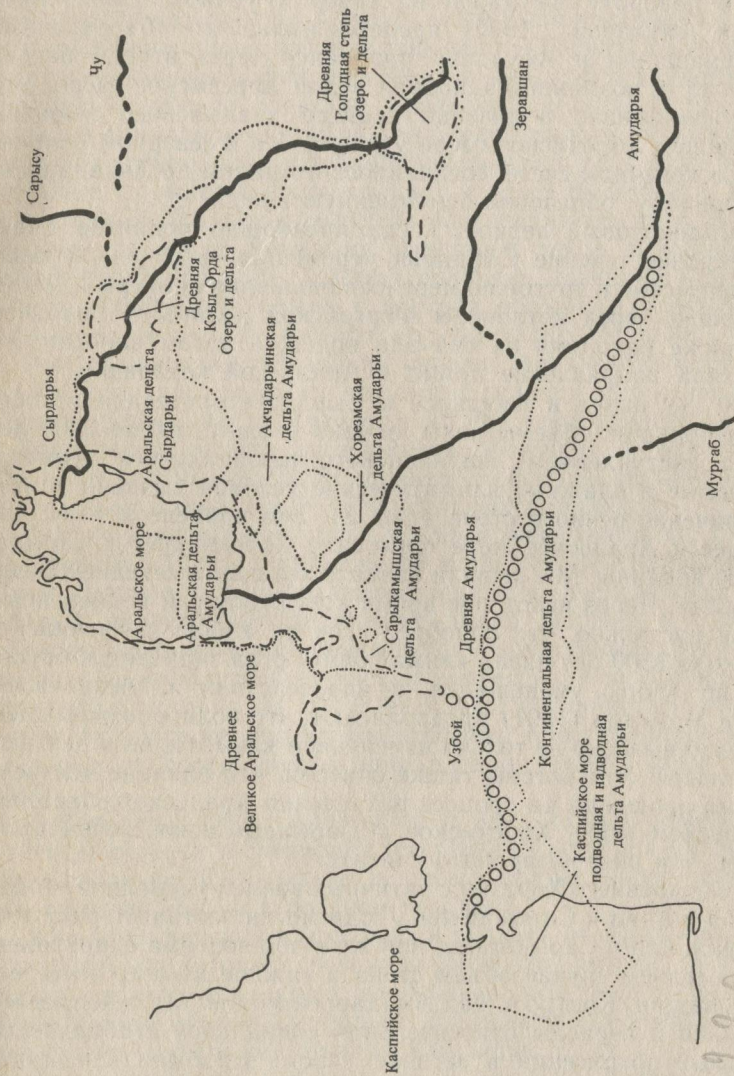


Рис. 1. Плейстоцен-голоценовая палеогеографическая сеть Средней Азии и Казахстана (по Д. Д. Квасову (Kvasov, 1978), с изменениями и дополнениями)



Арало-Сарыкамышскую впадину. Эта смена направления ее течения с Каспия на Арал, вероятно, произошла в льяляканский плювиальный период, когда увеличение расхода воды привело к затоплению долины Амударьи с последующим переливом вод в долину ее притока — Зеравшана. В конце концов этот перелив привел к повороту Амударьи на север (Рубанов, 1991). Кесь (Низовья Амударьи..., 1960) предположила, что объединенный поток Зеравшана и Амударьи прорвался через второй барьер у Туямуюна и, возможно, наполнил водой Хорезмское озеро. Это озеро существовало в течение раннего хвалынского периода. В дальнейшем Хорезмское озеро увеличилось в северном направлении и, в конечном счете, соединилось с Аралом по Акчадарьинскому коридору, образовав одноименную дельту.

В доголоценовый период, когда произошло поднятие Тянь-Шаня, верхнее течение Сырдарьи перемещалось от одной межгорной депрессии к другой по мере их заполнения наносами. Далее река прошла через котловины Ферганской долины и Голодной степи, также наполняя их сначала водой, а потом наносами, и затем взяла направление прямо к Аральской котловине.

10 000 лет назад в Амударье и Сырдарье протекали относительно небольшие объемы воды, однако позднее, около 9000 лет назад, с наступлением льяляканского плювиального периода, более теплые и влажные климатические условия вызвали заметное увеличение речного стока (рис. 2). Это привело к тому, что разлившееся Аральское море поглотило Хорезмскую и Сарыкамышскую впадины. Мы решили назвать это время «стадией Великого Арала». Через некоторое время этот огромный водоем переполнился настолько, что приобрел сток по Узбою в Каспийское море. Около 3500 лет назад климат опять стал значительно суше, и сток по Узбою уменьшился, а впоследствии и прекратился. Квасов и Мамедов (1991) предполагают, что полное пересыхание Узбоя было вызвано не только изменением климата, но и деятельностью людей. Эти авторы также считали, что влияние человека развитием орошения на процесс разделения Аральского бассейна на Аральском море, Хорезмское и Сарыкамышское озера было бо́льшим, чем обычно принято считать.

Жители древнего Хорезма с античных времен управляли стоком Амударьи в Арал и Сарыкамыш. Люди могли заставить реку течь или в Арал, или в Сарыкамыш, или же в оба водоема одновременно. В последнем случае объем стока в каждое из озер тоже мог регулироваться. Контроль над Амударьей можно было поддерживать только в периоды относительной социальной стабильности. Социальные потрясения в регионе (часто это были конфликты из-за воды), несомненно, вели к утрате контроля над рекой, и она по воле случая поворачивала в том или ином направлении.

Хотя Амударья и достигла Аральского моря в зоне Акчадарьинской дельты, постепенное накопление осадков в Хорезмском озере опять привело к повороту Амударьи. В данном случае река повер-

нула на запад в Саракамышскую впадину. Уровень воды в Сарыкамыше постепенно поднялся до 58 м выше уровня океана, т. е. до отметки, после которой вода потекла по Узбою в Каспийское море. Согласно Кесь (Низовья Аму-Дарьи..., 1960) Сарыкамышская дельта простиралась на восток от Сарыкамышской впадины: Шнитников (1969) критиковал идеи этого автора о одновременном существовании дельт Амударьи. Им была высказана мысль об одновременном существовании этих дельт. Он считал, что во время сухих климатических фаз река текла в Аральскую впадину и формировала наиболее древнюю Аральскую дельту. В прохладно-влажные климатические фазы Арал переполнялся, поэтому только часть вод устремлялась по Акчадарье в Арал, другая же их часть стекала в Сарыкамышскую впадину и далее по Узбою в Каспийское море. Б. И. Пинхасов (1984) подтвердил мысль А. В. Шнитникова, что после Туямуюна Амударья текла в мелководную часть Аральского моря, которая получила название «Лавакский залив» и была ограничена с востока обрывами плато Устюрт, а с запада — линией Туямуюн—Султануздаг—Муйнак.

Амударьинский сток поднял уровень Аральского моря и привел к накоплению аллювия, дельтовых осадков, и, в конце концов, поднял уровень русла Амударьи до его современного значения. В Хорезмском регионе он поднялся примерно до отметки 75—90 м выше уровня океана. Это привело к образованию Акчадарьинского и Сарыкамышского аллювиальных комплексов.

Доголоценовая эволюция Сырдарьи известна хуже. Согласно Федоровичу (1970) тектоническое поднятие центрального Тянь-Шаня вызвало сильное развитие ледников, последующее таяние которых привело к объединению долин Нарына и Сырдарьи. Эти воды перетекали из одной межгорной впадины в другую, пока, наконец, не покинули Ферганскую депрессию и не потекли на северо-запад, оставив до 500 м песчаных и глинистых отложений в области к юго-востоку от Кызылкумов, простирающейся прямо на запад от современного направления течения реки (Грамм, 1962).

Федорович (1952), Андрианов и Кесь (1967) отметили, что в течение раннего и среднего плейстоцена Сырдарья мигрировала через северные Кызылкумы, а своего современного положения она достигла только в позднем голоцене.

В нижнем течении Сырдарьи, к востоку от Аральского моря, в позднем плейстоцене возникла большая дельта. Сейчас эта дельта находится к северу от Кызылкумов, между Аральским морем и современной Сырдарьей. На западе эта дельта соединялась с Акчадарьинской дельтой Амударьи.

На протяжении хвалынского и мангышлакского периодов в Средней Азии был холодный и сухой климат, вызвавший очень сильную регрессию Аральского моря. В течение паскевичевского периода это привело к полному высыханию Сарыкамышской впадины и прекращению стока по Узбою. Между ранним и сред-



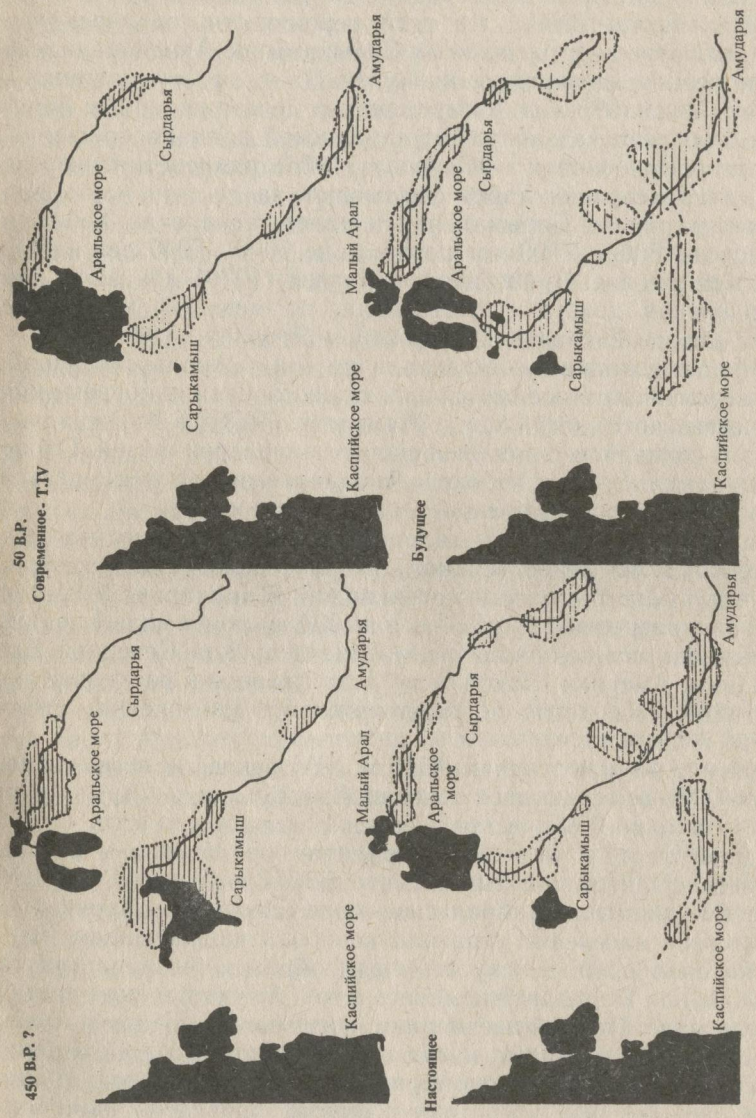
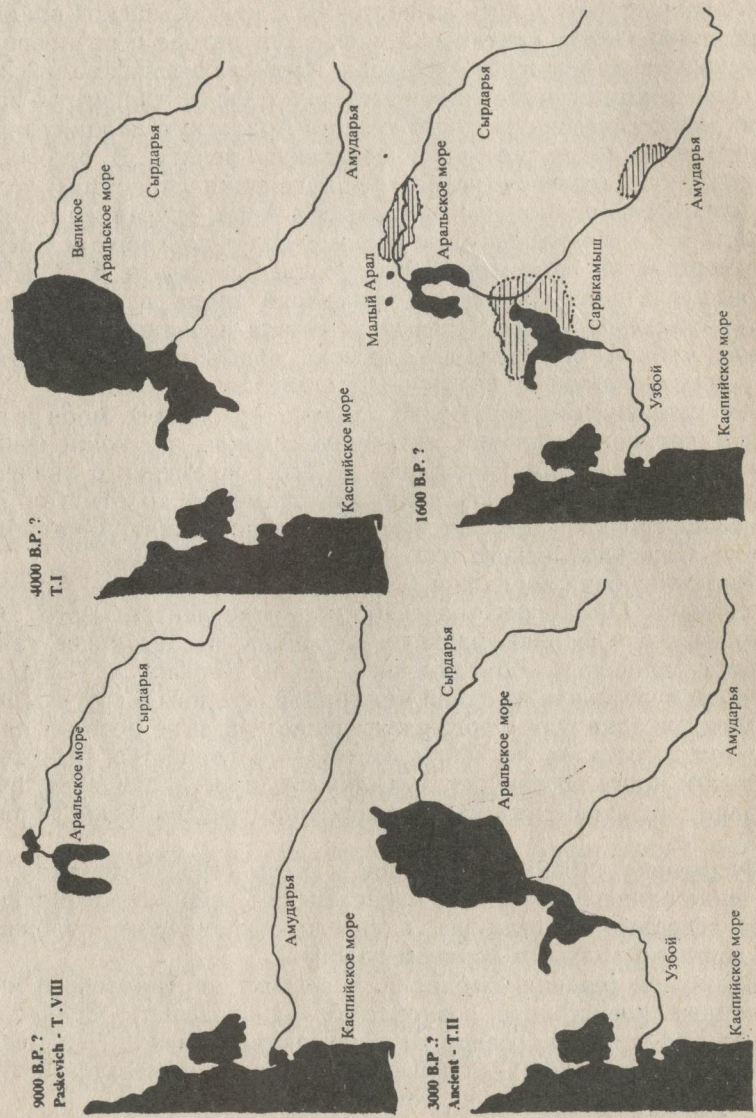


Рис. 2. Раннеголоценовая палеогеографическая, средневековая, середины XX века, современная и возможная будущая гидрографическая сеть Средней Азии и Казахстана  
 Заштрихованные участки показывают области орошения



ним голоценом, около 9000—8000 лет назад, климат изменился от сухого и холодного в сторону теплого и влажного. Ледники отступили до высоты 5000—7000 м над уровнем океана. Излишек вод Амударьи пошел по Акчадарье в направлении Аральского моря, а также по Сарыкамышской впадине и Узбою в Каспийское море (Шнитников, 1969). По всей вероятности, одновременно существовали три дельты: дельта у Сарыкамыша, Акчадаринская дельта и дельта непосредственно у Арала (т. е. современная), однако с начала 1970-х гг. «современная» дельта коренным образом изменилась из-за забора амударьинской воды на орошение.

Согласно Коробковой и Юсупову (1976) раннеолитические поселения на террасах Узбоя указывают на то, что часть вод Амударьи достигала Сарыкамыша и далее стекала по Узбою в Каспий около 8000—7000 лет назад, а не 6000—5000 лет назад, как считали раньше. Виноградов и Митяев (1979) доказали, что Акчадаринская дельта существовала, по меньшей мере, уже 7000 лет назад. Согласно Сорокиной и Ягодину (1980) 5000—4000 лет назад также существовала дельта у Аральского моря. Весьма вероятно, что все три дельты существовали одновременно, так как согласно Виноградову и Мамедову (1970) и Виноградову (1981) это совпадало с льяляканской плювиальной фазой. Около 4000 лет назад сток по Узбою и Акчадарье начал уменьшаться и около 3000 лет назад прекратился полностью.

На протяжении среднего голоцена Сырдарья занимала ряд узких протоков на левой (южной) стороне дельты Инкардарьи. Позже эти русла были заполнены водой Жанадарьи. Начиная с XIII в. или, скорее всего, с XIV в. и до XIX в. стоял малый ледниковый период, что показывает изучение ледников Северной Европы, Азии и Америки. Накопление льда привело к росту поступления талых вод летом и, следовательно, увеличению стока Амударьи и Сырдарьи.

Вероятно, на протяжении XIII и XIV веков, и несомненно, с XIV по XVI век в нижнее течение Амударьи и в Сарыкамыш поступало большое количество воды, достаточное для того, чтобы, по меньшей мере, в отдельные моменты она стекала в Узбой. Исторические записи показывают, что в 1573 г. Амударья повернула из Сарыкамыша в Аральское море. Это могло произойти, когда местное население утратило контроль над течением Амударьи, которая прежде искусственным образом была повернута в Сарыкамыш. В дальнейшем весь сток Амударьи поступал в Аральское море. Первый англичанин, посетивший Среднюю Азию, купец Антони Дженкинсон, писал в 1588 г., что, по всей вероятности, местное население скоро утратит контроль над рекой: «Вода, которая орошает всю эту страну Хорезм, проведена каналами из реки Окса (*древнее название Амударьи*) к великому ущербу для означенной реки: по этой причине она не впадает в Каспийское море, как в прежние времена» (цит. по: Берг, 1908. С. 28).

Научные доказательства изменения направления течения Аму-

дарьи, теперь целиком впадающей в Аральское море, приходят из различных источников и датируют это событие временем между серединой XVI и первой половиной XVII веков. Вполне вероятно, что в пределах этого 70-летнего отрезка времени сток вод Амударьи в Сарыкамышскую впадину полностью прекратился.

Благодаря прекращению стока в Сарыкамышскую впадину и далее в Узбой, последний вскоре высох, и уровень Аральского моря быстро поднялся. Прежний поворот Амударьи в сторону от Арала, осуществленный местным населением в средние века, привел к усыханию Аральского моря до уровня, сравнимого с современным. Последующий быстрый подъем уровня Арала (примерно четыре столетия назад) уничтожил саксауловые заросли, кое-где окаймлявшие море. Радиоуглеродный анализ затопленных саксауловых пней (теперь обнажившихся из-за современного падения уровня) датирует их  $1663 \pm 5$  г. (т. е.  $287 \pm 5$  лет назад; S. Stine, личное сообщение).

Самые старые богатые залежи солей найдены к югу от горы Кушканатау и датируются поздним акчагыльским временем. Также известно, что эвапориты одновременно отложились в северной части Туркмении (Федин и др., 1985), что указывает на региональное изменение климата. Согласно Бухариной (1979) Аккалинская солевая толща образовалась на границе плиоцена. Отложения мирабилита в Аральском море образовались на протяжении позднего голоцена, по меньшей мере, в трех местах: в западной части Аральской впадины, в заливе Тше-Бас и в Малом Арале. Залежи эвапоритов известны также в озерах Кара-Умбет, Джаксыклыч, Сарыкамыш и на мелководьях западной части Аральского моря. Считается, что все они образовались за последние несколько столетий.

Поскольку никаких голоценовых эвапоритов в северо-восточной части Аральского бассейна не найдено, то можно предположить, что с акчагыльского времени и до голоцена она была постоянно обводнена. Площадь этих солевых залежей варьирует от нескольких квадратных километров до 2000 квадратных километров при толщине порядка десятков метров. Общий объем соляных толщ оценивается в несколько миллиардов тонн. В них присутствуют следующие соли: мирабилит, галит, астраханит, глауберит и гипс.

Так как растворенные в речной воде соли преимущественно являются сульфатами, то и в солевых отложениях также преобладают сульфаты. Химический анализ этих отложений показывает высокую концентрацию сульфатов и ионов магния при низком содержании гидрокарбонатов и хлоридов.

Пинхасов (1984) говорит о том, что в течение акчагыльской трансгрессивной фазы Протоаральский бассейн занимал большую территорию, простиравшуюся на юг и восток вдоль старых речных долин. Сама же поздняя акчагыльская регрессивная фаза выразилась в обособлении небольших мелководных заливов по кромке



Аральского моря (например, у горы Кушканатау), и они стали местами образования солевых залежей (до 16 м толщиной). Именно во время этой регрессионной фазы и образовались соляные толщи в северном Туркменистане.

В дальнейшем апшеронская трансгрессия, которая была даже более обширной, чем предшествующая ей акчагыльская, достигла высоты 73 м над уровнем океана. На протяжении этой трансгрессии накопившиеся осадки сглаживали рельеф ложа Аральского моря, и, более того, отложения дельтовых осадков привели к сокращению площади моря. Вероятно, в это время основные питающие Арал реки впадали в него на востоке и северо-востоке Аральского бассейна. Заметная регрессия Аральского моря имела место в апшеронский период, в начале четвертичного периода, и в это время в самых глубоких участках бассейна вслед за высыханием моря образовались Аккалинские солевые толщи. По мере испарения рассола формировалась последовательность минералов. В ее основании лежит мирабилит, за ним последовательно идут галит и астраханит. Средняя толщина этих отложений лежит между 47 и 50 м (Рубанов и др., 1983). В начале процесса соленакопления (т. е. при осаждении мирабилита) соленость водоема должна была быть около 155 г/л. Из экспериментов известно, что осаждение мирабилита происходит в основном зимой, тогда как летом этот минерал обратно растворяется в мелководных районах моря, а в отложениях в самых глубоких его частях сохраняется. Этот высокосоленый водоем простирался от Муйнака до о. Кокарал (с юга на север) и от о. Возрождения до Акпеткинского архипелага (с востока на запад).

Когда соленость достигла величины выше 295 г/л, начал осаждаться галит, а при 300 г/л осаждался астраханит вместе с эпсомитом и галитом. После раннечетвертичной апшеронской регрессии и осаждения Аккалинских соляных толщ Аральская впадина оставалась практически сухой на протяжении большей части четвертичного периода. В течение этого времени, благодаря ветровой эрозии, возникли наиболее глубокие участки впадины между обрывами плато Устюрт и западноаральской Муйнакско-Куландинской возвышенностью.

К концу четвертичного периода (лавакский период) голоценовая Аральская впадина заполнилась водой в третий раз, на этот раз водами рек Амударьи и Сырдарьи. Сырдарья почти постоянно текла в Аральскую впадину в отличие от Амударьи, впадавшей в Аральское море лишь периодами.

Можно провести различие между осадками, образовавшимися в течение регрессионных фаз, и осадками трансгрессивных фаз: если первые характеризуются слоями солей и гипса, то во вторых преобладают глины и, часто, карбонатные илы. Прежние высокие уровни Аральского моря можно идентифицировать по наличию террас в Аральском бассейне. Большое число таких террас описано Вайнбергс и др. (1972).

Последняя глубокая регрессия произошла, согласно Рубанову (1991), приблизительно 1000 лет назад; при этом в самых глубоких частях Арала отложился мирабилит. Эти отложения описаны в западной части Аральской впадины, в Малом Арале и заливе Тше-Бас. Средневековая регрессивная фаза была не столь заметной, как 1000 лет назад, но оказалась сходной по силе с современной: она привела к отложению слоев гипса. Рубанов и Тимохина (1982) показали, что в течение акчагыльского периода соленость Аральского моря достигала 150—160 г/л.

Анализ осадков, отложившихся в нижнем течении Амударьи и Сырдарьи, дает вполне определенный результат. В этих отложениях различаются 6 типов осадков (Мамедов, 1991б): 1 — аллювиально-речной, 2 — аллювиально-озерный, 3 — аллювиально-дельтовый, 4 — хемогенный, 5 — озерный (озерный мелководный), 6 — «морской» (озерный глубоководный).

Кесь (Низовья Аму-Дарьи., 1960) считала, что наиболее старая дельта Амударьи — Хорезмская, и что отложения этой дельты погребены под отложениями Сарыкамышы и Акчадарьи. Сарыкамышская дельта расположена между Амударьей и Сарыкамышской впадиной и имеет запутанную гидрологическую сеть проток и небольших озер. В этих отложениях обычны двустворчатые моллюски *Dreissena polymorpha* и *Anodonta* sp. Здесь также описаны пласты мощностью 10—20 см с остатками растений. Согласно Акулову (1960), отложения Амударьинской дельты имеют толщину свыше 120 м, однако Костенко (1978) оценивает их только в 30—40 м. Костенко установил, что дельта Амударьи располагалась между восточными обрывами плато Устюрт и горой Бельтау и состояла из песчаных и глинистых аллювиальных осадков, достигавших толщины до 100 м.

Акчадарьинская дельта Амударьи впервые образовалась в голоцене в то же время, когда на территории Хорезм появились аллювиальные отложения мощностью 40—50 м. На север от Акчадарьинской дельты откладывались дельтовые наносы Сырдарьи. Благодаря увеличившемуся золотому воздействию, над отложениями дельты Сырдарьи стали преобладать принесенные ветром песчаные отложения. Рубанов и др. (1987) отметил наличие в дельте Сырдарьи множества старых протоков, с двумя старыми руслами этой реки вдоль русел Кувандарьи и Жанадарьи.

В последовательности дельтовых отложений Амударьи двустворчатый моллюск *Corbicula fluminalis* является полезным маркером условий внешней среды, так как он различает солоноватоводные и пресноводные условия обитания, характеризуя только последние. Примерно в конце середины первой половины позднего плейстоцена (Рубанов и др., 1987) Амударья повернула на север. Акулов (1960) рассчитал, исходя из объема осадков, отложившихся в дельте Амударьи, что эти системы формировались в течение приблизительно 15 000 лет. Чалов (1968), используя датировку серии урана, дал абсолютные значения возрастов



дельта Амударьи и Сырдарьи. Для Амударьи самые старые осадки датированы возрастом 22 000 лет и для Сырдарьи — 150 000 лет. На протяжении холодного и сухого паскевичевского времени, примерно в период с 25 000—22 000 до 10 000—9000 лет назад, как поступление воды, так и поступление осадков были в несколько раз ниже, чем в 1960 г. В период 9000—4000 лет тому назад, в течение теплого лавляканского плювиального периода, общий объем осадков, перемещаемых реками, заметно возрос, когда сток, по оценкам, увеличился втрое. За последние 4000 лет в дельте Амударьи накопилось 720 км<sup>3</sup> осадков, что составляет 38% всех отложившихся в дельте осадков.

Шанцер (1951) считал, что аридизация климата уничтожила многие леса и луга в этом регионе, и в результате этого усилилась водная эрозия почв и осадков.

Сложная история трансгрессионных и регрессионных фаз в Аральском бассейне и дала в результате хорошо развитую, если не несколько усложненную, стратиграфию. Появился ряд важных работ по осадкам Аральского моря, например, Бродская (1952), Хрусталева и др. (1977), Рубанов и др. (1987). На протяжении трансгрессионных фаз преобладают терригенные осадки, а в течение регрессионной фазы доминируют как раз хемогенные и биогенные осадки (Хрусталева и др., 1977).

На основании последовательности осадков Аральского моря лежит недифференцированная, неструктурированная красно-коричневая глина, вероятно, континентального происхождения. Сразу над этим базальным слоем находятся отложенная водой глина и раковинный материал. Эти слои, вероятно, сперва появились в течение позднего четвертичного периода или раннего голоцена при заполнении Аральского бассейна водами Амударьи и Сырдарьи.

Маев и др. (1991) различают 19 индивидуальных горизонтов, разделяемых на верхние и нижние на основании отсутствия раковин *Cerastoderma* в нижней части последовательности (горизонты 19—12) и их наличия в верхней ее части (горизонты 11—1). Верхняя часть последовательности в дальнейшем была разделена на три подгруппы на основе палеонтологических данных. Авторы полагают, что горизонты 19—12 представляют интервал от позднего плейстоцена до раннего голоцена 14 000—12 000 лет назад, но это не основано на каких-либо научных доказательствах.

Горизонты 11—9 составляют самую нижнюю из трех субъединиц. Моллюски и членистоногие палеонтологически указывают на солоноватоводные условия обитания, самый верхний горизонт (9) указывает на возрастающее влияние пресных вод (Маев и др., 1983а). Горизонты 8—6 составляют среднюю субъединицу, где преимущественно представлена пресноводная фауна двусторчатых моллюсков и остракод. Горизонты 5—1 самой верхней субъединицы содержат фауну, которая маркирует возврат пресноводных условий.

Очень важно заметить, что средняя субъединица (горизонты 8—6) содержит не только фауну пресноводных моллюсков и членистоногих, но также значительное количество растительных остатков, особенно в горизонтах 7 и 6. Действительно, горизонт 7 часто содержит слой торфа. Радиоуглеродная датировка этих слоев торфа указывает на возраст  $1590 \pm 140$  лет назад. Последующий радиоуглеродный анализ карбонатов из раковин моллюсков, взятых из горизонта 9, дал возраст  $3910 \pm 140$  лет назад; сверху горизонта 11 — возраст  $4846 \pm 90$  лет тому назад, и внизу горизонта 11 — возраст  $4956 \pm 100$  лет тому назад.

Маев и др. (1991) считали, что слой торфа (горизонт 7) сформировался в течение глубокой регрессии озера около 1600 лет тому назад. Они предположили, что одна из главных речных дельт мигрировала в направлении к центру Аральского бассейна, образовав в результате эту центральную область, становившуюся большей частью огромным пресноводным болотом с соответствующими пресноводными флорой и фауной, окаймленным высокими густыми тростниками. Соленые воды Аральского моря отступили в западные заливы, в самую глубокую часть Аральского бассейна, напротив восточных обрывов плато Устюрт (Маев, 1983б).

Регрессия в IV в. н.э. была, вероятно, одной из наиболее примечательных: самый низкий уровень, до которого отступало море, составил около 30—32 м выше уровня океана, что на 20 м ниже «нормального» уровня Арала в XX в. Рубанов (1977) отметил, что осаждение мирабилита происходит только на глубинах более 33 м, таким образом подтверждая, что предполагаемый уровень низкого стояния Арала составлял приблизительно 30 м выше уровня океана.

Согласно Федорович и др. (1980) «*Cardium edule*» появились в Каспийском море в период между 8000—6000 лет назад, и позже, около 5000 лет назад, они появились в Аральском море. Эти авторы считают, что террасы, содержащие образцы *Cardium*, имеют возраст не старше середины голоцена.

Как правило, слои гипса лежат ниже карбонатной глинистой толщи (Бродская, 1952). Это является общей закономерностью расположения морских осадков — ниже гипса лежит слой оолитового песка и, главным образом, фрагментов раковин (ракушковая крошка) (Хрусталева и др., 1977). В основании этой последовательности лежит слой мирабилита (Рубанов и др., 1987). Согласно Бродской (1952) и Рубанову (1977), слои гипса появились, когда уровень Аральского моря упал примерно на 14—15 м по сравнению с «нормальным» уровнем — 53 м выше уровня океана.

Наиболее распространенными осадками в бассейне Аральского моря сегодня являются песок, ил, глина, карбонатная глина; в каждом из них есть доля дополнительного биогенного карбонатного материала. Происхождение этих осадков возможно в одной из трех форм: 1) терригенные осадки локального происхождения, 2) хемогенные осадки, 3) биогенные осадки.



Терригенный материал состоит из трех основных компонент: во-первых, появившейся при эрозии береговой линии; во-вторых, речной и, в-третьих, эоловой. Как правило, объем терригенных осадков, приносимых Амударьей, был в 10 раз больше, чем приносимых Сырдарьей. Хрусталев и др. (1977) вычислили, что Амударья приносит 74 млн т осадочного материала в год, Сырдарья — 8 млн т в год, эрозия береговой линии добавляет 7 млн т в год, когда как эоловая составляющая дает только 22 млн т в год.

Хемогенный материал (главным образом в форме карбоната кальция и карбоната магния) составляет 13 млн т в год. Эти седиментационные процессы протекали обыкновенно в мелководных заливах восточной части Аральского моря (Рубанов и др., 1987), где мы обнаруживаем на современном ложе моря слои этих осадков толщиной 10—50 см. Биогенный материал составляет 5 млн т в год в грубо приближенно равных частях органического материала, аутогенного кремния и раковинного материала (главным образом раковины моллюсков). Осадки в самой глубокой части Аральского моря состоят из ила и глины, тогда как в более мелководных районах обычно отмечаются пески и оолиты.

Мамедов (1991) установил, что ежегодный объем атмосферных осадков, выпадавших на поверхность «нормального» Аральского моря в XX столетии равнялся 10—13% «нормального» стока Амударьи и Сырдарьи в это море. Шульц (1975) рассчитал, что в течение 1950-х гг. ежегодный речной сток в Аральское море составлял 52 км<sup>3</sup>, остальные 10 км<sup>3</sup> терялись в речных дельтах через различные процессы, включая испарение. Гидрологи полагают, что, в принципе, уровень Аральского моря сегодня наиболее зависит от речного стока.

Мамедов и Трофимов (1986) рассчитали, что ежегодный поверхностный сток плюс непосредственное выпадение атмосферных осадков составляли в течение раннего и среднего голоцена 218—224 км<sup>3</sup>. Это включало 153.4 км<sup>3</sup> речного стока, 29.2 км<sup>3</sup> атмосферных поступлений, 38.4 км<sup>3</sup> терялось в дельте. Испарение с поверхности Аральского моря было рассчитано для этого времени как 116 км<sup>3</sup> ежегодно. Эти данные позволили реконструировать уровень Арала в то время, вычисленный как 72—73 м выше уровня океана, и оценить его поверхность в 148 100 км<sup>2</sup>. Они также рассчитали, что интенсивность испарения составляла 783 мм в год. Сравнение этих данных по испарению и современных величин, даваемых Шульцем (1975) — 1144 мм в год, могло бы показать, что, если прежние расчеты надежны, то тот период был значительно более влажный, чем нынешнее время.

Мамедов и Трофимов (1986) приняли идею Виноградова (1981), что существовала естественная преграда, удерживавшая уровень Аральского моря на его максимальной отметке — 72—73 м выше уровня океана, а затем произошел внезапный прорыв этого барьера, что привело к падению уровня до отметки 57—58 м (Хондариан, 1977; Федоров, 1980). Мамедов и Трофимов (1986)

рассчитали объем воды, стекавшей по Узбою после прорыва данного барьера (81—83 км<sup>3</sup> в год). Они вычислили, что в дальнейшем, через несколько веков, ежегодный сток по Узбою сократился до 68.4 км<sup>3</sup>. Это позволило оценить уровень Арала в 57—58 м выше уровня океана, что в точности соответствует террасе II. Площадь Аральского моря была оценена в 97 400 км<sup>2</sup>, а ежегодное испарение как 809 мм. Они также оценочно рассчитали, что ежегодная скорость испарения в период с раннего до среднего голоцена (783—809 мм) была почти в 1.5 раза ниже, чем сейчас.

Паскевичевское время характеризовалось холодными и сухими условиями, типичными для перигляциальных областей. Мамедов и Трофимов (1986) рассчитали, что средняя январская температура в это время была —15 °С, а в июле она составляла +7.6 °С. В течение паскевичевского времени ежегодный речной сток составлял 9.1 км<sup>3</sup> в год. В это время только Сырдарья при ежегодном стоке 8.5 км<sup>3</sup> в год достигала Арала. Ежегодное испарение было рассчитано как 8 км<sup>3</sup> в год (267 мм), а площадь поверхности как 30 000 км<sup>2</sup>.

Такие низкие температуры и низкие величины осадков подобны тем, какие наблюдаются в современной тундре. Геологические, палеонтологические и археологические доказательства поддерживают выводы, сделанные на основании представленных выше математических и палеоклиматических расчетов. Например, Берг (1908) во время своей экспедиции в начале XX столетия обнаружил остатки мамонта у края Аральского моря. Это показывает (в некоторой степени более красноречиво) характер паскевичевского климата. Кроме того, изучение аллометрии и разнообразия моллюсков из Каспийского и Аральского бассейнов предоставило ценные данные по древней среде обитания (Федоров, 1957).

В течение раннего и среднего голоцена, в древнеаральский период, перед теплыми мокрыми условиями плейвиального льяляканского периода преобладали степные условия.

Мамедов и Трофимов (1983) вычислили, что средняя январская температура в это время была —8 °С, а июльская +22 °С. Они вычислили трехкратное увеличение количества осадков по сравнению с паскевичевским временем и в полтора раза по сравнению с современным уровнем осадков. Сведения об их палеоклиматических реконструкциях содержатся у Виноградова и Мамедова (1975) и Виноградова (1981). Как раз около 5000 лет назад впервые установился сухой и жаркий климат, похожий на тот, какой мы имеем сейчас.

Шнитников (1983) установил, что история Аральского моря — это история трансгрессий и регрессий, что наиболее явные сегодня признаки, указывающие на прошлые изменения уровня Аральского моря, — это семь уровней террас, которые можно различить в Аральском бассейне (цифры даются в метрах над уровнем океана) (на рис. 3 показаны эти террасы):



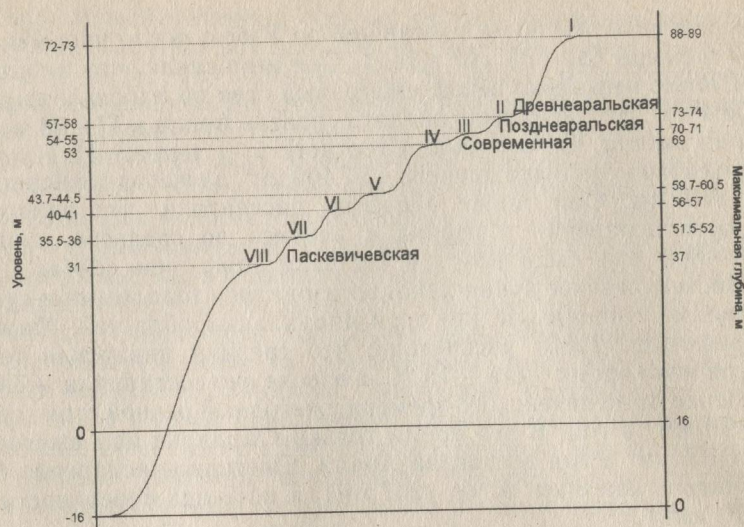


Рис. 3. Голоценовые террасы Аральского моря

I. 72—73 м (максимум на протяжении льяляканского плейстоценового периода).

II. 57—58 м (древнеаральская).

III. 54—55 м (позднеаральская).

IV. 53 м (современная Аральская). Считается, что она представляет «нормальный» уровень для первой половины XX столетия.

V. 43.7—44.5 м.

VI. 40—41 м.

VII. 35.5—36 м.

VIII. 31 м, паскевичевское время.

Вайнбергс и Стелле (1980) описали террасу VIII при исследовании донных осадков в заливах Шевченко и Тше-Бас. Они считали, что террасы V, VI и VII просто отражают периоды устойчивости, следовавшие за увеличением уровня моря после (самого низкого) стояния Арала в паскевичевское время (терраса VIII). Основные осадки, отложившиеся в паскевичевское время, — это глина с тонкими прослойками галита и гипса. Считается, что паскевичевское время пришлось на поздний плейстоцен и ранний голоцен.

Виноградов (1981) отметил, что есть некоторые доказательства обитаемости этой территории в мезолите и еще больше доказательства существования неолитических поселений. Он высказал предположение, что переход от холодного паскевичевского времени к теплому и влажному льяляканскому плейстоценовому периоду (датируемый временем около 8000—9000 лет тому назад или, возможно, 9000—10 000 лет тому назад) сделал эту территорию в гораздо большей степени пригодной для обитания.

Вайнбергс и Стелле (1980) считали, что в течение паскевичевского периода Аральское море было разделено, по меньшей мере, на два основных водоема: Малый Арал и Большой Арал, уровни которых варьировали между 31 и 36 м выше уровня океана. Мамедов (1991), напротив, считал, что самый низкий уровень Арала в течение паскевичевского времени был 35.5—36.0 м выше уровня океана, полагая маловероятным изменение уровня воды на 5 м в течение одного климатического периода. Мамедов считал, что терраса VII относится к паскевичевскому времени и не признавал существования террасы VIII, описанной ранее Вайнбергс и Стелле. Палинологический метод пока не позволил различить уровни террас VII и VIII.

Кесь (Низовья Аму-Дарья., 1960) установила, что в конце плейстоцена и самом начале голоцена воды Амударьи текли в оз. Сарыкамыш и далее по Узбою в Каспийское море, и только Сырдарья текла в Аральское море. Лебедева (1982) показала, что в течение паскевичевского времени климат не обеспечивал достаточный речной сток, поскольку значительная часть воды была связана в ледниках гор.

Епифанов (1961) был первым, кто описал самую верхнюю террасу (72—73 м) на северном и западном берегах Аральского моря. Хондкариан (1977) и Федоров (1980) описали наличие разделительных структур на юго-востоке Аральского бассейна, которые могли бы позволить уровню моря подниматься до предполагаемого максимума 72—73 м. Эти авторы также отметили, что эта структура вскоре была разрушена, что понизило уровень воды до 57—58 м выше уровня океана (древнеаральская терраса). Они отвергли любое предположение, что падение уровня приписывалось непосредственно климатическим факторам, а не было следствием разрушения естественной преграды.

Как терраса I (72—73 м), так и терраса II (57—58 м) содержат *Cerastoderma edule* или *Cerastoderma lamarcki* и, следовательно, не могут быть старше времени первого появления этих таксонов в Каспийском регионе, т. е. старше «новокаспийских отложений», и, следовательно, должны быть отнесены к голоценовым.

Ряд авторов представил даты, полученные из различных источников. Так, например, для террасы уровня II (древнеаральская) с широко варьирующими значениями возраста Яншин (1953), Вайнбергс и Стелле (1980) дают возраст 5000 лет назад, Кесь (1983) — 3000 лет назад Маев и др. (1983а) — 3000—2000 лет назад, Серебрянный и др. (1980) и Шнитников (1983) — 12 000 лет назад. Хотя точный возраст террасы II остается неопределенным, мы знаем, что небольшая продолжительность существования стены означает, что терраса I не может быть значительно старше террасы II. Наиболее точная датировка террасы II относится к неолитическим отложениям, связанным с этим уровнем, которые дают возраст 5000 лет назад. Поскольку *Cerastoderma edule* сначала проникла в Каспийское море около 7000—



5000 лет назад (Федоров, 1983), и этот вид попал в Аральское море не раньше, чем 5000 лет назад, (Маев и др., 1983а), то наличие его (как на террасе I, так и на террасе II) означает, что эти террасы не могут иметь возраст более 5000 лет, что поддерживается и более прямыми археологическими доказательствами.

Археологические свидетельства датируют появление связи с Каспийским морем по Узбою временем между 8000—7000 лет назад, хотя само по себе это русло было реликтом некоего прежде здесь существовавшего водотока (Низовья Аму-Дарья..., 1960). Эти данные также предполагают, что Аральское море держалось на отметке 57—58 м выше уровня океана в течение периода 8000—5000 лет назад, выделяемого по террасе II (древнеаральская). Археологические данные согласуются с палеоклиматическим доказательством плювиальности лавляканского периода.

Палеогеографические исследования показали, что, благодаря возрастающему количеству атмосферных осадков в течение 9000—4000 лет назад, русла Амударья и Сырдарья развились в сложные сети протоков. Последняя, например, проложила два дополнительных основных русла — Кувандарью и Инкардарью. Другие основные русла формировались вдоль направления течения Амударьи. Эти вторичные русла впоследствии высохли, но все еще могут быть видны.

В течение регрессионной фазы Аральское море разделилось на несколько независимых водоемов со своими особенностями осадконакопления. Николаев (1991) подтвердил результаты Маева и соавторов (1983а, б), что отложения на дне Аральского моря представляют собой пласт глины шоколадного цвета без осадочных структур; он считал, что этот пласт имеет континентальное происхождение из-за отсутствия структурированности.

Выше этого коричневого слоя лежит пласт смешанных осадков, обычно от светло-серого до белого цвета, от песков до грязи, с обломками раковин на определенных уровнях; гипс встречается как в виде пластов, так и в виде отдельных кристаллов. Можно думать, что эти осадки свидетельствуют о чрезвычайной мелководности Аральского моря в течение, по всей вероятности, позднего плейстоцена (но, несомненно, никак не позже). Можно полагать, что быстро изменяющаяся литология указывает на наличие обычно небольших временных водоемов, в которых карбонаты и сульфаты осаждались вместе с эвапоритами, образуя высохшие лужи и впоследствии покрываясь золотыми депозициями. Процесс снова повторялся по мере денудации региона, благодаря изменениям в гидрологии Аральского бассейна, таких как перемещения водного горизонта или изменения направления течения небольших водных потоков. Николаев (1991) назвал эту стадию «стадией соленых луж» или солончаков. Важно отметить, что в течение этой фазы речной сток в Аральский бассейн был небольшим.

Выше «солончакового» отрезка Маев (1991) описал зелено-

серые отложения с *Cerastoderma glaucum* (*Cerastoderma edule*). Он считал, что они образовались в самом раннем голоцене, вслед за возникновением постоянного стока речных вод в Аральскую депрессию. Он также подтвердил, что накопление карбонатного ила происходило в течение трансгрессии, и что в течение регрессионных периодов более грубые осадки (как например, песок и раковинный обломочный материал) откладывались, как откладываются гипсоносные горизонты.

В течение регрессионных фаз замкнутые соленые озера показывают увеличение значения  $^{18}O$  и, наоборот, уменьшение величин  $^{18}O$  в течение периодов трансгрессий. Регрессия в таких озерах обычно связывается с возрастающим испарением водоема по отношению к атмосферным осадкам, что ведет к увеличению солености воды и значения  $^{18}O$ . Кислородно-изотопный анализ карбонатов из нижних слоев донных осадков восточной части центральной Аральской депрессии и на Северном Каспии (Николаев, 1987) показывает, что в течение регрессионных фаз в этих областях регистрировалась пресная вода. Эти результаты подтверждают наблюдение Маева (1983), согласно которым в течение регрессионных фаз дельты мигрировали к центру Аральского бассейна, обеспечивая таким образом влияние пресных вод на эти центральные области.

Николаев (1991) вычислил, что в течение IV в. н. э. самые глубокие части Аральского моря были около 3 м глубиной, поддерживая таким образом предположение Маева (1983) о регрессии в IV в. н. э., основанное на находках торфов этого возраста. Он также считал, что в это время основное русло Сырдарьи (или, по крайней мере, один из ее основных рукавов) меандрировало где-то около северного берега о. Барсакельмес в северной части главного Аральского бассейна, в конце концов впадая в остававшуюся на протяжении этого времени пресноводную/солонатоводную часть Аральского моря. Николаев (1991) сомневался, что Амударья могла бы достичь этот мелководный водоем, но если она и достигала его, то могла бы принести только небольшой объем воды через дельту Жана-Дарьи.

Во время этой максимальной регрессии (IV в. н. э.) восточно-центральная и западная котловины Аральского моря соединились в единственном месте на севере. При несколько более высоких уровнях воды соединение между этими двумя впадинами существовало также и на юге. Уровни солености в восточно-центральной депрессии в смежных областях варьировали при максимальной регрессии от пресной воды до слабосолонатовой. Это варьирование вызывалось более сильным влиянием пресного речного стока в некоторых районах. Данная ситуация привела к сосуществованию пресноводных беспозвоночных и солонатоводной *Cerastoderma*. В западном бассейне соленость была относительно выше, чем в восточно-центральной депрессии, хотя ее абсолютные значения определены не были.



Николаев (1991) подтвердил, что последняя «среднемасштабная» регрессия произошла около 600 лет назад и что, кроме того, максимальная трансгрессия Аральского моря была, вероятно, 4800—3600 лет назад.

Из нескольких исследований, касающихся палинологии и диатомовой флоры в осадках Аральского моря, большинство появились совсем недавно (Вронский, 1976; Жаковщикова, 1981; Маев и др., 1983а; Алешинская, 1991).

Палинологическая летопись характеризуется спорами и пылью трав; отмечено немного пыльцы деревьев. Доминирующие травы представлены *Artemisia* и *Stenopodiaceae*. Другие зарегистрированные группы (правда, с малой численностью) были представлены *Poaceae*, *Cyperaceae* и *Sparganium*. Среди нескольких зарегистрированных форм деревьев доминировали *Pinus* и *Betula*. Также были отмечены споры *Sphagnum*, *Bryales*, *Polypodiaceae* и *Lycopodium*.

Численность диатомовых в этих осадках достигала 2 750 000 экз. на 1 г осадка при разнообразии, варьирующем от 10 до 65 видов, что делает анализ диатомовой флоры чрезвычайно важным. Алешинская (1991) отмечает в нескольких ядрах из Аральского моря всего 188 морских, солоноватоводных/морских, солоноватоводных континентальных и пресноводных видов, она также различает три фаунистически различные группы, обобщаемые ниже.

Группа III (408—225 см). Плотность диатомовых 226 000—1 710 000 экз. на 1 г осадков при средней численности 584 000 на 1 г. Разнообразие составило 17—45 видов при среднем значении 27 видов. На долю планктонных видов приходится 40—82,5% ассоциаций при среднем значении 58%. Солоноватоводные морские и солоноватоводные, континентальные виды вместе составляли 75% и 100% всей ассоциации при среднем значении 87%, они включают рода *Thalassiosira*, *Actinocyclus*, *Cyclotella*, *Coscinodiscus*, *Chaetoceros*, *Grammatophora*, *Diploneis*, *Navicula*, *Nitzschia* и *Campylodiscus*. Считается, что все они являются нормальными компонентами флоры Аральского моря в первой половине XX в. Пресноводный компонент ассоциации составлял 0—28% общего числа при среднем значении 13%. Спорный и пыльцевой анализ этой группы (III) показал наличие *Artemisia* 32—62%, *Stenopodiaceae* 14—42%, *Poaceae* 2—11%, *Cyperaceae* 0—2%, *Sparganium* 2—13%.

Группа II (225—111 см) дала значительно более высокую численность диатомовых. В среднем насчитывалось 1 075 000 экз. на 1 г осадков. Разнообразие было также более высоким (10—65 видов) при среднем значении 43 вида. Планктонные виды составляли 0—38% при среднем значении 17%. Доля солоноватоводных морских и солоноватоводных континентальных видов уменьшилась по сравнению с нижележащими ассоциациями, составляя 13—87% всей ассоциации при среднем значении 52%, и представлены родами *Thalassiosira*, *Actinocyclus*, *Mastogloia* и

*Diploneis*. Численность пресноводных диатомовых возросла в среднем до 48% (диапазон не приводится); они представлены родами *Fragilaria*, *Eunotia*, *Eucocconeis*, *Amphora* и *Cymbella*. Спорный и пыльцевой анализ указывает на то, что численность *Artemisia* уменьшилась до 7,36%; другие данные показали численность *Stenopodiaceae* (12—65%), *Poaceae* (5—35%), *Cyperaceae* (0—22%) и *Sparganium* (1—38%).

Группа I (111—0 см). Численность организмов в ней оказалась самой низкой — 112 000—615 000 экз. на 1 г осадков при среднем значении 400 000. Видовое разнообразие варьировало от 13 до 32 при среднем значении 20. Планктонных видов было немного больше: от 14 до 42 при среднем значении 26. Вновь доминировали солоноватоводные морские и солоноватоводные континентальные виды, составляя 70—100% всей ассоциации при среднем значении 87%. Они представлены родами *Actinocyclus*, *Diploneis*, *Navicula*, *Caloneis*, *Nitzschia* и *Campylodiscus*. Пресноводные виды никогда не составляют более чем 30% при среднем значении 13%; они представлены родами *Cocconeis*, *Achmanthes* и *Nitzschia*. Палинологические свидетельства показывают уменьшение доли *Poaceae* (1—6%), *Cyperaceae* (1—3%) и *Sparganium* (1—11%).

Вышеприведенные данные доказывают, что в течение позднего и среднего голоцена изменения в ассоциациях диатомовых отражают изменения среды обитания в регионе Аральского моря. Гидрологический режим, согласно результатам изучения групп I и III, сравним с «нормальными» условиями Аральского моря, регистрировавшимися в первой половине XX столетия. Доказательства, полученные на основе исследования группы II, по-видимому, могли бы подтвердить идеи Маева (1983а, б) и Маева и др. (1991), что на протяжении этого интервала речные дельты мигрировали к центру Аральского бассейна. В течение данной регрессионной фазы, в связи со связанной с ней миграцией дельт, увеличивалась численность пресноводных диатомовых во многих современных тому процессу озерных последовательностях Аральского бассейна, как увеличивалась численность пресноводных растений и ассоциированной флоры, на что указывают палинологические данные.

Алешинская (1991) считала, что в целом низкая численность диатомовых в группе II указывает на то, что в течение этого периода Аральское море было очень мелководным. Большинство найденных в этой группе видов — бентические, что указывает на солоноватоводные условия.

Доказательства исторической и доисторической деятельности человека можно увидеть вдоль дельтовых рукавов и озер Амударьи и Сырдарьи, а также на юге и у юго-восточного края Аральского моря. В этих районах описан ряд памятников и структур, доисторических поселений, а также руины крепостей, городов и караван-сараяев, датируемые от античности до средних веков (рис. 4).



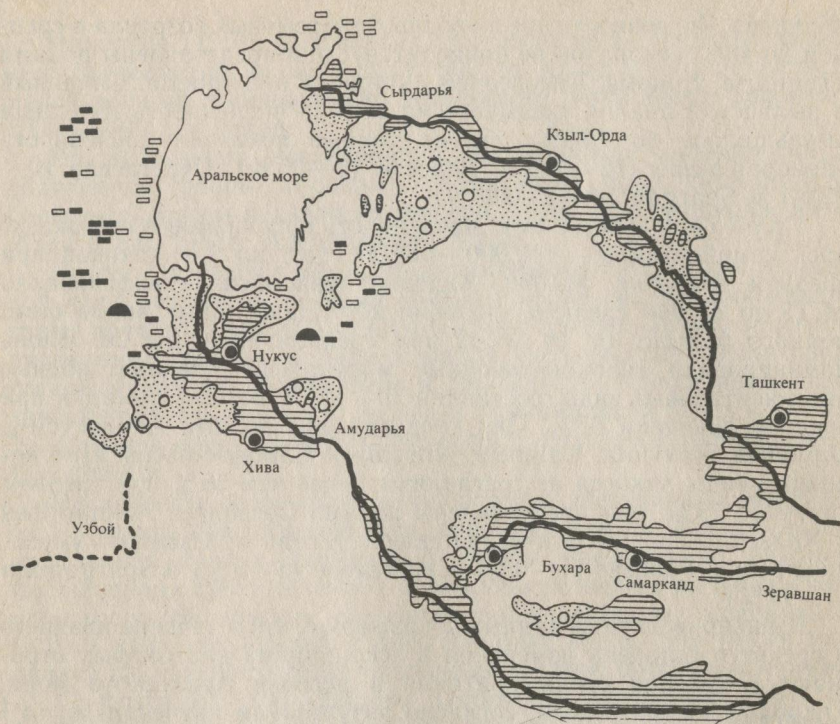


Рис. 4. Области древнего орошения в бассейне Аральского моря (по Андрианов, Кесь, 1976, с изменениями и дополнениями)

Заштрихованные участки — области современного орошения; участки с точками — области древнего орошения, светлые кружки — исчезнувшие населенные пункты; темные кружки — населенные пункты, сохранившиеся до наших дней; темные полуокружности — стоянки эпохи бронзы; светлые прямоугольники — неолитические находки; темные прямоугольники — стоянки древнего человека

Хорезмская археологическая и этнографическая экспедиция была организована Институтом этнографии Российской Академии наук (Толстов, 1948, 1962) для изучения этих объектов. Виноградов (1968, 1981) также изучал доказательства из неолитических поселений в этом регионе.

Археология плато Устюрт изучалась учеными из Каракалпакской Академии наук (Древняя., 1978), тогда как Формозов (1945, 1949, 1951) и Виноградов (1959) изучали свидетельства по северному краю Аральского моря. Эти археологические исследования позволили датировать и реконструировать эволюцию рукавов и озер дельт, а также развитие берегов Аральского моря.

Нет никакой уверенности в том, что поздние палеолитические поселения были идентифицированы в регионе плато Устюрт, в Кызылкумах или непосредственно у Арала. Неолитические поселения на этой территории датируются периодом между 7000 и 3000 г. до н. э. и целиком расположены выше 75 м над уровнем океана, подтверждая этим, что на протяжении значительной части

неолита уровень Аральского моря был, вероятно, около 72—73 м выше уровня океана. В самом конце неолита уровень Аральского моря быстро упал. Представляется, что памятники и поселения последующего бронзового века перемещаются к новой, расположенной на более низкой отметке береговой линии. Все поселения бронзового века строго держатся «нормальной» береговой линии XX в., соответствующей уровню Аральского моря (53 м выше уровня океана).

Археологические доказательства хорошо согласуются как с климатической (Виноградов и Мамедов, 1975), так и с гидрологической (Мамедов и Трофимов, 1986) моделями развития этого региона. Эти модели вместе с археологическими данными доказали, что в течение этого периода уровень Аральского моря стоял значительно выше уровня, считавшегося нормальным для XX в. (около 53 м выше уровня океана).

Некоторые ученые (Пшенин и др., 1984) предположили, что высокие уровни, предполагаемые для неолита, возможно, были достигнуты значительно раньше. Они считают, что образцы *Cerastoderma isthmicum* (*C. lamarcki*), найденные приблизительно на отметке 72—73 м выше уровня океана, могут быть датированы более ранним временем, хотя эти датировки могут, тем не менее, быть ошибочными.

Пшенин, Стекленков и Черкинский (1984) не согласны с датировкой образцов *Cerastoderma* голоценом около 5000 лет назад и предполагают, основываясь на радиоуглеродном анализе моллюсков, собранных на террасе 72—73 м, что они относятся, скорее всего, к позднему плейстоцену, датируя эти выборки  $24\,820 \pm 820$  лет назад. Достоверность этих результатов, тем не менее, также была поставлена под вопрос (Мамедов, 1991). Орошение в бассейне Аральского моря Agal началась более 5000 лет тому назад. Эта территория всегда имела большое экономическое значение: например, через эту область проходил Великий Шелковый Путь.

Квасов (1976) постулировал, что, если бы бассейн Аральского моря не был столь сильно ирригирован в течение его истории, то Аральское море было бы значительно больше, чем сегодня, объединялось бы с Сарыкамышском бассейном и через Узбой изливалось в Каспийское море. Шульц и др. (1964) вычислил, что в Аральском бассейне возможно оросить 8 или, возможно даже, 9 млн га, используя все доступные водные источники. В настоящее время имеются 22 млн га, на которых возможно орошаемое земледелие; следовательно, приблизительно 13 млн га должны лежать неиспользованными.

На момент распада СССР (1991 г.) официальная статистика насчитывала 6.5 млн га под орошением в Аральском бассейне. Некоторые ученые (Micklin, 1991) полагают, что многие территории, возможно, не были включены в эти цифры, и реальные величины могут быть значительно выше. В 1949 г. орошалось 2.14 млн га;



эти цифры увеличились до 6.41 млн га к 1986 г. — рост более чем втрое за менее чем 40 лет с тем результатом, что, начиная с 1960 г., сегодня потеряно уже 60% объема моря.

Андрианов и Кесь (1967) датировали начало орошения в Средней Азии временем ранее 8000—7000 лет назад. В это время на юге Туркмении впервые появились наиболее простые типы орошения с использованием естественных речных русел. Позже, около 6000—5000 лет назад, появились первые искусственные каналы для орошения (Лисицина, 1965). В низовьях Амударьи и Сырдарьи территория с археологическими доказательствами существования оросительных каналов занимает 4.5 или 5 млн га. Возраст каналов варьирует, охватывая значительные промежутки времени, и, возможно, не все каналы использовались, и не все территории орошались одновременно.

К IV—II вв. до н. э. оросительная сеть стала очень развитой. Толстов (1962) показал, что орошаемая территория в это время занимала 3.5—3.8 млн га. Толстов также признал, что вслед за сокращением орошаемых площадей уровень орошения восстанавливался на уровне VII—VIII вв. н. э., вслед за тем орошение в регионе снова приходило в упадок. Квасов и Мамедов (1991) выяснили, что в период, начиная с IV—II вв. до н. э. и по XII—XIV вв., имело место сокращение орошения, уменьшение орошаемых площадей с 3.5—3.8 млн га до 2.4 млн га, что в 1.5 раза увеличило сток в Аральское море.

В XVIII и XIX столетиях, после присоединения региона к Российской Империи, вновь возродилось орошение, которое охватило общую площадь в 1.9 млн га (Толстов, 1962).

На протяжении преемственности солёность и уровень Аральского моря изначально управлялись местными климатическими факторами, которые вызывали изменения речного стока. В историческом периоде, тем не менее, влияние деятельности человека (главным образом через орошение, войны, экономические и политические решения) стало главным фактором в этих флуктуациях. Неправильно думать, что современные экологические проблемы Аральского бассейна являются новыми для региона; подобное неоднократно случалось и прежде. То единственное действительно «новое», что присутствует в современном природном бедствии — это химическое заражение водных источников и земли, являющееся следствием использования химических удобрений, пестицидов и дефолиантов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Акулов В. В. Геология дельты реки Амударьи. К физико-географической характеристике // Тр. Таш. ГУ им. В. И. Ленина (нов. сер., геогр. науки), 1960. Кн. 18, вып. 175. С. 59—109.
- Алешинская З. В. Диатомовая и палинологическая характеристики донных осадков // История озер Севан, Иссык-Куль, Балхаш, Зайсан и Арал.— Л., 1991. С. 243—245.

- Андрианов Б. В., Кесь А. С. Развитие гидрографической сети и ирригации на равнинах Средней Азии // Проблемы преобразования природы Средней Азии.— М., 1967. С. 38—45.
- Берг Л. С. Аральское море. Научные результаты Аральской экспедиции // Изв. Туркест. отд. Импер. Рус. геогр. о-ва. Петербург, 1908. Т. 5. Вып. 9. 580 с.
- Блинов Л. К. Гидрохимия Аральского моря.— Л., 1956. 252 с.
- Бродская Н. Г. Донные отложения и процессы осадкообразования в Аральском море // Тр. Ин-та геол. наук АН СССР (серия геол.), 1952. Вып. 115. С. 80—94.
- Бухарина А. А. Об экологических комплексах остракод Южного Приаралья // Эволюция, систематика, экология остракод и вопросы биостратиграфии.— Кишинев, 1979. С. 14—15.
- Вайнбергс И. Г., Ультс В. Г., Розе В. К. О древних береговых линиях и колебаниях Аральского моря // Вопр. четвертич. геологии гос. ун-та. Сер. VIII а. Зоология. Вып. 7.— Ташкент, 1972. С. 1—21.
- Вайнбергс И. Г., Стелле В. Я. Позднечетвертичные стадии развития Аральского моря и их связь с изменениями климатических условий этого времени // Колебания увлажнённости Арало-Каспийского региона в голоцене.— М., 1980. С. 176—180.
- Виноградов А. В. Археологическая разведка в районе Аральска—Саксаульской в 1955 г. // Тр. Ин-та истор., археол. и этногр. АН КазССР, 1959. Т. 7. С. 75—85.
- Виноградов А. В. Неолитические памятники Хорезма.— М., 1968. 173 с.
- Виноградов А. В. Древние охотники и рыболовы Среднеазиатского междуречья.— М., 1981. С. 38—39.
- Виноградов А. В., Мамедов Э. Д. Первобытный лялякан: Этапы древнейшего заселения и освоения внутренних Кызылкумов.— М., 1975. 142 с.
- Виноградов А. В., Митяев П. Е. Раскопки стоянки Толстова: Археологические открытия 1978 г.— М., 1979. С. 547—548.
- Войков А. И. Орошение Закаспийской области с точки зрения географии и климатологии // Избр. соч. Т. 4.— М., 1957. С. 173—191.
- Вронский В. А. Маринопалинология южных морей.— Ростов-на-Дону, 1976. 200 с.
- Геология Аральского моря.— Ташкент, 1987. 248 с.
- Горелов С. К., Езиашвили А. Г., Кулиев З. Д., Реджепов М. Анализ рельефа и глубинной структуры аридных областей по материалам аэрокосмической съёмки в Туркмении.— М., 1985. С. 16—66.
- Грамм М. Н. Стратиграфия кайнозойских моласс Ферганы и сопоставление их с третичными континентальными отложениями некоторых соседних областей: Автореф. докт. дис.— М., 1962. 26 с.
- Древняя и средневековая культура Юго-Восточного Устюрта.— Ташкент, 1978. 327 с.
- Епифанов М. И. О террасах Аральского моря // Тр. Союз. геол.-поисковой конторы.— М., 1961. Вып. 2. С. 164—170.
- Жаковщикова Т. К. Диатомовые водоросли в колонке донных отложений Аральского моря // Диатомовые водоросли.— Л., 1981. С. 102—117.
- Животовская А. И. Плиоцен Северных Каракумов Туркмении и его связь с плиоценом Западного Узбекистана // Геология и полезные ископаемые Туркмении.— Ашхабад, 1969. С. 258—262.
- Квасов Д. Д. Причины прекращения стока по Узбою и проблемы Аральского моря // Пробл. освоения пустынь, № 6. 1976. С. 24—29.
- Квасов Д. Д., Мамедов Э. Д. Развитие орошения и его влияние на водный баланс // История озер Севан, Иссык-Куль, Балхаш, Зайсан и Арал.— Л., 1991. С. 227—230.
- Кесь А. С. Основные этапы развития Аральского моря // Проблемы Аральского моря.— М., 1969. С. 160—172.
- Кесь А. С. Палеогеография Аральского моря в позднем плейстоцене и голоцене // Палеогеография Каспийского и Аральского морей в кайнозое.— Ч. II. М., 1983. 103 с.
- Кесь А. С., Андрианов Б. В., Итина М. А. Динамика гидрографической сети и изменение уровня Аральского моря // Колебания увлажнен. Арало-Каспийск. региона в голоцене.— М., 1980. С. 185—197.



- Коробкова Г. Ф., Юсупов Х. Ю. Открытие новых стоянок каменного века на Верхнем Узбое // Изв. АН ТуркССР (сер. общ. наук), 1976. № 5. С. 19—27.
- Костенко Н. Н. Четвертичные отложения Казахстана и прилежащих территорий союзных республик // Объяснит. зап. к карте 1:1 500 000.— Алма-Ата, 1978. С. 89—111.
- Лебедева И. М. Палеогляциологическая оценка двух концепций оледенения гор Средней Азии в позднем плейстоцене и голоцене.— М., 1982. 130 с.
- Лисицина Г. Н. Орошаемое земледелие эпохи неолита на юге Туркмении.— М., 1965. 168 с.
- Маев Е. Г. Палеогеография Каспийского и Аральского морей в кайнозое.— М., 1983. Ч. II. 153 с.
- Маев Е. Г., Маева С. А., Николаев С. Д. и др. Разрез донных отложений центральной части Аральского моря // Палеогеография Каспийского и Аральского морей в кайнозое. Ч. II.— М., 1983. С. 119—133.
- Маев Е. Г., Маева С. А., Николаев С. Д., Парунин О. Б. Новые данные по голоценовой истории Аральского моря // Палеогеография Каспийского и Аральского морей в кайнозое. Ч. II.— М., 1983. С. 133—144.
- Маев Е. Г., Маева С. А. Донные отложения Арала // История озер Севан, Иссык-Куль, Балхаш, Зайсан и Арал.— Л., 1991. С. 239—242.
- Мамедов Э. Д., Трофимов Г. Н. К вопросу о долгопериодических колебаниях стока среднеазиатских рек // Пробл. освоения пустынь, 1986. № 1. С. 12—16.
- Мамедов Э. Д. Плейстоценовый этап геологического развития пустынной зоны СССР (центральные районы): Автореф. докт. дис.— М., 1980. 46 с.
- Мамедов Э. Д. Палеоклиматическая модель // История озер Севан, Иссык-Куль, Балхаш, Зайсан и Арал.— Л., 1991. С. 225—226.
- Низовья Амударьи, Сарыкамыш, Узбой (история формирования и заселения) // Материалы Хорезмской экспедиции.— М., 1960. Вып. 3. 348 с.
- Николаев С. Д. Развитие Арала по изотопно-кислородным данным // История озер Севан, Иссык-Куль, Балхаш, Зайсан и Арал.— Л., 1991. С. 246—249.
- Николаев С. Д. Изменение палеогеографической обстановки голоцена внутренних морей СССР по изотопно-кислородным данным // Теоретические и методические проблемы палеогеографии.— М., 1987. С. 128—145.
- Пинхасов Б. И. Неоген-четвертичные отложения и новейшая тектоника Южного Приаралья и Западных Кызылкумов.— Ташкент, 1984. 150 с.
- Пшенин Г. Н., Стекланков А. П., Черкинский А. Е. Происхождение и возраст доголоценовых террас Арала // ДАН АН СССР, 1984. Т. 276. № 3. С. 675—679.
- Рубанов И. В. О соляных залежах верхнеголоценовых осадков Аральского моря // Узб. геол. журн., 1978. № 3. С. 59—63.
- Рубанов И. В. Озерно-почвенное соленакопление в Узбекистане.— Ташкент, 1977. 157 с.
- Рубанов И. В. Соленакопление в котловине Арала // История озер Севан, Иссык-Куль, Балхаш, Зайсан и Арал.— Л., 1991. С. 231.
- Рубанов И. В., Тимохина Н. И. Условия образования мирабилита (на примере Аральского моря) // Зап. Узб. отд. ВМО, 1982. Вып. 35. С. 57—60.
- Рубанов И. В., Горр В. Г., Чванов Н. А. Геология Аккалинского месторождения солей // Узб. геол. журн., 1983. № 5. С. 38—41.
- Рубанов И. В., Ишниязов Д. П., Баскакова М. А., Чистяков П. А. Геология Аральского моря.— Ташкент, 1987. 248 с.
- Серебрянный Л. Р., Пшенин Г. Н., Пуннинг Я. М. Оледенения Тянь-Шаня и колебания уровня Арала // Изв. АН СССР (сер. геогр.), 1980. № 2. С. 52—65.
- Сорокина Р. А., Ягодин В. Н. Развитие гидрографической сети Приаральской дельты Амударьи в голоцене // Колебания увлажненности Арало-Каспийского региона в голоцене.— М., 1980. С. 199—200.
- Толстов С. П. Древний Хорезм.— М., 1948. 352 с.
- Толстов С. П. По дельтам Окса и Яксарта.— М., 1962. 324 с.
- Федин В. П., Кулиев Э. Д., Абросимов П. Н. Новый солеродный бассейн в Северном Туркмении // Разведка и охрана недр, 1985. № 12. С. 16—17.
- Федоров П. В. Стратиграфия четвертичных отложений Западной Туркмении и их положение в единой стратиграфической шкале Каспийской области // Тр. Геол. ин-та АН СССР, 1957. Вып. 10. 300 с.
- Федоров П. В. О некоторых вопросах голоценовой истории Каспия и Арала // Колебания увлажнен. Арало-Каспийск. региона в голоцене.— М., 1980. С. 19—22.
- Федоров П. В. Некоторые вопросы палеогеографии Каспия и Арала в позднем плиоцене и плейстоцене // Палеогеография Каспийского и Аральского морей в кайнозое. Ч. I.— М., 1983. 16 с.
- Федорович Б. А. Древние реки в пустынях Турана // Матер. по четвертичному периоду СССР. Вып. 3.— М., 1952. С. 93—100.
- Федорович Б. А. О возрасте и структурных типах долин Тянь-Шаня // Геоморфология, 1970. № 2. С. 55—56.
- Формозов А. А. Об открытии кельтаминарской культуры в Казахстане // Вестн. Каз. фил. АН СССР, 1945. № 2. С. 6—8.
- Формозов А. А. Кельтаминарская культура в Западном Казахстане // Краткие сообщ. о докл. и полев. исслед. Ин-та истории матер. культуры, 1949. Вып. XXV. С. 49—58.
- Формозов А. А. К вопросу о происхождении андроновской культуры // Краткие сообщ. о докл. и полев. исслед. Ин-та истории матер. культуры, 1951. Вып. XXXIX. С. 3—18.
- Хондариан С. О. Трансгрессивные фазы развития Аральского бассейна в голоцене // Колебания увлажненности Арало-Каспийского региона в голоцене: Тез. докл.— М., 1977. 34 с.
- Хрусталев Ю. П., Резников С. А., Туровский Д. С. Литология и геохимия донных осадков Аральского моря.— Ростов-на-Дону, 1977. 159 с.
- Хрусталев Ю. П. Закономерности современного осадконакопления в Северном Каспии.— Ростов-на-Дону, 1978. 205 с.
- Чалов П. И. Датирование по неравновесному урану.— Фрунзе, 1968. 105 с.
- Шанцер Е. В. Аллювий равнинных рек умеренного пояса и его значение для познания закономерностей строения и формирования аллювиальных свит // Тр. Ин-та геол. наук АН СССР, 1951. Вып. 135, геол. сер. (№ 55). 150 с.
- Шнитников А. В. Внутривековая изменчивость компонентов общей увлажненности.— Л., 1969. 245 с.
- Шнитников А. В. Арал в голоцене и природные тенденции его эволюции // Палеогеография Каспийского и Аральского морей в кайнозое.— Ч. II.— М., 1983. С. 106—118.
- Шульц В. Л. Водный баланс Аральского моря // Тр. Среднеаз. регион. гидрометеоролог. ин-та. Вып. 23(104).— Л., 1975. С. 3—28.
- Шульц С. С. Анализ новейшей тектоники и рельефа Тянь-Шаня // Зап. ВГО (нов. сер.), 1948. Т. 3. 200 с.
- Яншин А. Л. Геология Северного Приаралья.— М., 1953. 736 с.
- Micklin Ph. The water Management Crisis in Soviet Central Asia.— The Carl Beck Papers in Russian and East European Studies. No. 905. University of Pittsburg Center for Russian and East European Studies. 1991.— 120 с.



## Summary -

N. V. Aladin, I. S. Plotnikov

### CHANGES IN THE ARAL SEA LEVEL: PALEOLIMNOLOGICAL AND ARCHAEOLOGICAL EVIDENCES

Dynamics of the Aral Sea level changing have been analysed with using of paleolimnological, geological and archaeological evidences. There are shown that this continental water body desiccated or filled with water again periodically. Originally the Aral Sea level depended on climatic factors. Nevertheless since the Antic time the level of this salt lake is influenced by human economic activity. There is conclusion that recent ecological problems of the Aral basin are not new for the region, similar events took place in the past too. The only really new in the present catastrophe is chemical contamination of water sources and ground resulted from waste use of chemical fertilisers, pesticides and defoliant.