

Современное состояние остаточных водоемов возникших на месте бывшего Аральского моря

ПЛОТНИКОВ И.С., АЛАДИН Н.В.

ЗИН РАН, Университетская наб., 1, Санкт-Петербург, 199034

До 2-й половины 20 века Аральское море представляло собой расположенный в аридной зоне Средней Азии единый терминальный водоем – гигантское бессточное озеро, в которое впадают только две реки – Сырдарья на северо-востоке и Амударья на юге. Обе эти реки берут начало в горных районах, где целиком, за счет таяния ледников и снега, формируется весь их сток. Объем стока этих рек испытывает значительные изменения на протяжении года, и его максимум приходится на весну и начало лета. Из-за естественных потерь на равнине и в речных дельтах (испарение, фильтрация и др.) только часть его доходит до Арала. Вследствие хозяйственной деятельности человека имеет место безвозвратное изъятие значительной части речного стока, в первую очередь для орошения возделываемых в бассейне Аральского моря сельскохозяйственных культур. Приходную часть водного баланса Аральского моря (в 1-й половине 20 века в среднем 56 км^3 в год) составляют речной сток и атмосферные осадки, а также приток подземных вод (Бортник, Чистяева, 1990).

До 1960 г. состояние Аральского моря оставалось квазистабильным. За период наблюдений с 1850 по 1960 г. колебания уровня находились в пределах 3 м и были обусловлены только природными климатическими факторами.

С 1960-х гг. главным фактором, определяющим водный баланс Арала, стала деятельность человека. Расширение орошаемых сельскохозяйственных площадей в долинах Амударьи и Сырдарьи привело к многократному увеличению объемов безвозвратного изъятия речного стока. До 1974 г. сокращение объема речного стока, достигавшего Аральского моря, было еще небольшим, но водный баланс становится отрицательным. Единственным исключением был аномально многоводный 1969 г. Началось постепенное, в начале еще медленное, падение уровня Арала и рост его солености. С 1974 г. сток рек резко уменьшился, и процесс регрессии

ускорился. В 1982, 1983 и 1985 гг. воды Амударьи и Сырдарьи практически не достигали Арала (Бортник, Чистяева, 1990).

Впадина, которую заполняют воды Аральского моря, состоит из нескольких меньших, с разной площадью и глубиной. Вытянутый в широтном направлении остров Кокарал разделял Арал на 2 неравновеликие акватории: меньшую северную – Малый Арал и большую южную – Большой Арал, соединенные двумя проливами. На западе находился узкий и мелководный (максимальная глубина около 2 м) пролив Аузы-Кокарал, а на востоке – широкий и глубокий (максимальная глубина 13 м) пролив Берга, который и объединял обе акватории Аральского моря в единый водоем. На Аральском море имелся еще ряд островов, самые крупные из которых – острова Барсакельмес и Возрождения. На юго-востоке располагался состоящий из большого числа небольших островков Акпеткинский архипелаг. В Малом Арале выделяются, занимающие свои котловины, основная акватория и несколько заливов, наиболее крупные и глубокие из которых – заливы Шевченко, Бутакова и Большой Сарычеганак. Большой Арал естественным образом подразделяется на глубоководную западную часть, обширный восточный бассейн и залив Тщebas в северо-западном углу. Вследствие такой структуры котловины Аральского моря падение его уровня быстро привело к его распаду на отдельные водоемы.

Площадь бассейна Аральского моря около 1,8 млн. км². До начала своей современной антропогенной регрессии Аральское море было четвертым в мире по размерам континентальным водоемом, уступая лишь Каспию, Великим Американским озерам и озеру Виктория. Его площадь была 67499 км², объем составлял 1089 км³. При этом на долю Малого моря приходилось 6118 км² и 82 км³ соответственно. Площадь Большого моря была 61381 км² при объеме 1007 км³. Таким образом, Большой Арал превосходил Малый Арал по площади и объему примерно в 10 раз. Максимальная глубина достигала 69 м. Уровень находился на отметке +53,4 м. Средняя соленость Аральского моря составляла 10 г/л.

Основная часть акватории Арала до середины прошлого века была солоноватоводной со специфическими аборигенными солоноватоводными сообществами (рис. 1). Также в Арале существовали сильно опресненные зоны с градиентом солености, занимавшие акватории перед дельтами

Амударьи и Сырдарьи, и где были представлены пресноводные сообщества. Лишь в глубине Акпеткинского (Карабайли) архипелага, в так называемых култуках, при интенсивном испарении и затрудненном водообмене соленость была повышена, достигая местами 50‰ и даже выше (Хусаинова, 1960).

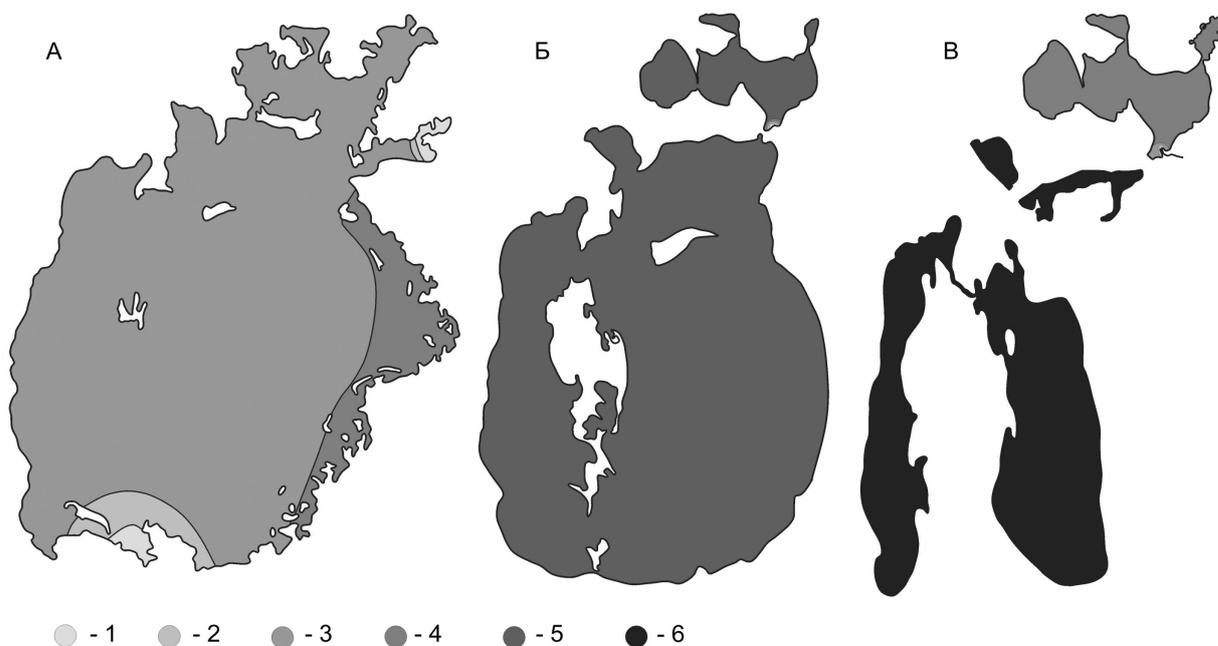


Рисунок 1. Соленостные зоны в Аральском море: А – до 1960 г.; Б – 1989 г.; В – 2007 г. 1 – пресноводная зона, до 3‰; 2 – переходная пресноводная-солонатоводная зона, 3 – 8‰; 3 – солонатоводная зона, 8 – 13‰; 4 – переходная солонатоводная - морская зона, 13 – 29‰; 5 – морская зона, 29 – 42‰; 6 – гипергалинная зона, более 51‰

Исходно в Арале обитали 20 видов рыб и, без учета простейших, более 150 видов свободноживущих беспозвоночных. В числе последних: кишечнополостные – 1, ресничные черви – 12, коловратки – 58, малощетинковые черви – 10, веслоногие рачки – 7, гарпактициды – 15, ветвистоусые рачки – 14, ракушковые рачки – 11, бокоплавы – 1, двустворчатые моллюски – 9, брюхоногие моллюски – 3 вида (Мордухай-Болтовской, 1974).

В 1950-х – 1970-х гг. в Аральское море были намеренно вселены или случайно занесены при плановых интродукциях и натурализовались 12 видов рыб и 8 видов свободноживущих беспозвоночных (Карпевич, 1975; Аладин и др., 2004). В Арале появились: многощетинковый червь *Hediste* (= *Nereis*)

diversicolor, мизиды – 3 вида, десятиногие раки – креветка *Palaemon elegans* и краб *Rhithropanopeus harrisi tridentata* (занесены попутно), веслоногий рачок *Calanipeda aquaedulcis*, двустворчатый моллюск *Syndosmya segmentum* (= *Abra ovata*). Специально вселенные в Арал *S. segmentum*, *H. diversicolor* и *C. aquaedulcis* являются ценным кормом для рыб. Благодаря своей высокой эвригалинности эти виды пережили дальнейшее осолонение Арала. С другой стороны, ряд вселенцев оказал негативное воздействие на фауну Аральского моря. Креветка вытеснила аборигенного эндемичного бокоплава *Dikerogammarus aralensis*. Бычки, атерина и игла-рыба стали конкурентами молодежи аборигенных рыб. Но самые серьезные последствия были связаны с вселением балтийской салаки (*Clupea harengus membras*). Быстро увеличив к 1960 г. свою численность этот планктофаг практически уничтожил доминировавших в зоопланктоне крупных ракообразных, в результате чего биомасса зоопланктона сократилась более чем в 10 раз. Когда все аборигенные и вселенные пресноводные рыбы почти или совсем исчезли из-за осолонения Арала, то успешное вселение в конце 1970-х гг. азовской камбалы (*Platichthys flesus luscus*) позволило сохранить промышленное рыболовство.

К 1988 – 1989 гг., когда уровень Аральского моря снизился на 13 м, достигнув отметки +40 м (рис. 2), пересох пролив Берга, соединяющий северный и южный Арал. Пролив Аузы-Коккарал пересох намного раньше, еще в 1968 – 1969 гг. В результате Аральское море перестало быть единым и началось его превращение в группу остаточных водоемов. Первоначально оно разделилось на 2 терминальных водоема – Малый и Большой Арал. К моменту разделения Аральского моря его общая площадь сократилась до 40000 км² (60% от площади в 1960 г.), объем составлял только 333 км³ (33% от объема в 1960 г.), средняя соленость возросла с 10‰ в 1960 г. и достигла 30‰ (табл. 1). Арал перестал быть солоноватоводным водоемом, и на его месте возникло 2 полигалинных водоема с разным гидрологическим режимом и сообществами близкими к морскому типу (рис. 1). Фактически в конце 1980-х гг. Аральское море перестало существовать как единый водоем и вместо него возникло 2 новых терминальных водоема с различной судьбой. После разделения единого водоема на Большой и Малый Арал соленость в Большом Арале продолжала расти, а в Малом стала снижаться.

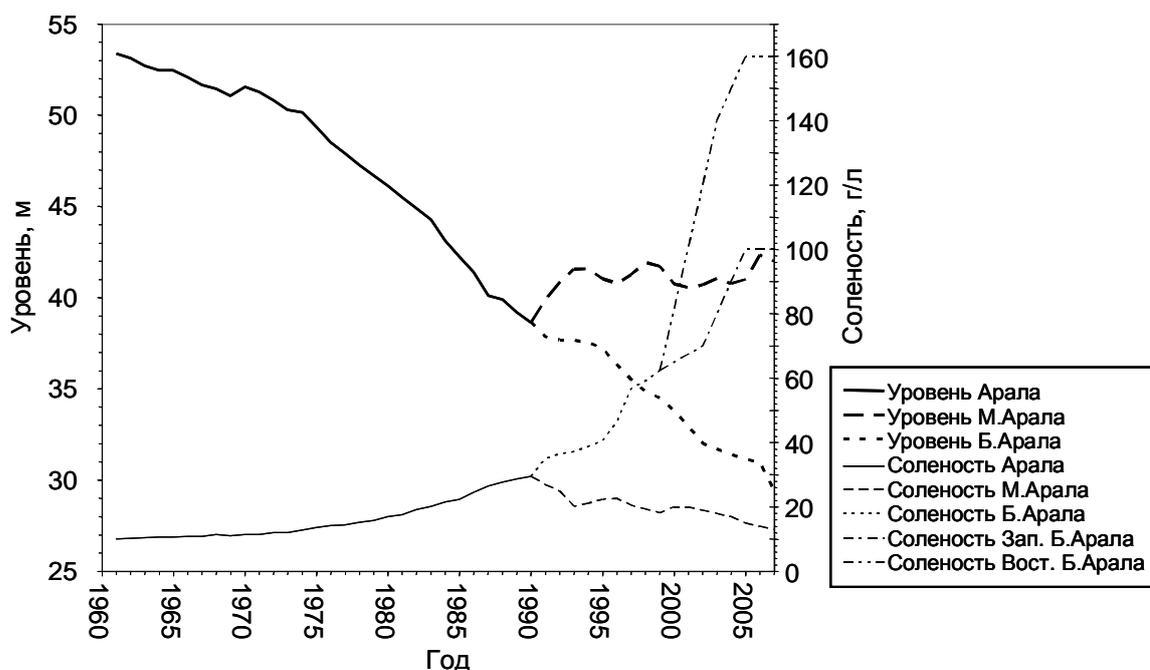


Рисунок 2. Изменение уровня и солёности Аральского моря

Таблица 1. Изменение основных гидрологических и гидробиологических показателей Аральского моря

Остаточный водоем	Уровень, м над уровнем океана	Средняя солёность, ‰	Число видов свободноживущих беспозвоночных		Число видов рыб	
			Аборигены	Вселенцы	Аборигены	Вселенцы
Аральское море, 1901 г.	53,6	10	148	-	18	-
Аральское море, 1961 г.	53,4	10	148	5	18	11
Малый Арал, 1988 г.	40	30	7*	4*	-	6
Большой Арал, 1988 г.	40	30	7*	5*	-	6
Малый Арал, 2009 г.	42	12	10*	6*	3	7
Тщевас, 2009 г.	28	100	8	2	0	0
Восточный Большой Арал, 2009 г.	26,5	200	0	1	0	0
Западный Большой Арал, 2009 г.	26,5	100	8	2	0	0

* – без учета Protozoa, мелких Metazoa и редко встречающихся видов

К этому времени фауна Аральского моря в результате повышения солености и вселения новых видов водных беспозвоночных и рыб сильно изменилась. Вселение планктофага – балтийской салаки привело к исчезновению ряда видов планктонных ракообразных, в том числе *Arctodiaptomus salinus* и *Moina mongolica* – широкоэвригалинных представителей фауны соленых континентальных водоемов. По мере увеличения солености биоразнообразие Аральского моря снижалось. Первыми исчезли многочисленные виды беспозвоночных и рыб пресноводного происхождения. В 1971 – 1976 гг., когда соленость воды превысила 12 – 14‰, исчезли солоноватоводные виды пресноводного происхождения. В 1986 – 1989 гг., когда соленость превысила 23 – 25‰, исчезли солоноватоводные виды каспийского происхождения. В результате к концу 1980-х гг. в Арале остались только широко эвригалинные виды. Зоопланктон был представлен только несколькими видами аборигенных эвригалинных коловраток, в первую очередь из рода *Synchaeta*, копеподой *Halicyclops rotundipes aralensis* и новым доминантом – вселенцем морского происхождения копеподой *Calanipeda aquaedulcis*. В макро-зообентосе из аборигенных видов остались только двустворчатый моллюск *Cerastoderma isthmicum* и брюхоногие моллюски рода *Caspihydrobia*. Остальные представители макро-зообентоса – это вселенцы морского происхождения: двустворчатый моллюск *Syndosmya segmentum*, полихета *Hediste diversicolor* и, только в Большом Арале, краб *Rhithropanopeus harrisi tridentata*. Необходимо отметить, что изменения, происходившие в мейобентосе в этот период, остались практически неизученными. Поэтому данные о его составе на момент разделения Арала фрагментарны, а по таким группам, как турбеллярии, нематоды и фораминиферы – просто отсутствуют. В мейобентосе сохранилось несколько видов гарпактицид. Из ракушковых рачков осолонение пережил только широко эвригалинный *Cyprideis torosa*. В ихтиофауне остались только вселенцы морского происхождения. Уловы промысловых видов рыб снизились многократно (Рис. 3).

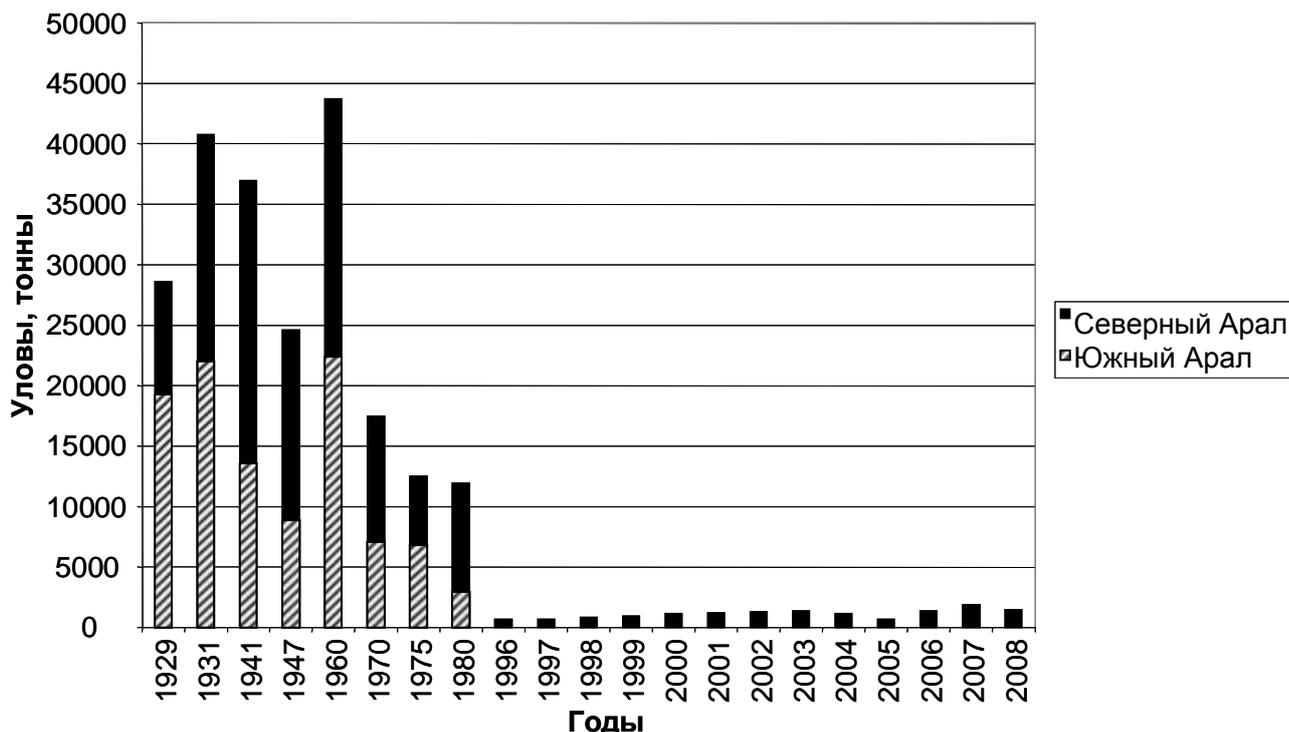


Рисунок 3. Динамика уловов промысловых рыб на Аральском море

В сложившейся к началу 1990-х гг. ситуации на совещании UNEP в Женеве в сентябре 1992 г. были предложены 4 основных направления консервации и реабилитации Аральского моря и его экосистем:

1. консервация и реабилитация Малого Арала;
2. консервация и реабилитация Большого Арала;
3. консервация и реабилитация дельты и придельтовых водоемов Сырдарьи;
4. консервация и реабилитация дельты и придельтовых водоемов Амударьи.

Так как сток Амударьи практически отсутствовал, то в Аральское море фактически поступали только воды Сырдарьи. Собственный водный баланс Малого Арала был положительным – поступление воды за счет речного стока и осадков превышало испарение, и, пока существовал единый водоем, избыток воды беспрепятственно поступал через пролив Берга в Большой Арал. Водный баланс Большого Арала при этом оставался стабильно отрицательным, хотя его дефицит и частично компенсировался водой из Малого Арала.

К началу 1980-х гг. из-за падения уровня Арала пролив Берга обмелел, и для обеспечения судоходства в проливе были проведены дноуглубительные работы. При дальнейшем

падении уровня Арала судоходство и дноуглубительные работы в проливе прекратились, и фарватер заполнился песком и илом. Когда пролив Берга пересох, то на обнажившемся дне остатки этого канала представляли собой цепочку небольших не связанных между собой мелководных водоемов общей протяженностью около 4 км. Однако с развалом СССР изъятие сырдарьинских вод для нужд орошения уменьшилось, что в начале 1990-х гг. увеличило сток Сырдарьи в Малый Арал, и излишки воды стали вновь перетекать из него в Большой Арал.

В результате вымывания донных отложений, заполнявших бывший судоходный канал, потоком воды, стекавшей из Малого Арала, на этом месте сформировалось русло, по которому вода уходила в Большой Арал. В конце весны 1992 г. глубина канала достигала 2 м, ширина – 100 м, протяженность – около 5 км. При впадении канала в Большое море образовалась даже дельта с четырьмя рукавами. В мае 1992 г. из Малого моря в Большой Арал по этому каналу поступало за секунду более 100 м^3 воды. В результате возникла вероятность дальнейшего углубления канала и размыва естественной преграды на месте пролива Берга, что создало опасность возобновления падения уровня Малого моря. Более того, углубляющийся канал мог достигнуть устья Сырдарьи, в результате чего она могла бы повернуть из Малого Арала в Большой Арал. В этом случае возникла бы угроза быстрого падения уровня Малого моря вплоть до почти полного его высыхания вследствие перемещения устья Сырдарьи в Большой Арал.

Чтобы предотвратить возможность таких последствий, канал в проливе Берга в августе 1992 г. был перекрыт по нашему предложению (Аладин, Плотников, 1995; Aladin et al., 1995), и была отсыпана невысокая земляная дамба. После постройки первой плотины начался быстрый подъем уровня Малого Арала, который менее чем за 9 месяцев вырос более чем на 1 м. Рост солености в Малом море прекратился, и через некоторое время началось постепенное снижение минерализации его вод. Также, благодаря плотине, была устранена угроза поворота Сырдарьи в Большой Арал. Даже при таком небольшом подъеме уровня Малого Арала вновь наполнилась водой южная часть котловины залива Большой Сарычеганак, а также было предотвращено отчленение залива

Бутакова и, в перспективе, залива Шевченко. С другой стороны, с постройкой этой плотины увеличились скорость падения уровня Большого Арала и скорость роста его солености (Аладин, Плотников, 1995). По приближенным оценкам средний годовой сток с севера на юг в 1990 – 2004 гг. мог составлять (при значительных межгодовых колебаниях) около $3,6 \text{ км}^3$, т.е. около одной четвертой части всех поступлений воды в Большое море.

Эта плотина в проливе Берга была непрочной, и ее ненадежность увеличивало отсутствие водопропускных сооружений. Она неоднократно частично разрушалась при весенних подъемах уровня Малого Арала, но каждый раз после этого восстанавливалась. Несмотря на это плотина позволила сохранить Малый Арал и способствовала началу восстановления его биоразнообразия. Когда уровень Малого Арала повысился более чем на 3 м, достигнув отметки +43,5 м, во время шторма 20 апреля 1999 г. волны разрушили дамбу. После этой катастрофы старую плотину уже не восстанавливали.

Высшим руководством Казахстана было принято решение о сооружении в проливе Берга новой капитальной плотины, а средства для этого представили Всемирный Банк и частично правительство Казахстана. Первоначально предполагалось строительство такой плотины, которая позволила бы поднять уровень Малого Арала до отметки +47 м. В этом варианте необходимо было дополнительно построить водорегулирующее сооружение в давно пересохшем проливе Аузы-Кокарал для сброса воды в западную часть Большого моря. Однако в принятом к реализации окончательном варианте проекта по целому ряду причин (большей частью финансового характера) было решено ограничиться лишь одной более низкой плотинной в проливе Берга, обеспечивающей подъем уровня Малого моря только до отметки +42 – +43 м.

В 2004 г. российской компанией «Зарубежводстрой» было начато строительство капитальной плотины в проливе Берга, завершившееся осенью 2005 г. Эта плотина была спроектирована в полном соответствии с техническими требованиями к таким гидротехническим сооружениям. В отличие от своей предшественницы она имеет водопропускное

сооружение, необходимое для сброса излишков воды и поддержания уровня Малого моря на безопасной для своей сохранности отметке. Уже к весне 2006 г. уровень Малого моря достиг проектной отметки.

Сток воды из Малого в Большой Арал происходит в основном весной и в начале лета во время паводка на Сырдарье. Когда водосброс открыт, остаточные водоемы Аральского моря на время соединяются.

Из-за расположения плотины вблизи от устья Сырдарьи, соленость воды в приплотинной зоне значительно снижена. Когда идет сброс воды, то эта вода с низкой соленостью большей частью уходит в сбросной канал вместо того, чтобы распределяться течениями по всей акватории Малого моря. Из-за этого распреснение идет медленнее, чем, если бы был реализован первоначальный вариант проекта. Наличие второго водосброса в западной части Малого Арала, где соленость выше, позволило бы управлять процессом ее снижения путем закрытия сброса распресненной воды через Кок-Аральскую плотину и открытия плотины в проливе Аузы-Кокарал для сброса более соленых вод.

К сожалению, так и не решена проблема рыбозащитных заградительных устройств на водопропускном сооружении Кок-Аральской плотины. Когда идет сброс воды, то потоком воды выносятся в большом количестве ценная промысловая рыба, что наносит ущерб рыбному хозяйству.

После разделения Арала, еще до постройки первой плотины, когда началось снижение солености, в планктоне Малого моря из покоящихся яиц появились исчезнувшие в 1980-е гг. рачки семейства *Podonidae Podonevadne camptonyx*. В 1999 г. в бентосе вновь были найдены личинки *Chironomidae*, не встречавшиеся с 1974 г. Тогда же в Арале была обнаружена прежде там не встречавшаяся остракода *Eucypris inflata*. Благодаря снизившейся солености в Малый Арал стали возвращаться из Сырдарьи и озер в ее низовьях пресноводные рыбы. В начале 2000-х гг. в уловах стали встречаться белый амур (*Ctenopharyngodon idella*) и судак (*Sander lucioperca*). Объемы уловов промысловых рыб несколько возросли (Рис. 3). В Малом Арале сформировались условия соответствующие переходной солоноватоводной - морской соленостной зоне (рис. 1). В настоящее время соленость Малого Арала около 11 – 14‰. В

дальнейшем она снизится до 8 – 13‰ и следует ожидать восстановления Малого моря как солонатоводного водоема.

Рассматривается возможность реализации 2-го этапа проекта восстановления Малого Арала. По этому проекту предполагается обводнение залива Большой Сарычеганак с подъемом его уровня до отметки +47 – +48 м. Для этого потребуется построить плотину с водопропускным сооружением в горле залива и канал, по которому вода из Сырдарьи через озеро Тущибас будет подаваться в этот залив. Уже завершается строительство на Сырдарье гидроузла Аклак, который позволит не только обводнить ряд давно высохших бывших заливов, но и направить часть сырдарьинской воды по каналу в сторону Большого Сарычеганака. Осуществление этого проекта позволит сформировать на месте залива Большой Сарычеганак новый фактически пресноводный водоем. Таким образом, Малый Арал превратится в систему из двух каскадных водоемов – нового практически пресноводного с уровнем +47 – +48 м и уже существующего солонатоводного с уровнем +42 – +43 м (Рис. 4). Для дальнейшего улучшения ситуации нужно повысить эффективность орошения, чтобы увеличить сток Сырдарьи.

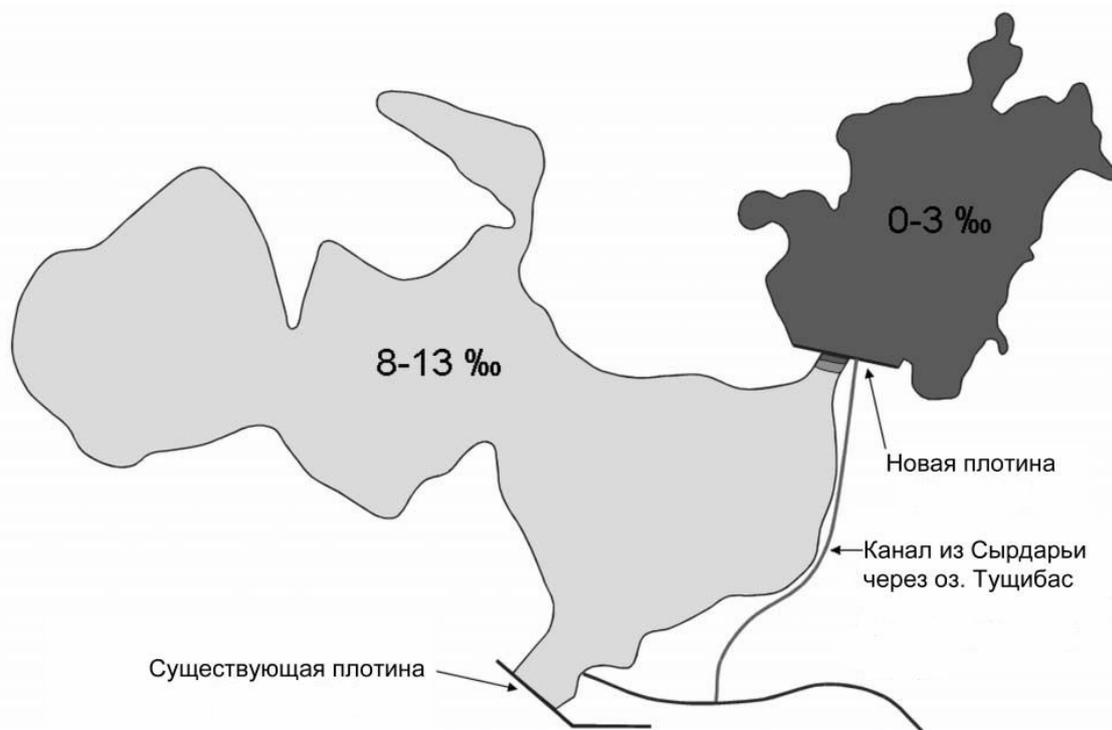


Рисунок 4. Вариант второго этапа проекта восстановления Малого Арала

С 1990-х гг. после разделения прежде единого водоема падение уровня и осолонение Большого Арала резко ускорились. Приходная часть его водного баланса складывается из остаточного стока Амударьи в Восточный Большой Арал, атмосферных осадков, существенно сократившегося поступления воды из Малого Арала и притока подземных вод. Если в 1990-е гг. поступление амударьинских вод еще играло заметную роль в водном балансе, то в 2000 – 2001 гг. оно стало очень незначительным. После некоторого увеличения пропуска воды в 2002 – 2005 гг. оно стало падать и с 2007 г. прекратился. Имело значение и уменьшение размеров Восточного Большого Арала, из-за чего расстояние до Междуреченского водохранилища увеличилось, и возросли потери воды на испарение и фильтрацию в песках. Свою роль сыграло и разрушение в октябре 2005 г. только что построенного водосбросного сооружения на Междуреченском водохранилище, которое должно было подавать воду в Арал по руслу Акдарьи (рукав амударьинской дельты).

По мере падения уровня Большого Арала остров Возрождения в 2001 г. соединился с материком на юге и превратился в полуостров. Водообмен между восточной и западной акваториями, соединенными только проливом к северу от острова Возрождения, становится затрудненным. С падением уровня Большого моря до +34 м оно разделилось на Западный и Восточный Арал. В результате, с 2000 г. рост солености в восточном бассейне Большого моря начинает опережать ее рост в западном глубоководном. Сильно обмелевший пролив не пересох, т.к. в результате эрозии его дна течениями между западным и восточным бассейнами к 2001 – 2002 г. на этом месте сформировалась узкая протяженная протока (Завьялов и др., 2006) Узун-Арал (рис. 5). Первоначально преобладало течение из восточной котловины Большого Арала, которую еще подпитывали амударьинские воды, в западную. Однако даже тогда, течение изредка могло меняться на противоположное, когда в конце лета уровень восточного Большого Арала снижался настолько, что становился ниже уровня западного Большого Арала. В результате этого летом 2008 г. воды Западного Большого Арала стали стекать в Восточный Большой Арал, лишенный

подпитки амударьинскими водами. Течение поверхностных вод в этом проливе также могло контролироваться и господствующими ветрами. Основной глубинный поток направлен с запада на восток, что определяется разностью уровней, а поверхностный поток – в направлении, определяемом ветром, что искажает реальную картину при визуальном наблюдении. В 2008 г. эта протока имела длину порядка 25 – 30 км и ширину не более 150–200 м при максимальной глубине до 5 – 6 м.

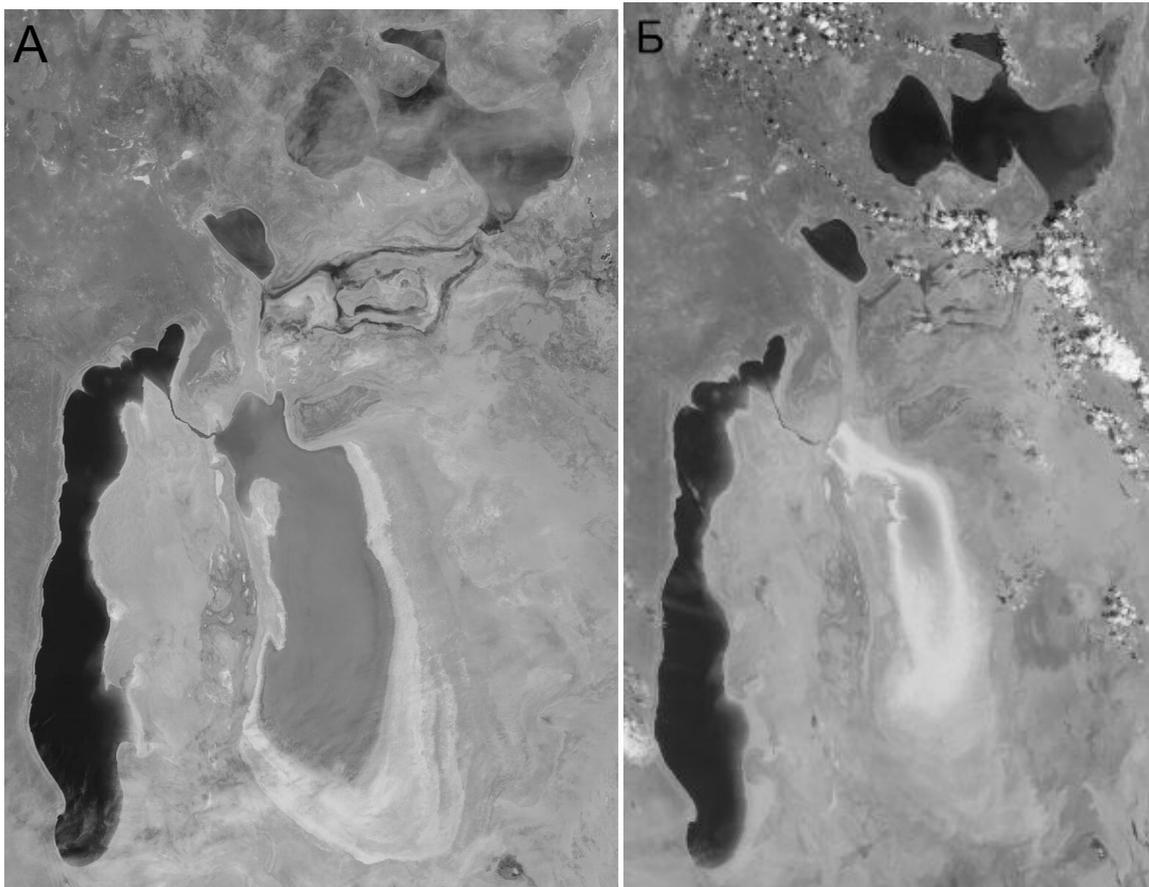


Рисунок 5. Современный вид Аральского моря из космоса: А – октябрь 2007 г.; Б – конец августа 2009 г.

Еще осенью 2004 г. от Восточного Большого Арала отделился залив Тщebas. Во время весеннего сброса большого объема воды из Малого Арала на время затопляется пересохшая северная оконечность восточного бассейна, что приводит к временному восстановлению связи с этим заливом.

К осени 2009 г. протока между Западным и Восточным Большим Аралом отделилась от Западного, и его связь с

Восточным прервалась. Общая площадь остаточных водоемов Большого Арала сократилась до 4922 км² (12% от площади в 1960 г.), объем уменьшился до 58 км³ (6% от объема в 1960 г.), уровень упал до +29,4 м. Соленость в Западном Большом Арале достигла 100‰, а в Восточном – 200‰ или даже выше (Табл. 1). По мнению Ф. Миклина (Micklin, личное сообщение) Восточный Большой Арал в ближайшее время может высохнуть полностью.

Быстрый рост солености Большого Арала сопровождался быстрым изменением состава его биоты. Уже к концу 1990-х гг. отделившееся Большое Аральское море превращается в гипергалинный водоем с характерной для новых условий фауной.

К 1997 г. при солености 57‰ исчезают доминировавшая в зоопланктоне *Calanipeda aquaedulcis* и коловратки рода *Synchaeta*. С 2001 г. при солености 67‰ начинается изменение состава макро-зообентоса, погибают полихета *Hediste diversicolor* и двустворчатый моллюск *Cerastoderma isthmicum*. К 2002 г. перестает встречаться и двустворчатый моллюск *Syndosmya segmentum*. Во второй половине 1990-х гг. исчезли остальные малочисленные виды коловраток, копепода *Halicyclops rotundipes aralensis*, креветка и краб. По данным ряда исследователей, в донной фауне еще сохранялись живые брюхоногие моллюски *Caspihydrobia* spp. (Mirabdullayev, pers. comm.) и остракода *Cyprideis torosa* (Завьялов и др., 2006). Однако в наших полевых сборах 2004 г. нам не удалось обнаружить брюхоногих моллюсков *Caspihydrobia*. В бентосе обычны личинки *Chironomus salinarius* а также найдена турбеллярия *Mecynostomum agile* и крупная инфузория *Frontonia marina*. Остракоды были представлены двумя видами – *Eucypris inflata* и *Cyprideis torosa*.

Как показали впервые проведенные специальные исследования мейобентоса Западного Большого Арала (Mokievsky, 2009), в 2004 г. в нем были представлены Foraminifera, Turbellaria, Nematoda, Ostracoda и Harpacticoida. К большому сожалению, в этой публикации приведены только данные по численности мейобентосных организмов, и полностью отсутствуют какие-либо сведения о видовом составе.

В 1998 г. в Западном Большом Арале еще переживали 5 видов рыб: салака, камбала, атерина (*Atherina boyeri caspia*) и 2 вида бычков (*Neogobius fluviatilis* и *Knipowitschia caucasica*). В 2002 г. в западном бассейне оставались только камбала и атерина, в восточном бассейне рыб уже не было (Mirabdullayev et al., 2004). К настоящему времени все рыбы исчезли и из Западного Большого Арала.

В превратившийся в гипергалинный водоем Большой Арал из соленых водоемов Приаралья естественным путем (эоловый перенос покоящихся стадий) вселились отсутствовавшие в нем ранее виды беспозвоночных. Уже в 1996 г. в Большой Арал проникла *Moina mongolica*, исчезнувшая еще в 1973 г., но не из-за осолонения, а в результате выедания салакой. В 1996 г. вселилась *Artemia parthenogenetica*, ставшая доминантом зоопланктона. В 2004 г. в западном Большом Арале появилась копепода *Aprocyclops dengizicus*. Стали обычными 2 аборигенных вида коловраток, прежде встречавшиеся в Арале очень редко – *Hexarthra fennica* и *Brachionus plicatilis*. В зоопланктоне в летние месяцы обычна галофильная инфузория *Fabrea salina*.

В 2002 – 2005 гг. на Западном Большом Арале под эгидой международной компании “INVE Aquaculture” велась подготовка к промышленной добыче цист артемии, являющихся ценным кормом для рыб в аквакультуре. Однако оказалось, что из-за недостаточно высокой численности этого рачка предприятие не будет рентабельным. В результате работы были свернуты.

Существует план реализации специального проекта, направленного на консервацию и реабилитацию Большого Арала. Однако средства для этого пока не найдены. Для облегчения поисков финансирования проект упрощался с целью его удешевления. По одному из вариантов предлагается сохранить только Западный Большой Арал. Для этого нужно направить в него воды Амударьи по каналу. Это позволило бы поддерживать его уровень на отметке +32 м и несколько снизить соленость за счет стока в западный бассейн.

После распада СССР в Казахстане несколько снизились объемы орошаемого земледелия, и сток Сыр-Дарьи в Малый Арал увеличился более чем вдвое, достигнув 5 км³ в год. Строительство в 1992 г. плотины в проливе Берга позволило

начать и реабилитационные проекты в дельте Сыр-Дарьи. Ее устье было сдвинуто в северном направлении, а также были созданы несколько пресноводных водохранилищ на месте залива Карашолан и вдоль бывшего берега Малого Арала. Кроме создания пресноводных водохранилищ на месте бывших заливов Малого Арала в дельте Сыр-Дарьи были частично реабилитированы пресноводные и слабо солоноватоводные естественные озера Тущибас, Камыслыбас, Жаланашколь и др. В этих озерах, благодаря проведенным мероприятиям, удалось повысить уровень и значительно снизить минерализацию воды вплоть до полного опреснения. Было восстановлено их рыбохозяйственное и охотничье значение.

В нижнем течении Амударьи, и особенно в ее дельте, создан целый ряд пресноводных и слабо солоноватоводных водохранилищ. Наиболее удачным примером можно считать создание водохранилища на месте бывшего залива Судочьево. Это стало возможным благодаря финансированию GEF. В настоящее время ведутся работы на водохранилищах Междуреченском, Сарбас и Муйнакском. Возможно, что будут начаты аналогичные работы на бывших заливах Аджибай и Джилтырбас. Комплекс этих мер позволит частично реабилитировать пресноводные дельтовые экосистемы и восстановить рыбное и охотничье хозяйство. Водохранилище на месте бывшего залива Судочьево в отдельные годы бывало заполнено практически полностью, и даже обсуждалась необходимость сброса излишков воды в западную акваторию Большого Арала. Однако сейчас его уровень далек от максимального. Создание пресноводных и слабо солоноватоводных водохранилищ на бывшем дне Большого Арала и в дельте Аму-Дарьи позволяет частично реабилитировать пресноводные экосистемы и улучшить микроклимат в данном районе Каракалпакии. Узбекское отделение IFAS совместно с другими национальными организациями подготовило план дальнейшей реабилитации дельты Амударьи.

Уже доказано, что история Аральского моря – это история трансгрессий и регрессий (в течение последних 3000 лет было 5 регрессий). Наиболее явные признаки, указывающие на прошлые изменения уровня Аральского моря, – это семь

уровней террас, которые можно различить в Аральском бассейне. О неоднократных трансгрессиях и регрессиях говорят и данные по палеосолености Аральского моря, полученные при анализе колонок донных отложений.

Эволюция терминального водоема в аридных и полуаридных условиях находится в зависимости от эволюции водосборных бассейнов питающих его рек. В аридных зонах общее поступление воды с дождями, грунтовыми и подземными водами существенно меньше объема речного стока. Регрессии и трансгрессии Аральского моря в прошлом были вызваны как естественными причинами (сухие и влажные климатические периоды, естественный поворот стока Амударьи через Сарыкамыш и Узбой в Каспийское море), так и деятельностью человека.

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. Контроль над Амударьей можно было поддерживать только в периоды относительной социальной стабильности. Социальные потрясения в регионе вели к утрате контроля над рекой, и она по воле случая поворачивала в том или ином направлении.

В настоящее время имеется целый ряд различных свидетельств о средневековой регрессии Арала.

1. Остатки растительности. В начале 1990-х гг. на высохшем дне Аральского моря нами были найдены пеньки саксаулов, а также остатки таких саксаулов, остававшиеся еще под водой. Эти саксауловые заросли, кое-где окаймлявшие море, были затоплены при последующем быстром подъеме уровня Арала с окончанием его регрессии. Радиоуглеродный анализ затопленных саксауловых пней, теперь обнажившихся из-за современного падения уровня, датирует их серединой XVII века. В 2002 г. на высохшем дне Большого Аральского моря были обнаружены около уреза воды остатки зарослей тростника. Их нахождение показывает, что падение уровня при той регрессии было сравнимо с тем, какое имело место на момент обнаружения этих остатков.

2. Археологические данные. Еще одним свидетельством средневековой регрессии Аральского моря служат ранее

находившиеся под водой на глубине 20-25 м, а теперь оказавшиеся на высохшем дне Большого Арала развалины средневековых мавзолеев (комплексы Кердери-1 и Кердери-2) и сохранившиеся в этом районе следы поселений, представленные массой остатков керамической посуды и другими артефактами.

3. Палео-гидрографическая сеть. На космических снимках обнажившегося дна Большого Арала на северо-востоке от острова Барсакельмес можно видеть остатки древних речных русел Сырдарьи. Кроме этого, и также на космических снимках, на том же месте, где сейчас сформировалась протока «Узун-Арал», виден ископаемый (вероятно средневековый) канал между Западным и Восточным Большим Аралом.

4. Старинные литературные источники. Одним из таких документов является свидетельство первого англичанина, посетивший Среднюю Азию, купца Антони Дженкинсона, который 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».

Вероятно, на протяжении XIII и XIV вв., и, несомненно, с XIV в. по XVI в. 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 тогда, 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.

Научные доказательства изменения направления течения Амударьи, теперь целиком впадающей в Аральское море, приходят из различных источников и датируют это событие временем между серединой XVI в. и первой половиной XVII вв. Вполне вероятно, что в пределах этого 70-летнего отрезка времени сток вод Амударьи в Сарыкамышскую впадину полностью прекратился. Из-за прекращения 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.

Последняя глубокая регрессия произошла приблизительно 1000 лет назад. Она, как и средневековая была результатом деятельности жителей древнего Хорезма, перенаправивших течение Амударьи через Сарыкамыш и далее Узбой в Каспий. Регрессия в IV в. н. э. была, вероятно, одной из наиболее примечательных: самый низкий уровень, до которого отступало море, составил около +30-32 м, что на 20 м ниже «нормального» уровня Арала в XX веке. Средневековая регрессивная фаза была не столь заметной, как 1000 лет назад. Современная же регрессия Аральского моря оказалась не только сильнее средневековой, но даже превысила регрессию IV в. н. э. Уже сейчас уровень восточной части Большого Арала уже упал до отметки +28 м, и его снижение продолжается.

На протяжении плейстоцена и начала голоцена соленость и уровень Аральского моря управлялись местными климатическими факторами, которые вызывали изменения речного стока. В дальнейшем деятельность человека стала главным фактором. Через орошение, войны, экономические и политические решения он стал влиять на уровень и соленость Аральского моря больше, чем природа. Современная антропогенная регрессия Аральского моря вызвана исключительно безвозвратным изъятием гигантского объема стока Амударьи и Сырдарьи на нужды орошаемого земледелия и не связана ни с глобальным потеплением, хотя со временем его эффект проявится, ни с постройкой гидроэлектростанций в верховьях этих рек.

Неправильно думать, что современные проблемы Аральского бассейна связанные с регрессией Арала, являются новыми для региона: подобное неоднократно случалось и прежде. То единственное действительно новое, что присутствует в современном природном бедствии, – это та скорость, с которой происходит высыхание Аральского моря и химическое загрязнение водных источников и земли,

являющееся следствием использования химических удобрений, пестицидов и дефолиантов.

В настоящее время в Узбекистане на высохшем дне залива Аджибай интенсивно ведутся разведка и добыча газа и нефти. Около г. Муйнака построен и действует газоконденсатный завод. Чтобы понизить уровень грунтовых вод, угрожающих устойчивости буровых вышек, ограничена подача воды в Муйнакское водохранилище.

Существенное повышение эффективности орошения земель в бассейне Аральского моря могло бы сберечь значительный объем воды, который смог бы существенно пополнить водный баланс Арала. Однако это требует всеохватывающей и очень дорогостоящей реконструкции оросительных систем, а также существенных перемен в социально-экономической сфере, что пока маловероятно. Кроме того, планы добычи нефти и газа на высохшем дне Аральского моря могут снизить интерес властей к его спасению. Будущее Арала также зависит и от существующих политических тенденций в странах бассейна Аральского моря.

Литература

Аладин Н.В., Плотников И.С., 1995. Высыхание Аральского моря и возможные пути реабилитации и консервации его северной части // Труды Зоологического института РАН, 262. С. 3 – 16.

Аладин Н.В., Плотников И.С., Смуров А.О., Гонтарь В.И., 2004. Роль чужеродных видов в экосистеме Аральского моря // Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах. - Москва-СПб: Изд-во «КМК». С. 275 – 296

Бортник В.И., Чистяева С.П. (Ред.), 1990. Аральское море. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР, Вып. 7. – Ленинград: Изд-во «Гидрометеоиздат». 196 с.

Завьялов П.О., Арашкевич А.Г., Грабовский А.Б., Дикарев С.Н., Джалилов Г., Евдокимов Ю.В., Кудышкин Т.В., Курбаниязов А.К., Матчанов А.Т., Ни А.А., Сапожников Ф.В., Томашевская И.Г., 2006. Квазисиноптические экспедиционные исследования в западном и восточном бассейнах Аральского моря (октябрь 2005 г.) // Океанология, 46(5). С. 750 – 754.

Мордухай-Болтовской Ф.Д. (Ред.), 1974. Атлас беспозвоночных Аральского моря // Москва: Изд-во «Пищевая промышленность». 272 с.

Карпевич А.Ф., 1975. Теория и практика акклиматизации водных организмов. Москва: Изд-во «Пищевая промышленность». 432 с.

Хусаинова Н.З., 1960. Култуки восточного побережья Аральского моря и их жизнь // Вестник АН Казахской ССР, 6. С. 34 – 42.

Aladin N.V., Plotnikov I.S., Potts W.T.W. 1995. The Aral Sea desiccation and possible ways of rehabilitating and conserving its Northern part // Environmetrics, 6. С. 17 – 29.

Mirabdullayev I.M., Joldasova I.M., Mustafaeva Z.A., Kazakhbaev S., Lyubimova S.A., Tashmukhamedov B.A., 2004. Succession of the ecosystems of the Aral Sea during its transition from oligohaline to polyhaline water body // Journal of Marine Systems, 47(1). С. 101 – 107.

Mirabdullayev I., Abdullaeva L., Musaev A., Zholdasova I., Mustafaeva Z., Jumaniezova N., 2007. Sharp fluctuations in ecosystem parameters of the East Big Aral // Geophysical Research Abstracts, 9. С. 772.

Mokievsky V.O., 2009. Quantitative distribution of the meiobenthos in the Large Aral Sea in 2003 and 2004 // Journal of Marine Systems, 76. С. 336–342