

УДК 504.12:[551.461.2+574.52+591.95+627]:551.46(262.83)

*Н.В. Аладин\**, *Т. Чида\*\**, *Ж.-Ф. Крето\*\*\**, *З.К. Ермаханов\*\*\*\**,  
*Б. Жоллибеков\*\*\*\*\**, *Ф. Миклин\*\*\*\*\**, *И.С. Плотников\**,  
*А.Н. Егоров\*\*\*\*\**

## СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ВОЗМОЖНОЕ БУДУЩЕЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ

\* ФГБУН «Зоологический институт Российской академии наук» (ЗИН РАН), nikolai.aladin@zin.ru; \*\* Slavic-Eurasian Research Center, Hokkaido University; \*\*\* LEGOS/CNES, Тулуза; \*\*\*\* Аральский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства»; \*\*\*\*\* Институт биоэкологии, Нукус; \*\*\*\*\* Западно-Мичиганский университет; \*\*\*\*\* ФГБУН «Институт озерадения Российской академии наук» (ИНОЗ РАН)

*N.V. Aladin, T. Chida, J.-F. Cretaux, Z.K. Ermakhanov, B. Jolibekov,  
P. Micklin, I.S. Plotnikov, A.N. Egorov*

## MODERN PROBLEMS AND POSSIBLE FUTURE OF THE ARAL SEA

В статье показана современная антропогенная регрессия Аральского моря и ее последствия. Рассматриваются возможное будущее этого соленого бессточного озера, превратившегося в группу остаточных водоемов, и возможные сценарии их реабилитации и частично-го восстановления.

**Ключевые слова:** Аральское море, соленые озера, водный баланс, соленость, биоразнообразиие.

The paper shows the modern anthropogenic regression of the Aral Sea and its consequences. The possible future of this saline closed lake, turned into a group of residual reservoirs, and possible scenarios for their rehabilitation and partial restoration are considered.

**Keywords:** Aral Sea, saline lakes, water balance, salinity, biodiversity.

### Введение

Аральское море представляет собой бессточное соленое озеро, расположенное в пустынной зоне Средней Азии – в Туранской низменности у восточной кромки плато Устюрт, на территории Казахстана и Узбекистана. Его водосборный бассейн занимает более 2 млн км<sup>2</sup>. В это озеро впадают только две реки – Сырдарья на северо-востоке и Амударья на юге [4].

В Арале выделяют две главные его части: северную – Малое море, или Малый Арал, и южную – Большое море, или Большой Арал, которые разделял остров Кокарал. Их связывали два пролива: узкий мелководный пролив Аузы-Кокарал и широкий глубокий пролив Берга. В свою очередь, эти части Арала включают в себя по несколько меньших котловин. При такой морфологии [4] Аральское море при снижении уровня может разделяться на отдельные остаточные водоемы.

Несколько веков, вплоть до 1960-х гг., состояние Аральского моря было условно стабильным. В конце 1950-х гг. его уровень находился на отметке +53,4 м, площадь достигала 67 499 км<sup>2</sup> при объеме воды 1089 км<sup>3</sup> и средней глубине 16 м. Площадь Малого моря составляла 6118 км<sup>2</sup>, объем – 82 км<sup>3</sup> при средней глубине 13,5 м (максимальная достигала 29,5 м). Площадь Большого Арала составляла 61 381 км<sup>2</sup>, объем – 1007 км<sup>3</sup>, средняя глубина – 16,5 м. Тянущаяся с юга на север подводная гряда разделяет его на глубоководную западную часть, максимальная глубина которой достигала 69 м, и обширный восточный бассейн с максимальной глубиной 28 м. Арал был солоноватоводным со средней соленостью 10 ‰ [4].

Объем воды в Аральском море и, соответственно, площадь и уровень поверхности определяются водным балансом. Он складывается из стока рек Амударьи и Сырдарьи, основного источника воды, небольшого количества атмосферных осадков, притока подземных вод – приходная составляющая, очень значительного испарения с поверхности, а также небольшой фильтрации вод в берега и дно – расходная составляющая [4, 11–13].

Уровень Аральского моря никогда не оставался стабильным, так как на водный баланс влияли изменения климата, от которых напрямую зависел объем стока рек Амударьи и Сырдарьи. Свое влияние оказывали и земледельческие цивилизации. В бассейнах этих рек развито орошаемое земледелие, оказывающее сильное влияние на их сток на протяжении многих веков [3].

В 1960-х гг. в Аральском море обитало около 200 видов свободноживущих беспозвоночных, среди которых преобладали пресноводные виды. Рыбы были представлены 32 видами, большей частью пресноводными [6, 15, 16].

### **Высыхание Аральского моря**

В 1960 г. началось постепенное высыхание Аральского моря (рис. 1), ставшее следствием прогрессирующего сокращения стока рек Амударьи и Сырдарьи из-за возрастающего безвозвратного изъятия речной воды, в особенности на орошение. Прежде это незначительно уменьшало объем достигавшей озера речной воды благодаря существенному возвратному стоку с орошаемых полей в реки и другим компенсирующим факторам – сокращение потерь на транспирацию водолюбивыми растениями в низовьях рек и дельтах, снижение испарения из-за уменьшения весенних паводков [4]. Но при дальнейшем расширении орошения (с начала XX в. площадь орошаемых земель увеличилась более чем вдвое) [рис. 2] такая компенсация стала уже недостаточной. Приток речной воды в Арал резко сократился, прежнее равновесие нарушилось, и возник дефицит водного баланса. В результате начались быстрое падение уровня, сокращение площади поверхности и рост солености [11, 12].

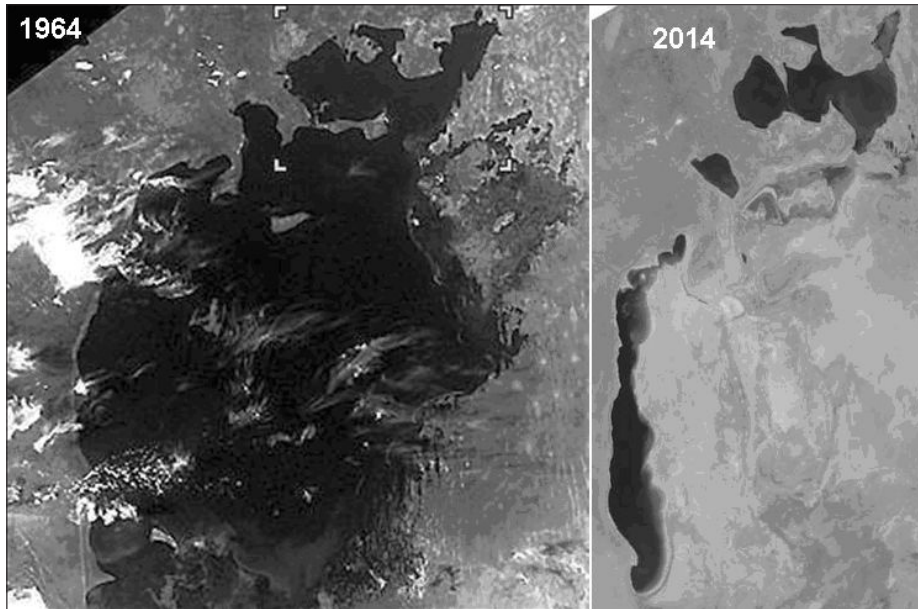


Рис. 1. С 1960 г. Аральское море неуклонно высыхало и мелело

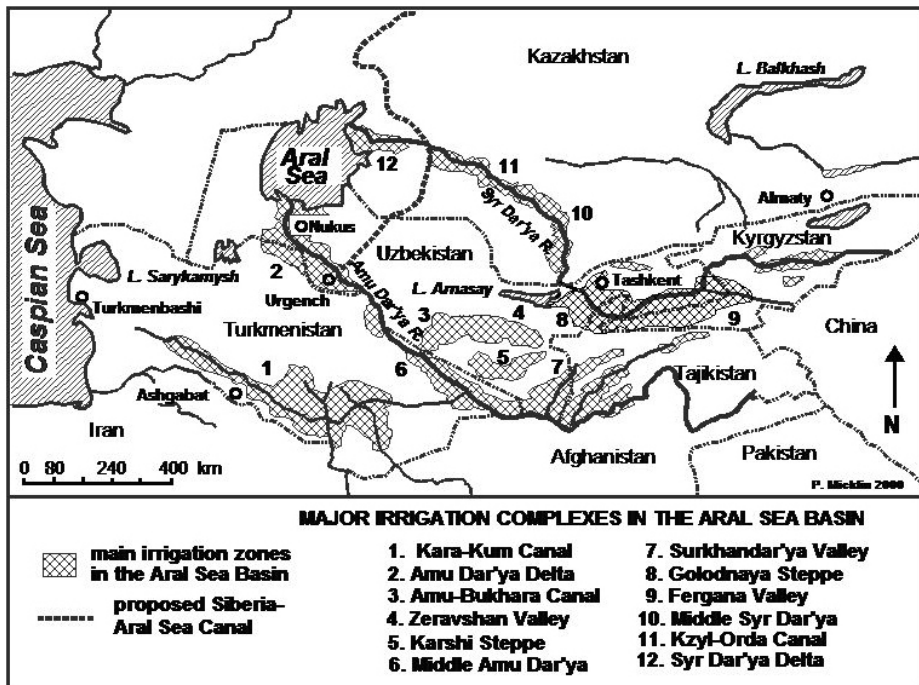


Рис. 2. Развитие орошения в бассейне Аральского моря

Высыхание Аральского моря привело к серьезным негативным последствиям для всей его биоты. Результатом роста солености стало катастрофическое уменьшение биоразнообразия. Исчезли неспособные пережить осолонение пресноводные и солоноватоводные виды. В фауне свободноживущих беспозвоночных к концу 1980-х гг. осталось только небольшое число широко эвригалинных видов [6, 16]. Когда к началу 1980-х гг. из-за роста солености исчезли составлявшие основу промысла пресноводные рыбы, рыболовство на Аральском море прекратилось [10].

### Разделение Арала

В конце 1980-х гг., когда уровень Арала, понизившись на 13 м, достиг отметки +40 м, пересох связывавший Малое и Большое море пролив Берга (пролив Аузы-Кокарал пересох еще к началу 1970-х гг.). В результате Аральское море разделилось в 1987 г. на два водоема со своими гидрологическими режимами – Малый (Северный) и Большой (Южный) Арал. В первый впадает Сырдарья, а во второй – Амударья. К этому времени площадь всего Аральского моря уже сократилась до 40 000 км<sup>2</sup> (на 60 %), объем – до 333 км<sup>3</sup> (на 33 %), средняя соленость выросла с 10 до 30 ‰ [7].

После разделения Аральского моря собственный водный баланс Малого Арала является положительным благодаря тому, что сток Сырдарьи (к этому времени он увеличился), подземный сток и атмосферные осадки на поверхность превышали испарение. Избыток воды стал перетекать в Большой Арал. Это происходит главным образом весной и в начале лета при максимуме стока Сырдарьи. На обсохшем дне пролива стекающая вода промыла канал на месте занесенного песком судоходного фарватера [2].

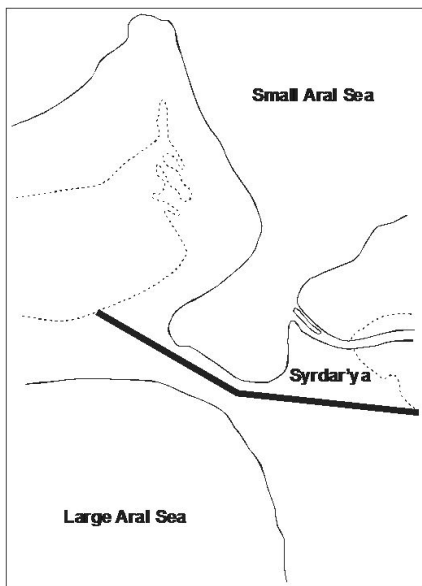


Рис. 3. Плотина в проливе Берга

### Первая плотина в проливе Берга

Чтобы удержать в Малом море стекающую из него воду и за счет этого поднять его уровень и снизить соленость, местные власти приняли решение построить в проливе Берга 13-километровую земляную плотину (рис. 3). Строительство завершилось в августе 1992 г. Уровень Малого Арала повысился более чем на 1 м, рост прекратился, началось постепенное снижение солености. С другой стороны, перекрытие стока из Малого моря несколько ускорило высыхание Большого Арала. По нашим приближенным оценкам, этот сток мог составлять порядка 3 км<sup>3</sup>/год, то есть около одной четвертой части всех поступлений воды в Большое море [1, 2]. Постройка этой плотины создала условия для сохранения Малого Арала и последующего восстановления его утраченного биоразнообразия.

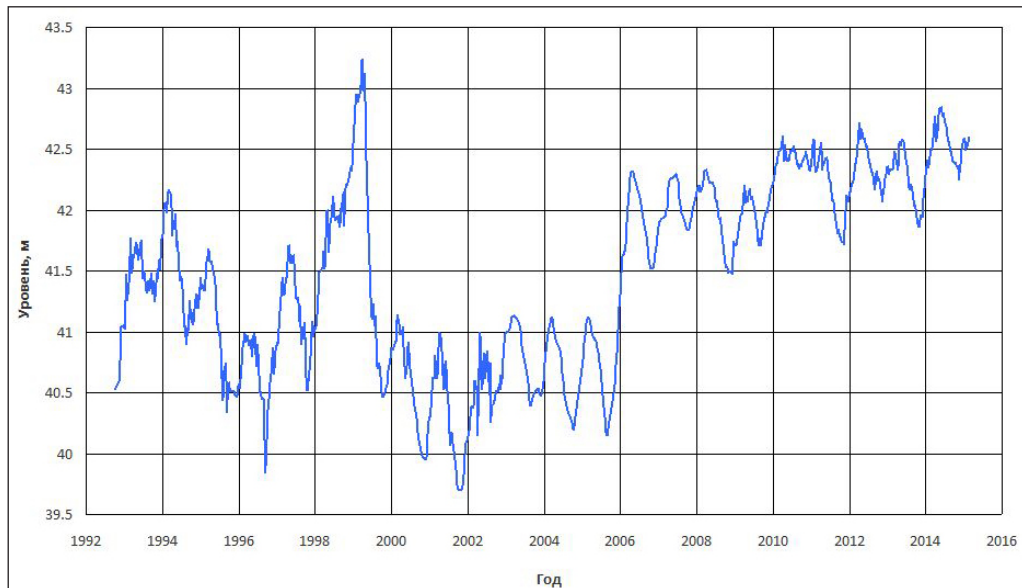


Рис. 4. Уровень Малого Аральского моря по данным спутниковой альтиметрии (Topex/Poseidon, Jason1, Jason2, Jason3)

Данная земляная плотина не только сама по себе была ненадежной, но и не имела водопропускного устройства для сброса воды и предотвращения подъема уровня Малого Арала выше безопасной отметки (рис. 4). Из-за этого весной, когда сток Сырдарьи максимален, происходил прорыв плотины, но ее быстро восстанавливали. И все же в апреле 1999 г., когда уровень превысил отметку +43 м (то есть достиг гребня плотины), во время шторма плотина была сильно повреждена, и после этого ее уже не стали восстанавливать [1, 3].

### Новая плотина в проливе Берга

По решению правительства Казахстана на месте первой плотины в проливе Берга российской компанией «Зарубежводстрой» в 2004–2005 гг. была построена новая капитальная Кок-Аральская плотина (рис. 5), позволяющая поднять уровень зарегулированного Малого Арала до +42...+43 м. Она имеет водослив для пропуска излишков воды и поддержания уровня Малого моря на безопасной отметке. Когда идет сток через плотину, остаточные водоемы Большого Арала становятся на некоторое время связанными между собой (рис. 6) [1, 3, 7, 14].

Площадь Малого Арала после подъема его уровня до расчетного достигла 3487 км<sup>2</sup>, а объем – 27 км<sup>3</sup>. К настоящему времени средняя соленость в Малом (Северном) Аральском море значительно снизилась и составляет менее 10 ‰ [11]. В дальнейшем она может стать еще ниже.

Значительное снижение солености и образование сильно опресненной зоны около дельты Сырдарьи сделало возможным обратное вселение в Малое море естественным путем многих видов пресноводных и солоноватоводных беспозвоночных,

а также пресноводных промысловых рыб, выпавших из фауны Арала из-за осолонения. Это виды, обитающие в рефугиумах – Сырдарье и расположенных в ее низовьях и связанных с ней озерах, или же виды беспозвоночных, имеющие долго сохраняющие жизнеспособность покоящиеся яйца. К настоящему времени [6] в Малом Арале вновь появились многие виды пресноводных и солоноватоводных беспозвоночных. С другой стороны, сильное снижение солености становится неблагоприятным для прежде многочисленных представителей морской фауны и солелюбивых видов. Стало возможным возвращение в Малый Арал и процветание ценных аборигенных промысловых пресноводных видов рыб, что позволило возродить промышленное рыболовство (рис. 7). До этого, в 1990-х гг., единственным промысловым видом была вселенная в 1980-е гг. черноморская камбала-глосса [10].

### Большое Аральское море

Водный баланс Большого Арала остался отрицательным. Высыхание и рост солености продолжились, и к концу 1990-х гг. он превратился в гипергалинный водоем. В 2000 г. соленость превысила 60 ‰, а к 2004 г. достигла 100 ‰. Продолжающееся падение уровня привело к разделению этой части Аральского моря на группу остаточных водоемов. В начале 2003 г., когда уровень упал на 22 м до отметки примерно +31 м, Большое море разделилось на глубокий Западный и мелководный Восточный Большой Арал (рис. 8), соединенные протяженной узкой протокой [5]. К 2006 г. от Восточного Большого Арала отделилась его наиболее глубокая часть – залив Тце-Бас.

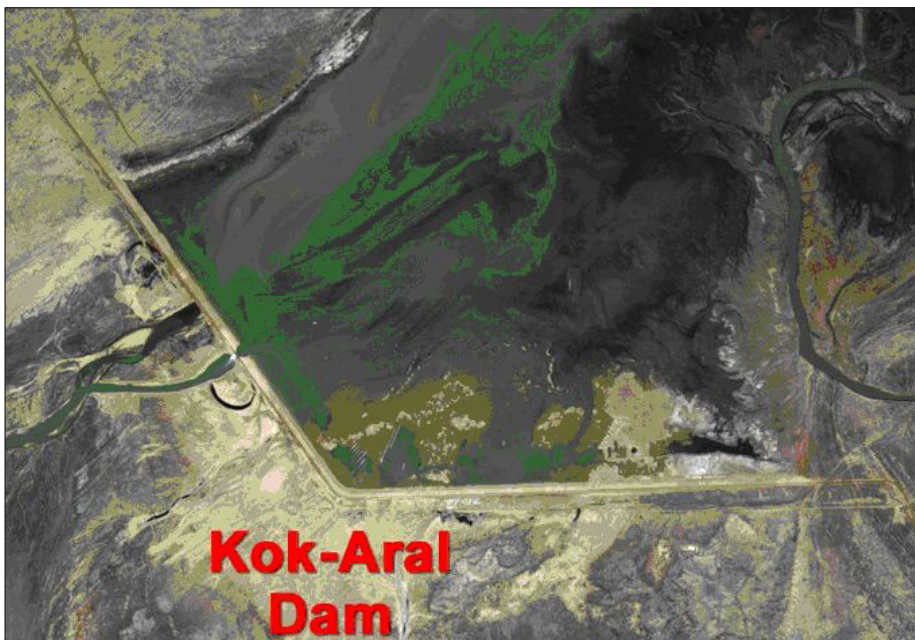


Рис. 5. Новая плотина в бывшем проливе Берга

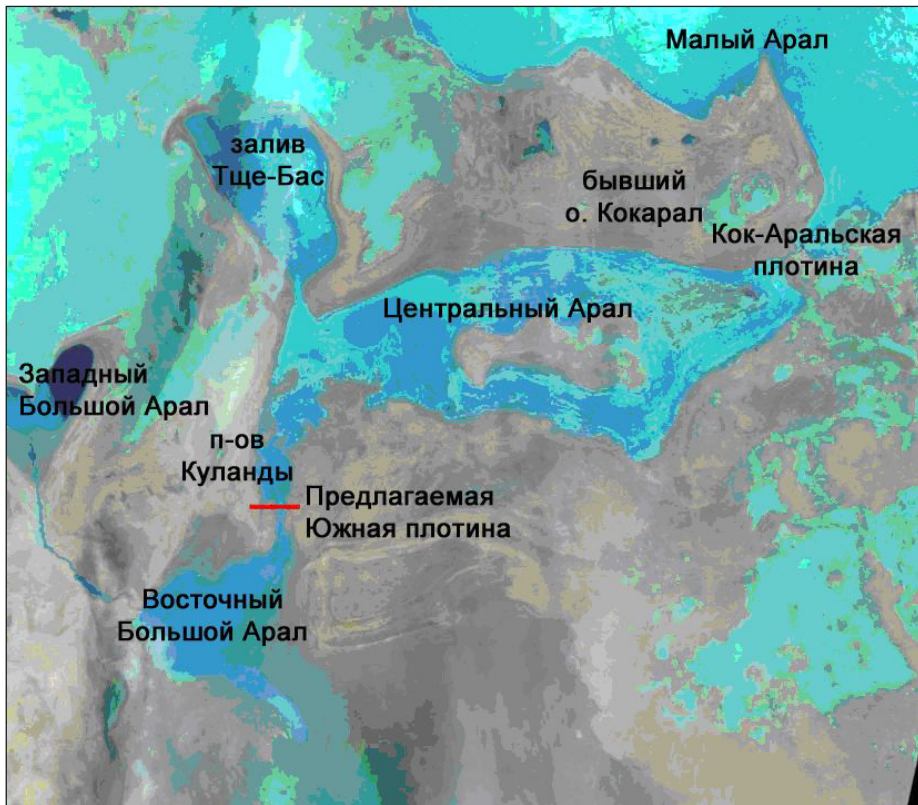


Рис. 6. Поступление воды из Малого Арала в остаточные водоемы Большого Арала

Когда большой объем воды из Малого Арала сбрасывается через Кок-Аральскую плотину, пересохшая северная оконечность восточного бассейна обводняется, и ее связь с заливом Тще-Бас на время восстанавливается (см. рис. 6) [3], а через протоку идет подпитка Западного Большого Арала.

В сентябре 2009 г. общая площадь остаточных водоемов Большого Аральского моря составляла 4922 км<sup>2</sup> (8 % от площади в 1960 г.), объем – 58 км<sup>3</sup> (6 % от объема в 1960 г.), соленость в западной части и в заливе Тще-Бас – >100 ‰, в восточной части – >200 ‰ [12]. Соленость во всех них увеличилась настолько, что исчезли все рыбы (см. рис. 7) и выжило только несколько видов свободноживущих беспозвоночных. Туда вселился ряд галобионтов, в том числе рачок *Artemia* [16].

### Центральный Арал

За счет воды, стекающей из Малого Арала через Кок-Аральскую плотину на юг в направлении остаточных водоемов Большого Аральского моря, образовалось большое озеро (рис. 6, 9, 10) – Центральный Арал [14]. Это озеро мелководное, а его восточная часть представляет собой скорее водно-болотное угодье.

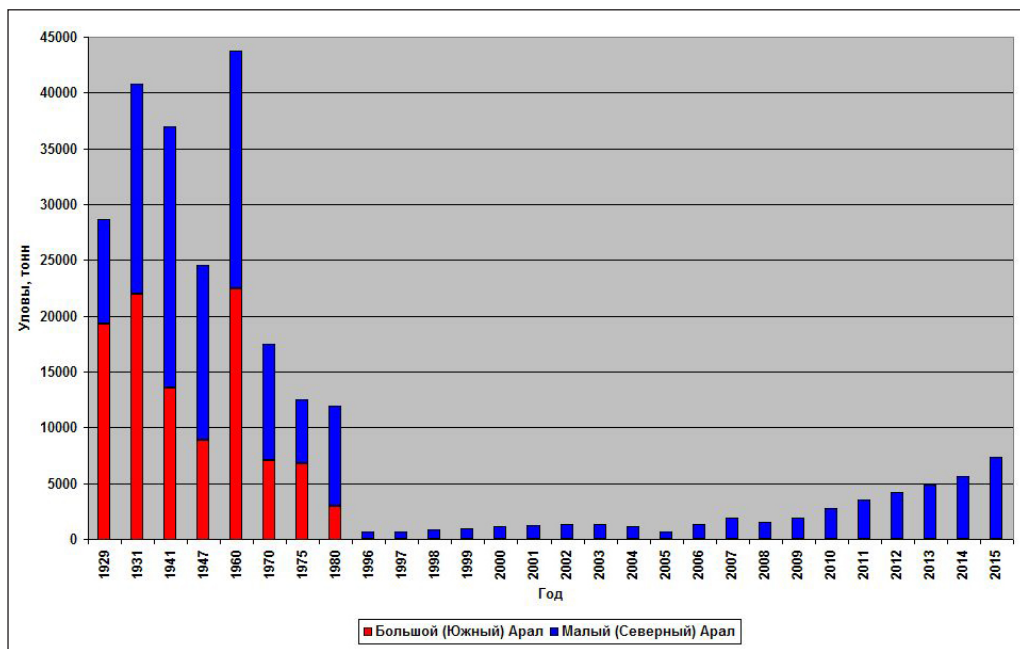


Рис. 7. Промысловые уловы рыбы в Аральском море

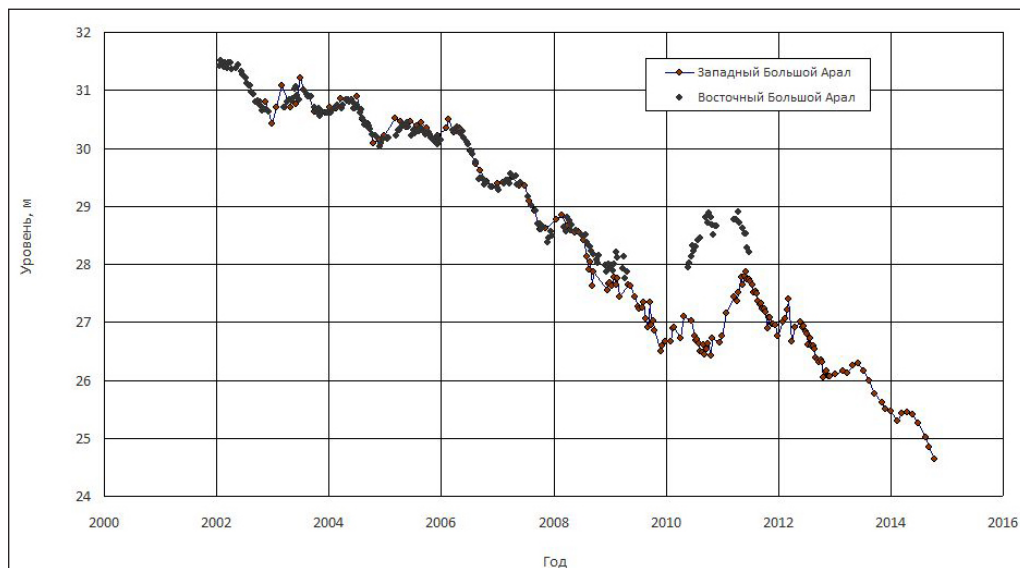


Рис. 8. Уровень Большого Аральского моря по данным спутниковой альтиметрии (Torex/Poseidon, Jason1, Jason2, Jason3)



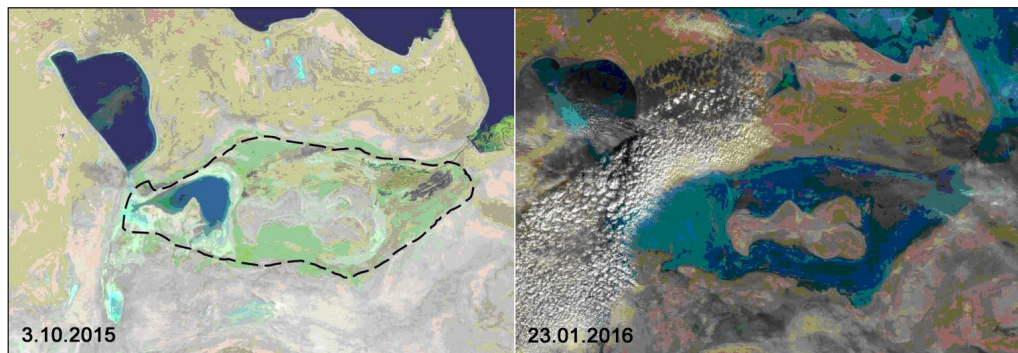


Рис. 9. Центральный Арал

Обширные тростниковые заросли испаряют большой объем воды. Вместе с водой из Малого моря в Центральный Арал выносятся много ценной рыбы. Соленость на западе озера слишком высока (~70 ‰) для выживания рыб.

Центральный Арал очень нестабилен. На протяжении года его площадь изменяется очень значительно (см. рис. 9). За зиму и весну, когда сток Сырдарьи максимален [8, 9] и идет сброс воды из Малого Арала, она значительно увеличивается, соленость снижается, и вода из этого озера может пополнять Восточный Большой Арал, откуда она поступает по соединительному каналу в Западный Большой Арал, а также и в бывший залив Тше-Бас. Летом и осенью вода из Малого моря в Центральный Арал не поступает, его площадь быстро сокращается, соленость растет, и в отдельные годы он может даже полностью высохнуть.

Кроме существующей Кок-Аральской плотины (Центральная плотина), можно было построить еще одну плотину (Южная плотина) к югу от полуострова Куланды (см. рис. 6, 10), регулируемую сток из Центрального Арала. Такая плотина позволила бы сделать Центральный Арал рыбопромысловым водоемом. В настоящее время из-за отсутствия этой плотины Центральный Арал может высыхать при нехватке воды.

### Возможное будущее Аральского моря

Что может ожидать Арал в будущем? Полностью высохнуть он не может. Даже если сток Амударьи и Сырдарьи сократится до нуля (что маловероятно), то для его подпитки все равно останутся грунтовые, талые и дождевые воды, а также дренажные воды с орошаемых земель. Этой воды хватит для сохранения хотя бы части Малого Арала и остатка западного бассейна Большого Арала, которые будут гиперсолеными водоемами [11, 14].

Для поддержания Малого Арала в его современном состоянии (уровень +42 м, площадь 3200 км<sup>2</sup>) достаточно в среднем около 2,6 км<sup>3</sup>/год стока Сырдарьи. Еще 0,6–0,7 км<sup>3</sup>/год речной воды нужно для поддержания стока через Кок-Аральскую плотину, так как сезонная проточность необходима для регулирования солености. В период 1992–2011 гг. среднегодовой сток Сырдарьи оценивается в 5,9 км<sup>3</sup>, что более чем достаточно для стабильности Малого Арала [14].



Рис. 10. Аральское море 19.08.2014 г.:  
 1 – высохший восточный бассейн Большого Аральского моря; 2 – западный бассейн Большого Аральского моря; 3 – новый Центральный Арал; 4 – Малое Аральское море; 5 – отделившийся залив Тше-Бас; А – Кок-Аральская плотина (Центральная плотина); В – предлагаемая Северная плотина; С – предлагаемая Южная плотина

В обозримом будущем возвращение Аральского моря к его состоянию 1960 г. крайне маловероятно. Даже если объем речного стока увеличится до прежних  $56 \text{ км}^3/\text{год}$ , то для полного восстановления этого озера потребуется очень большой срок, порядка 100 лет. Однако весьма перспективны сценарии дальнейшего частичного восстановления Арала [14].

Правительство Казахстана предполагает продолжить восстановление Малого Арала. По основному варианту нужно будет поднять до отметки +50 м уровень только части Малого моря – залива Большой Сарычеганак. Для этого необходимо перенаправить часть стока Сырдарьи в этот залив по каналу, а в горле превращенного в водохранилище залива построить плотину с водосбросом и судоходным шлюзом (рис. 10) [14].

Если ежегодно подавать в это водохранилище  $1 \text{ км}^3$  воды, то оно может наполниться примерно за 10 лет, а если  $1,5 \text{ км}^3$  – то за 6 лет. В связи с тем что потери воды в канале составят как минимум

15 % от ее исходного объема, для их компенсации потребуется ежегодно забирать из Сырдарьи еще около  $0,2 \text{ км}^3$ . После заполнения водохранилища в основную часть Малого Арала может сбрасываться в среднем  $0,5\text{--}0,6 \text{ км}^3/\text{год}$  по первому варианту, а по второму – примерно  $1 \text{ км}^3/\text{год}$ . Этот водоем будет почти пресноводным с соленостью менее 2 ‰ [14].

Для поддержания уровня основной части Малого Арала и ее проточности, достаточной для сохранения солености 6–8 ‰, вполне благоприятной для аборигенных пресноводных рыб, будет достаточно около  $3,2 \text{ км}^3/\text{год}$  стока Сырдарьи. А так как он (по данным за 1992–2011 гг.) по-прежнему превышает  $5 \text{ км}^3/\text{год}$ , то останется излишек воды и для подпитки Центрального Арала [14].

В почти пресноводном, превращенном в водохранилище заливе Большой Сарычеганак сформируется фауна пресноводного типа. Он начнет заселяться пресноводными гидробионтами. Это произойдет за счет их выноса в этот водоем

речной водой, самостоятельной миграции, а также заноса их покоящихся стадий водоплавающими птицами или ветром с пресных или слабо минерализованных водоемов. При этом обитающие в нем в настоящее время солоноватоводные, морские и происходящие из осолоненных континентальных водоемов виды беспозвоночных должны будут исчезнуть из-за низкой для них солености [6]. В свою очередь, низкая соленость будет благоприятной для пресноводных рыб.

Альтернативой рассмотренному варианту может стать реконструкция существующей Кок-Аральской плотины. Ее можно сделать более высокой, чтобы поднять уровень всего Малого Арала с отметки +42 м до +48 м и таким путем увеличить его объем и площадь. Но в этом случае необходим больший сток Сырдарьи – не менее 4 км<sup>3</sup>/год. Наполнение Малого Арала до нового уровня продлится долго: при среднегодовом речном стоке 5,0 км<sup>3</sup> – не менее 15 лет, а при 5,5 км<sup>3</sup> – до 12–13 лет. Учитывая, что в 1992–2011 гг. среднегодовой сток Сырдарьи составлял 5,9 км<sup>3</sup>, Малый Арал может наполниться и быстрее. Средняя соленость Малого Арала по мере его наполнения будет меняться и примерно через четверть века стабилизируется на 6 ‰ [14].

Если реализовать этот альтернативный проект, то солоноватоводным станет почти весь Малый Арал, а сильно опресненной будет только акватория рядом с дельтой Сырдарьи. Установившаяся соленость 5–6 ‰ благоприятна для пресноводных видов беспозвоночных и рыб, но она может негативно отразиться, вплоть до их возможного исчезновения, на морских беспозвоночных и выходцах из осолоненных континентальных водоемов аридной зоны, а также и на солоноватоводных видах [6].

Принятие решения по второму этапу восстановления Малого Арала пока что отложено на неопределенный срок [14]. Для дальнейшего улучшения ситуации необходимо повысить эффективность ирригации, чтобы увеличить сток Сырдарьи.

Тем не менее не все так хорошо [14]. Из-за глобального потепления сокращаются ледники и снежники в горах Тянь-Шаня – главного источника воды для Сырдарьи (это верно и для Амударьи, истоки которой находятся на Памире). Со временем их ускорившееся таяние увеличит речной сток. Но в итоге масса льда и снега так уменьшится, что сток начнет снижаться. Таким образом, предположения, основанные на данных по стоку Сырдарьи за 1992–2011 гг., могут оказаться излишне оптимистичными.

Прогноз возможного будущего остаточных водоемов Большого Аральского моря не внушает оптимизма. Восточный Большой Арал зависит от сброса воды из Малого Арала через Кок-Аральскую плотину и далее Центральный Арал и от стока Амударьи, который крайне нестабилен и в настоящее время не каждый год достигает моря. Состояние этого остаточного водоема может меняться от сухого солончака до обширного мелководного гипергалинного озера. К концу 2009 г. он почти полностью высох, но в начале лета и осенью неожиданно многоводного 2010 г. в него поступили большие объемы воды из Амударьи, а также из Малого Арала. Хотя водоем вновь наполнился водой, в последующие годы он снова высох (см. рис. 8). Сейчас нет достаточных оснований ожидать, чтобы такая ситуация изменилась или могла регулярно повторяться, и Восточный Большой Арал оставался обводненным.

Фауна Восточного Большого Арала, представленная до его высыхания, вероятнее всего, только артемией, сможет восстановиться и после ее гибели из цист, оставшихся на обсохшем дне или заносимых ветром с других водоемов, когда сюда вновь придет вода [6].

Западный Большой Арал зависит от притока грунтовых, дождевых и талых вод, а также сезонного стока из восточного бассейна, получающего воду из Малого Арала. Уровень этого остаточного водоема в августе 2015 г. находился между отметками +24 и +25 м, а площадь составляла ~3000 км<sup>2</sup>. При сохранении существующей ситуации высыхание будет продолжаться, и стабилизация может наступить на отметке около +21 м при площади 2560 км<sup>2</sup>. Но нельзя исключить, что процесс будет продолжаться до тех пор, пока эта часть Аральского моря не превратится в водоем, подобный Большому Соленому озеру в США, Мертвому морю на Ближнем Востоке и озеру Урмия в Иране (соленость >300 ‰) [13, 14]. Тогда и так уже крайне низкое биоразнообразие его фауны еще снизится, и в ней может остаться только артемия, но и она исчезнет при приближении солености к 350 ‰.

Бывший залив Тше-Бас, превратившийся в отдельный остаточный водоем, сейчас зависит от притока грунтовых, дождевых и талых вод, а также от сезонного стока из Центрального Арала, подпитываемого стоком из Малого Арала. При сохранении существующего режима состояние этого остаточного водоема может оставаться стабильным.

Будущее Западного и Восточного Большого Арала будет определять в первую очередь то, сколько воды даст ему Амударья и будет ли восстановлен ее сток в Арал.

Для Западного Большого Арала возможен и более оптимистичный сценарий. Он предполагает перенаправление стока Амударьи в водохранилище, создаваемое на месте бывшего залива Аджибай, и далее по каналу в Западный Большой Арал. Кроме этого необходимо зарегулировать сток из него в Восточный Большой Арал. По данному сценарию требуется среднегодовой сток Амударьи около 12,5 км<sup>3</sup>, тогда как за 1990–2011 гг. он в среднем составил только около 5,4 км<sup>3</sup>/год. Следовательно, требуется чуть больше, чем его удвоение, для чего необходимо резко повысить эффективность орошения в бассейне Амударьи. Однако наибольшие препятствия – политические и экономические, связанные с тем, что усложнятся разведка и эксплуатация перспективных нефтяных и газовых месторождений на обсохшем дне южной части западного бассейна [14].

### **Заключение**

Современное высыхание Аральского моря еще раз показало, что человек может легко и быстро разрушить природную среду своими действиями, тогда как ее восстановление, если оно вообще возможно, – длительный и трудный процесс. Следует быть очень осторожным с масштабным вмешательством в сложные природные системы. Важно тщательно оценивать потенциальные последствия предлагаемых мер прежде чем, надеясь на лучшее, поступать так, как Советский Союз поступил с Аральским морем.

Даже если это и не привело к серьезным проблемам в прошлом, то нет гарантий, что проблемы не возникнут в будущем. Экстенсивное развитие орошения

в бассейне Аральского моря серьезно не влияло на море до 1960-х гг., потому что рост отбора воды возмещался компенсирующими факторами. Однако они были полностью использованы или подавлены.

Следует остерегаться привлекательных, но легковесных решений сложных проблем. Кризисная ситуация на Арале развивается на протяжении более чем 50 лет, и ее быстро не преодолеть. Предлагаемые «быстрые решения» вполне могут создать еще более серьезные проблемы. Устойчивые решения потребуют в долгосрочной перспективе не только крупных инвестиций и технических инноваций, но также фундаментальных политических, социальных и экономических изменений, на что требуется время.

Но не все настолько мрачно. Природная среда удивительно устойчива. Не надо терять надежду и оставлять усилия по ее сохранению, даже когда задача кажется неразрешимой. Сейчас показано, что отдельные части Аральского моря можно сохранить и даже частично восстановить. В отдаленной перспективе станет возможным в достаточной степени сократить потребление воды, чтобы обеспечить необходимый для возвращения моря к исходному состоянию объем речного стока.

Крупномасштабные проекты восстановления окружающей среды, такие как проект восстановления Малого Аральского моря, требуют тщательного мониторинга. Это необходимо не только для того, чтобы убедиться в том, что они работают, как ожидалось, и для обеспечения обратной связи, но и для того, чтобы выучить новые уроки, что поможет сделать более успешными подобные мероприятия и в других местах.

### Литература

1. *Аладин Н.В.* Плотины жизни или плотина длиною в жизнь. Часть 1. «Пролог», или Первая Пятилетка (1988–1992 гг.) // Астраханский вестник экологического образования, 2012. Т. 3. № 21. – С. 206–216.
2. *Аладин Н.В., Плотников И.С.* Высыхание Аральского моря и возможные пути реабилитации и консервации его северной части // Тр. Зоол. ин-та РАН. 1995. Т. 262. – С. 3–16.
3. *Аладин Н.В., Плотников И.С.* Современная фауна остаточных водоемов, образовавшихся на месте бывшего Аральского моря // Тр. Зоол. ин-та РАН, 2008. Т. 312, № 1/2. – С. 145–154.
4. *Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Проект «Моря СССР».* Т. VII: Аральское море / под ред. В.Н. Бортника, С.П. Чистяевой. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 196 с.
5. *Квазисиноптические экспедиционные исследования в западном и восточном бассейнах Аральского моря (октябрь 2005 г.)* / П.О. Завьялов, А.Г. Арашкевич, А.Б. Грабовский и др. // Океанология. 2006. Т. 46, № 5. – С. 750–754.
6. *Плотников И.С.* Многолетние изменения фауны свободноживущих водных беспозвоночных Аральского моря. – СПб.: ЗИН РАН, 2016. – 168 с.
7. *Aladin N., Micklin P., Plotnikov I.* Biodiversity of the Aral Sea and its importance to the possible ways of rehabilitating and conserving its remnant water bodies // Environmental problems of central Asia and their economic, social and security impacts. 2008. – P. 73–98.
8. *Cretau J.-F., Letolle R., Bergé-Nguyen M.* History of Aral sea level variability and current scientific debates // Global and Planetary Changes, 110, Special Issue SI. 2013. – P. 99–113.
9. *Cretau J.-F., Biancamaria S., Arsen A., Bergé-Nguyen M., Becker M.* Global surveys of reservoirs and lakes from satellites and regional application to the Syrdarya river basin // Environmental Research Letters. 2015. 10 (1). – P. 015002.
10. *Ermakhanov Z. K., Plotnikov I. S., Aladin N. V., Micklin P.* Changes in the Aral Sea Ichthyofauna and Fishery During the Period of Ecological Crisis // Lakes & Reservoirs: Research and Management, 2012. 17. – P. 3–9.

11. *Micklin P.* The past, present, and future Aral Sea // *Lakes & Reservoirs: Research and Management*, 2010. 15. – P. 193–213.
12. *Micklin P.* Aral Sea Basin Water Resources and the Changing Aral Water Balance // *The Aral Sea: The Devastation and Partial Rehabilitation of a Great lake.* – Springer, 2014a. – P. 111–137.
13. *Micklin P.* Efforts to Revive the Aral Sea // *The Devastation and Partial Rehabilitation of a Great Lake.* – Springer, 2014b. – P. 361–379.
14. *Micklin P.* The Future Aral Sea: hope and despair // *Environmental Earth Science*, 2016. 75 (9). – P. 1–15.
15. *Plotnikov I.S., Aladin N.V., Ermakhanov Z.K., Zhakova L.V.* Biological Dynamics of the Aral Sea Before Its Modern Decline (1900–1960) // *The Devastation and Partial Rehabilitation of a Great Lake.* – Springer, 2014a. – P. 41–76.
16. *Plotnikov I.S., Aladin N.V., Ermakhanov Z.K., Zhakova L.V.* (2014b). The New Aquatic Biology of the Aral Sea // *The Devastation and Partial Rehabilitation of a Great Lake.* – Springer, 2014b. – P. 137–170.