



МЕЖПАРЛАМЕНТСКАЯ АССАМБЛЕЯ
ГОСУДАРСТВ – УЧАСТНИКОВ
СОДРУЖЕСТВА НЕЗАВИСИМЫХ ГОСУДАРСТВ

**VIII Невский
международный
экологический конгресс**

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Санкт-Петербург
2017

ББК 28.08
В76

В76 VIII Невский международный экологический конгресс: дополнительные материалы : сб. докл. — СПб. : Секретариат Совета Межпарламентской Ассамблеи государств — участников СНГ, 2017. — 252 с.

ISBN 978-5-86857-070-4

В настоящем издании опубликованы статьи, представленные в рамках VIII Невского международного экологического конгресса «Экологическое просвещение — чистая страна».

ББК 28.08

ISBN 978-5-86857-070-4

Секретариат Совета Межпарламентской
Ассамблеи государств — участников
Содружества Независимых Государств

Противодействие опасностям природного характера в крупнейших городах России

В. И. Акселевич • vaksster@gmail.com

**Санкт-Петербургский университет
технологий управления и экономики**

Г. И. Мазуров • nanmaz@rambler.ru

Главная геофизическая обсерватория им. А. И. Воейкова

Антропогенные системы существенно преобразовали природные условия как на отдельных территориях, так и в региональном масштабе, оказали серьезное влияние на окружающую среду. В связи с двойственностью воздействия природно-антропогенных систем возникли так называемые геоэкологические проблемы. Они несут в себе как естественно-природные, так и антропогенные черты. Геоэкологические условия всех городов похожи друг на друга, но могут отличаться природными характеристиками. В городе возникают две поверхности — нагрева и охлаждения: одна — на подстилающей поверхности (ПП), а другая — на уровне крыш зданий [12].

Градостроительный кодекс РФ (№ 190-ФЗ, принятый ГД ФС РФ 22.12.2004, действующая редакция от 21.07.2014) делит города по численности населения на следующие категории: малые города (до 50 тыс. жителей) — 778 городов (11 482 тыс. чел.); средние (50–100 тыс.) — 157 городов (10 928 тыс. чел.); большие (100–500 тыс.) — 128 (27 085 тыс. чел.); крупнейшие (500 тыс. — 1 млн жителей) — 22 (15 430 тыс. чел.); города-миллионники (свыше 1 млн) — 15 (32 463 тыс. чел.).

Назначение мониторинга опасностей природного характера конкретизируется в его целевой программе. В нее входят оценка состояния и прогноз развития неблагоприятных явлений в геологической среде, например, оползней, провалов, подмыва берегов, подтоплений, оседаний, загрязнения подземных вод, поведения отдельных элементов или их групп в геологической среде, а также во всех трех геосферах окружающей природной и антропогенно трансформированной среды.

Чрезвычайные ситуации (ЧС) природного характера весьма разнообразны. Поэтому, исходя из причин (условий) возникновения, их делят

Каким может быть будущее Аральского моря

Н. В. Аладин, В. И. Гонтарь, Л. В. Жакова,
И. С. Плотников, А. О. Смуров • nikolai.aladin@zin.ru

Зоологический институт РАН

Введение

Лежащее посреди обширных пустынь Центральной Азии на территории Казахстана и Узбекистана Аральское море представляет собой бессточное соленое озеро. Его водосборный бассейн занимает более 2 млн км². Объем воды и, соответственно, площадь и уровень поверхности определяются балансом между стоком впадающих в этот водоем двух рек — Амударьи и Сырдарьи, атмосферными осадками и испарением с поверхности [1, 2, 3, 4].

В Аральском море выделяют две его главные части: северную — Малое море (Малый Арал), и южную — Большое море (Большой Арал). Они включают по несколько меньших котловин [1], из-за чего значительное падение уровня ведет к разделению озера на остаточные водоемы (рис. 1).

До 1960-х гг. Арал по площади своей поверхности (67,5 тыс. км²) был четвертым в мире континентальным водоемом. Его уровень держался на отметке 53,4 м над уровнем моря (у.м.) при объеме воды 1089 км³ и средней глубине 16 м. Море было солоноватоводным со средней соленостью 10 г/л [1].

В фауне Аральского моря насчитывалось не менее 200 видов свободноживущих беспозвоночных, среди которых преобладали пресноводные виды, но также имелись солоноватоводные и морские виды, а также выходцы из осолоненных континентальных водоемов [5, 6, 7, 8]. Среди 32 видов рыб — как аборигенных, так и вселенных людьми — преобладали пресноводные [9, 10].

На Арале было развито промышленное рыболовство, также он был важной региональной транспортной артерией [3, 11].

Высыхание Арала и его последствия

Уровень Аральского моря никогда не оставался постоянным, так как на водный баланс влияли изменения климата, от которых зависел

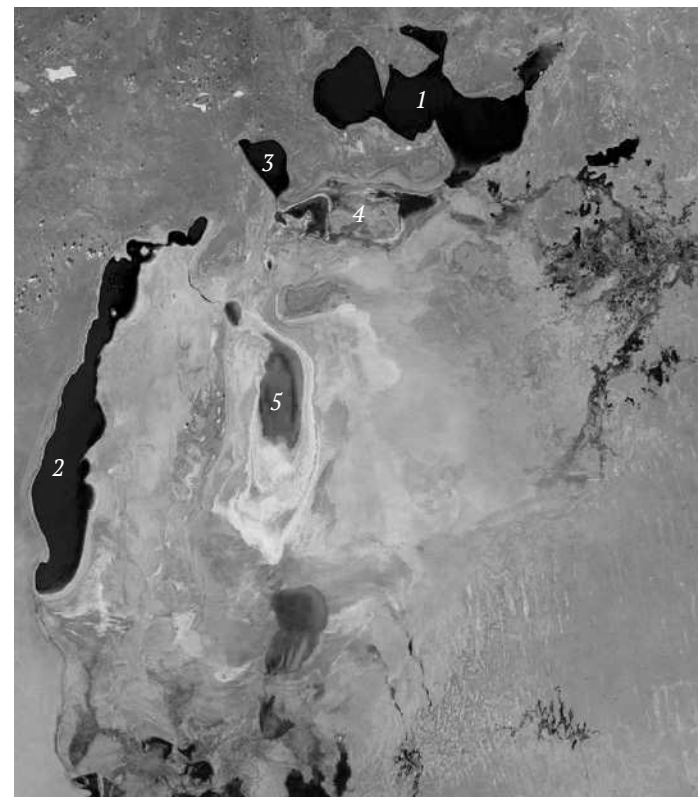


Рис. 1. Космический снимок Аральского моря (22.05.2015)

1 — Малый Арал: уровень ~42 м, площадь 3300 км², соленость 6–7 г/л; 2 — Зап. бассейн Большого Арала: уровень ~25 м, площадь 3120 км², соленость >150 г/л; 3 — залив Тше-Бас: уровень ~28 м, площадь 385 км², соленость 85 г/л; 4 — Центральный Арал: уровень 27–28 м, площадь 405 км², соленость варьирует; 5 — Вост. бассейн Большого Арала: уровень 26–27 м, площадь 974 км², соленость >150 г/л; общая площадь Арала 8031 км²

объем стока рек Амударьи и Сырдарьи. Но уже в древности на уровень также влияли и люди, отбирая значительный объем воды на орошение полей (земледелие возникло на Амударье еще за 3000 лет до н.э.) и периодически устраивая временные повороты Амударьи по Узбою в Каспий [2, 4, 12, 13].

В 1960 г. началась новая регрессия Аральского моря. Но теперь определяющей причиной его высыхания было катастрофическое со-

кращение стока Амударьи и Сырдарьи из-за все возрастающего изъятия речной воды на орошение. Образовавшийся дефицит водного баланса привел к быстрому усыханию Арала и росту его солености [1, 2, 14].

Результатом осолонения Арала стало снижение его биоразнообразия. Первыми исчезли пресноводные виды, а затем и солоноватоводные каспийские, и к концу 1980-х гг., когда соленость выросла до 30 г/л, сохранились только морские виды и выходцы из соленых континентальных водоемов [7, 8, 12]. В начале 1980-х, когда исчезли пресноводные виды рыб, прекратилось рыболовство. Но благодаря вселению черноморской камбалы-глоссы его удалось восстановить в небольшом объеме [10].

Разделение Арала. Из-за падения уровня пересох пролив Берга, соединявший Малый Арал и Большой Арал, и в 1987 г. озеро разделилось на два водоема. В первый впадает Сырдарья, а во второй — Амударья. На месте пролива появился канал, по которому вода Малого Арала стекала в Большой Арал [12, 14, 15].

Малый Арал. Чтобы заблокировать этот отток воды из Малого моря — с целью поддержать его уровень и снизить соленость — местные власти в 1992 г. построили в проливе Берга земляную дамбу [16]. В апреле 1999 г. во время шторма дамба была разрушена, восстанавливать ее не стали [12, 15]. Вскоре правительство Казахстана приняло решение построить на этом месте новую Кок-Аральскую плотину, состоящую из надежной 13-километровой дамбы и бетонного водосбросного сооружения. Работы завершились в августе 2005 г., и к марту следующего года уровень Малого Арала достиг проектной отметки 42 м [15].

После создания Кок-Аральской плотины уровень Малого Арала стабилизировался, соленость стала снижаться, и со временем он вновь стал солоноватоводным. Сейчас его соленость даже ниже, чем до 1960-х. Это сделало возможным возвращение многих видов беспозвоночных, а также рыб, выпавших из фауны из-за осолонения [8, 17]. С другой стороны, сильное снижение солености становится неблагоприятным для прежде многочисленных представителей морской фауны и солелюбивых видов. Возвращение и процветание аборигенных промысловых пресноводных рыб возродили рыбный промысел [10].

Большой Арал. После отделения от Малого Арала падение уровня и рост солености в этой части Аральского моря ускорились. В 2009 г.

Большой Арал оказался разделенным на три остаточных водоема: Западный бассейн, Восточный бассейн и бывший залив Тщebas [2, 18] (рис. 1.). Уровень более глубокого Западного бассейна упал на 26 м, соленость в нем превышает 100 г/л. Восточный бассейн стал мелководным с соленостью 130–210 г/л [19]. В зависимости от стока Амударьи он или уменьшается, или увеличивается [2, 15].

Превращение Большого моря в конце 1990-х в гипергалинный водоем привело к новому снижению биоразнообразия. Исчезли еще сохранявшиеся рыбы и сохранились только наиболее устойчивые к высокой солености беспозвоночные. При этом вселился ряд отсутствовавших видов беспозвоночных, характерных для таких водоемов, в частности рачок артемия [18, 20, 8].

Центральный Арал. За счет избытка воды, сбрасываемого из Малого Арала через Кок-Аральскую плотину, в настоящее время образовалось мелководное озеро (рис. 1) — Центральный Арал. Этот водоем очень нестабилен. Он увеличивается за зиму и весну, когда сток Сырдарьи максимален, и идет сброс воды из Малого Арала, а за лето и осень его площадь быстро сокращается, и он может высохнуть. В отдельные годы Центральный Арал достигает Восточного бассейна Большого Аральского моря и пополняет его водой, а оттуда она поступает по каналу в Западный бассейн. Тогда же Центральный Арал подходит и к бывшему заливу Тщebas, пополняя водой и его [21].

Будущее Аральского моря и возможные его сценарии

В обозримом будущем возвращение Арала к его состоянию на 1960 г. крайне маловероятно. Даже если восстановить объем речного стока до прежних 56 км³, то на полное восстановление озера уйдет около 100 лет. Примерно за 40 лет его площадь может достичь 90% от его площади в 1960 г. Тем не менее весьма перспективны сценарии частичного восстановления Аральского моря. Для сохранения современного Малого Арала (около 42 м над уровнем моря, 3200 км²) нужен речной сток в среднем примерно 2,6 км³ в год. Чтобы был достаточный для регулирования солености отток воды, нужно еще 0,6–0,7 км³. То есть среднегодовой сток Сырдарьи должен быть не менее 3,2 км³. В 1992–2011 гг. он был около 5,9 км³, что достаточно для стабильности Малого Арала [21].

Основной вариант второго этапа восстановления Малого Арала. Правительством Казахстана предполагается продолжение реконструкции Малого Арала. Основной вариант предполагает подъем до отметки 50 м уровня только залива Большой Сарычеганак. Для этого часть вод Сырдарьи отводится по каналу в этот залив, а в его горле строится плотина с водосбросом и судоходным шлюзом. Соленость в заливе будет менее 2 г/л. Если ежегодно подавать в это водохранилище 1 км³ воды, то оно наполнится примерно за 10 лет, а если 1,5 км³ — то за шесть лет. После этого в основную часть Малого Арала может в среднем сбрасываться 0,5–1,1 км³ в год. Для поддержания ее уровня и сброса через Кок-Аральскую плотину, достаточного для сохранения солености 6–8 г/л, потребуется 3,2–3,3 км³ стока Сырдарьи, и еще останется излишек для подпитки Центрального Арала [21].

Если реализовать такой проект, то в почти пресноводном водохранилище Сарычеганак сформируется пресноводная фауна беспозвоночных. Низкая соленость будет благоприятной и для пресноводных рыб. С другой стороны, она негативно отразится на остальных представителях фауны залива [8].

Альтернативный вариант второго этапа восстановления Малого Арала. Альтернативой первому варианту может стать подъем уровня всего Малого Арала с 42 м над уровнем моря до отметки 48 м, для чего необходимо реконструировать Кок-Аральскую плотину. По этому сценарию нужен сток Сырдарьи не менее 4 км³. Наполнение Малого Арала до нового уровня даже при среднегодовом стоке 5,0 км³ продлится примерно 17 лет. После достижения проектного уровня он останется относительно стабильным при среднем сбросе воды около 1 км³ в год. Соленость в ходе наполнения сперва снизится, но с началом сброса воды через плотину начнет расти и стабилизируется на 6 г/л. Для связи г. Аральска с заливом Большой Сарычеганак потребуется более длинный судоходный канал [21].

Если реализовать этот альтернативный проект, то солоноватоводным станет почти весь Малый Арал, а опресненной будет только акватория перед дельтой Сырдарьи. Установившаяся соленость 6 г/л будет благоприятной для пресноводных видов беспозвоночных и рыб [8].

Принятие решения, какой из этих сценариев будет реализован, пока что отложено правительством Казахстана на неопределенный срок,

в настоящее время проводятся только гидромелиоративные работы на Сырдарье [21].

Тем не менее не все столь радужно. Из-за глобального потепления сокращаются ледники и снежники в горах Тянь-Шаня — главный источник 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 слишком оптимистичными [21, 22].

Большой Арал. Будущее его остаточных водоемов более проблематично. Восточный бассейн нестабилен — это или обширное гиперсоленое мелководное озеро, или солончак. Западный бассейн зависит от притока грунтовых, дождевых и талых вод и стока из Центрального Арала. При сохранении существующих тенденций его уровень продолжит падать, а площадь — сокращаться, и стабилизация может наступить на отметке около 21 м. Не исключена и перспектива его превращения в водоем, подобный Большому Соленому озеру в США, Мертвому морю на Ближнем Востоке и озеру Урмия в Иране (соленость более 300 г/л) [15, 21].

Для Западного бассейна Большого Арала возможен и более оптимистичный сценарий [21], основанный на предложении М. И. Львовича и И. Д. Цигельной [23], согласно которому предполагается направить сток Амударьи в создаваемый на месте высохшего залива Аджибай водоем, а далее — в Западный Большой Арал. По этому сценарию требуется среднегодовой сток Амударьи около 12,5 км³, тогда как в 1990–2011 гг. он был в среднем только около 5,4 км³. Следовательно, необходимо чуть больше чем его удвоение, чего можно было бы достичь реально осуществимым повышением эффективности орошения в бассейне Амударьи. Наибольшие же препятствия — политические и экономические, связанные с тем, что усложнятся разведка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений на обсохшем дне южной части Западного бассейна [21].

Заключение

Современная регрессия Аральского моря еще раз показала, что человек может легко и быстро разрушить природную среду, а ее восстановление (если оно вообще возможно) — процесс длительный и труд-

ный. Следовательно, нужно быть очень осторожным при масштабных вмешательствах в сложные природные системы. Даже если человеческая деятельность и не приводила в прошлом к серьезным проблемам, это не является гарантией, что она не создаст проблем в будущем.

Что нужно сделать для сохранения биоразнообразия и биологических ресурсов Аральского моря?

1. Как можно скорее поднять на 2–3 м плотину в проливе Берга.
2. В ближайшие годы построить плотину в горле залива Большой Сарычеганак.
3. Построить простейшую плотину к югу от полуострова Куланды.
4. Отказаться от мелководных водохранилищ в дельте Амударьи.
5. Направить остаток стока Амударьи в Западное Большое Аральское море.

1. Бортник В. И., Чистяева С. П. Аральское море. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР, 7. Л. : Гидрометеоздат, 1990.

2. Micklin P. The past, present, and future Aral Sea // *Lakes & Reservoirs: Research and Management*. 2010. V. 15. P. 193–213.

3. Micklin P. Introduction // *The Aral Sea: The Devastation and Partial Rehabilitation of a Great lake*. Springer, Heidelberg, 2014. P. 1–11.

4. Micklin P. Introduction to the Aral Sea and Its Region // *The Aral Sea: The Devastation and Partial Rehabilitation of a Great Lake*. Springer, Heidelberg, 2014. P. 15–40.

5. Мордухай-Болтовской Ф. Д. Атлас беспозвоночных Аральского моря. М. : Пищевая промышленность, 1974.

6. Plotnikov I. S., Aladin N. V., Ermakhanov Z. K. and Zhakova L. V. Biological Dynamics of the Aral Sea before Its Modern Decline (1900–1960) // *The Aral Sea: The Devastation and Partial Rehabilitation of a Great Lake*. Springer, Heidelberg, 2014. P. 41–47.

7. Plotnikov I. S., Aladin N. V., Ermakhanov Z. K., Zhakova L. V. The New Aquatic Biology of the Aral Sea // *The Aral Sea: The Devastation and Partial Rehabilitation of a Great Lake*. Springer, Heidelberg, 2014. P. 137–171.

8. Плотников И. С. Многолетние изменения фауны свободноживущих водных беспозвоночных Аральского моря. СПб. : ЗИН РАН, 2016.

9. Карпевич А. Ф. Теория и практика акклиматизации водных организмов. М. : Пищевая промышленность, 1975.

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. V. 17. P. 3–9.

11. Reimov P., Fayzieva D. The Present State of the South Aral Sea Area // *The Aral Sea: The Devastation and Partial Rehabilitation of a Great Lake*. Springer, Heidelberg, 2014. P. 171–204.

12. Аладин Н. В., Плотников И. С. Изменения уровня Аральского моря: палеолимнологические и археологические доказательства // *Труды Зоол. ин-та РАН*. 1995. Т. 262. С. 17–46.

13. Krivinogov S. Changes of the Aral Sea Level // *The Aral Sea: The Devastation and Partial Rehabilitation of a Great Lake*. Springer, Heidelberg, 2014. P. 77–111.

14. 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, Heidelberg, 2014. P. 111–137.

15. Micklin P. Efforts to Revive the Aral Sea // *The Aral Sea: The Devastation and Partial Rehabilitation of a Great Lake*. Springer, Heidelberg, 2014. P. 361–405.

15. Аладин Н. В. Плотина жизни или плотина длиною в жизнь. Часть первая. «Пролог» или Первая Пятилетка (1988–1992 гг.) // *Астраханский вестник экологического образования*. 2012. Т. 3. № 21. С. 206–216.

17. Toman M. J., Plotnikov I., Aladin N., Micklin P., Ermakhanov Z. Biodiversity, the Present Ecological State of the Aral Sea and Its Impact on Future Development // *Acta Biologica Slovenica*. 2015. V. 58. № 1. P. 45–59.

18. Аладин Н. В., Плотников И. С. Современная фауна остаточных водоемов, образовавшихся на месте бывшего Аральского моря // *Труды Зоол. ин-та РАН*. 2008. Т. 312 (1/2). С. 145–154.

19. 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. Квасисиноптические экспедиционные исследования в западном и восточном бассейнах Аральского моря (октябрь 2005 г.) // *Океанология*. 2006. Т. 46. № 5. С. 750–754.

20. Мусаев А. К., Жолдасова И. М., Мирабдуллаев И. М., Темибеков Р. О. Развитие ресурсов артемии Аральского моря // *Материалы международной научной конференции «Животный мир Казахстана и сопредельных территорий»*, посвященной 80-летию Института зоологии Республики Казахстан. 22–23 ноября 2012 года. Алматы, 2012. С. 144–146.

21. Micklin P. The Future Aral Sea: Hope and Despair // *Environmental Earth Science*. 2016. V. 75. № 9. P. 1–15.

22. Lioubimtseva E. Impact of Climate Change on the Aral Sea and Its Basin // *The Aral Sea: The Devastation and Partial Rehabilitation of a Great Lake*. Springer, Heidelberg, 2014. P. 405–427.

23. Львович М. И., Цигельная И. Д. Управление водным балансом Аральского моря // *Известия АН СССР. Серия: География*. 1978. № 1. С. 42–54.