

«Су ресурстары және оларды қазіргі уақытта тиімді пайдаланудың өзекті мәселелері»

## «ҮРКІМБАЕВ ОҚУЛАРЫ»

Халықаралық ғылыми-практикалық конференциясының

## МАТЕРИАЛДАРЫ



## МАТЕРИАЛЫ

Международной научно-практической конференции

## «УРКУМБАЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ»

«Водные ресурсы и пути их рационального использования в современных условиях»

## MATERIALS

to International Research and Practice Conference

## “URKUMBAYEV'S READINGS”

“Water resources and ways of their sustainable utilization in modern conditions”

қараша

2-3 ноябрь 2012

november



УДК 577.472(289)

**ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ СЕВЕРНОГО АРАЛЬСКОГО МОРЯ И ПУТИ  
РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
РЕЧНОГО СТОКА РЕКИ СЫРДАРЬИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ.  
ИСТОРИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ КОКАРАЛЬСКОЙ ПЛОТИНЫ  
В ПРОЛИВЕ БЕРГА**

Аладин Н.В., Плотников И.С.

Зоологический институт РАН, Университетская наб. 1, 199034 Санкт-Петербург, Россия

Ермаханов З.К.

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства»  
Аральск, Казахстан

Посвящается 20-летию первой земляной плотины в проливе Берга, 20-летию создания МФСА и 25-летию научно-публицистической экспедиции «Арал-88».

Водный баланс Аральского моря состоит из речного стока, атмосферных осадков и притока подземных вод, с одной стороны, и из потерь на испарение, с другой стороны. В 1911-1960 гг. сохранялось равновесие между приходной и расходной составляющими водного баланса. Это равновесие поддерживало уровень этого гигантского бессточного озера на отметке +53 м над уровнем моря и его отклонения не превышали 1 м (Смердов, 1990).

Во второй половине 20-го века в связи с увеличением забора речных вод для орошения их приток начал быстро сокращаться. В результате было утрачено равновесие между приходной и расходной составляющими водного баланса Аральского моря. Если в 1961-1970 гг. среднегодовое поступление речной воды было 43.3 км<sup>3</sup>, то в 1971-1980 гг. оно составило только 16.7 км<sup>3</sup>. В начале 1980-х годов среднегодовой речной сток был всего лишь 2.0 км<sup>3</sup>. В 1982, 1983 и 1985 гг. поступления воды из Амударьи не было, и только воды Сырдарьи достигали Аральского моря (Бортник, 1990).

Во второй половине 1980-х годов приток речной воды в Аральское море немного увеличился. Однако в 1986-1990 гг. среднегодовой речной сток составлял только около 7.0 км<sup>3</sup> (Micklin, 1991). После того, как в 1991 году СССР прекратил свое существование, приток речных вод увеличился незначительно, и в 1991-1993 гг. он в среднем был немногим более 10-15 км<sup>3</sup>/год (Aladin, Williams, 1993).

Это нарушение существовавшего в первой половине 20-го века равновесия между испарением с поверхности Аральского моря и поступлением речных вод привело к очень быстрому снижению уровня воды и повышению ее солености в этом гигантском озере. С 1961 г. среднегодовой уровень Аральского моря начал постепенно снижаться. Первоначально его понижение шло медленно. В 1961-1974 гг. среднегодовое падение уровня составило 27 см, а в 1975-1986 гг. оно увеличилось и достигло в среднем 71 см/год (Смердов, 1990). В 1986-1990 гг. уровень Аральского моря снижался еще быстрее, в среднем на 88 см/год (Аладин, 1991).

Высыхание Аральского моря вело к росту его солености. Сначала увеличение солености шло относительно медленно, т.к. в эти годы испарение лишь незначительно превышало приходную часть водного баланса Аральского моря.

В первой половине 20-го века средняя соленость составляла около 10.2-10.3 г/л (Solovyeva, 1950; Блинов, 1956). С 1961 г. он начала неуклонно расти, потому что равновесие между испарением и суммарным поступлением пресной воды было нарушено. Конечно, вместе с высыханием Аральского моря площадь его поверхности сокращалась, но темпы снижения речного стока всегда превышали темпы снижения испарения.

В 1961-1970 гг. соленость Аральского моря выросла на 1.6-1.8 г/л и достигла 11.5 г/л. За эти же годы речной сток сократился с 9.2 км<sup>3</sup> до 8.0 км<sup>3</sup>. Тем не менее, потери на испарение снизились незначительно – с 66/0 км<sup>3</sup>/год до 65/4 км<sup>3</sup>/год. Площадь поверхности моря уменьшилась за это время также незначительно – с 66086 км<sup>2</sup> до 59610 км<sup>2</sup> (Бортник, 1990).

В 1971-1980 гг. соленость увеличилась на 6.0-7.0 г/л и достигла 17.01 г/л. Речной сток снизился до 16.1 км<sup>3</sup>/год, а объем осадков сократился до 6.3 км<sup>3</sup>/год. Потери на испарение оставались высокими, хотя и снизились до 55.2 км<sup>3</sup>/год, т.к. поверхность Аральского моря уменьшилась до 50998 км<sup>2</sup> (Бортник, 1990).

В 1981-1990 гг. соленость быстро росла и достигла 30 г/л (Micklin, 1991). Когда в 1989-1990 гг. Аральское море разделилось на Малый и Большой Арал, его объем составил 370 км<sup>3</sup>, а поверхность – 40394 км<sup>2</sup>. При этом объем Малого Арала составлял менее 30 км<sup>3</sup>, а его поверхность только около 3500 км<sup>2</sup>. Таким образом, когда возникли эти два независимых водоема, оказалось, что Большое море превысило Малое море по объему более чем в 11 раз и по площади поверхности более чем в 10 раз. В 1988 г. средняя соленость в Малом Аральском море стала на 1.5-2.0 г/л ниже солености Большого Арала.

В конце 1980-х годов (осень 1987 г. – весна 1989 г.), когда уровень снизился примерно на 13 м и составил около +40 м, Аральское море разделилось на два озера: Большой (Южный) и Малый (Северный) Арал.

Следует отметить, что в связи с морфологией котловины Аральского моря, всегда было два акватории – северный Малый Арал и южный Большой Арал. Малое Аральское море было отделено от большого Аральского моря протянувшимся с востока на запад островом Кокарал. На западе эти две акватории были соединены мелким проливом Аузы-Кокарал с максимальной глубиной около 2 м, а на востоке их соединял





относительно глубокий пролив Берга с максимальной глубиной 13 м. Первый из них пересох еще в 1968 г., а когда в 1989-1990 гг. пересох второй пролив, тогда Малый Арал полностью отделился от Большого Арала.

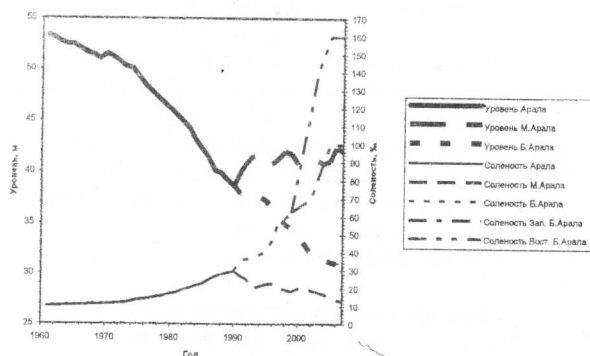
В 1989 г. Аральское море имело площадь 40000 км<sup>2</sup> (60% от его площади в 1960 г.) и объем 333 км<sup>3</sup> (33% от объема в 1960 г.), соленость достигла 30 г/л (в 1960 г. она составляла 10 г/л).

В обеих частях разделившегося Арала пережило повышение солености практически одинаковое число видов рыб и свободноживущих беспозвоночных животных. Рыбы – 10 видов; Rotatoria – 3 вида; Cladocera – 2 вида; Copepoda – 2 вида; Ostracoda – 1 вид; Decapoda – 2 вида, Bivalvia – 2 вида; Gastropoda – 2 вида; Polychaeta – 1 вид; всего более 25 видов.

После разделение Аральского моря различие в солености воды между двумя его частями становится более значительным. Средняя соленость Малого Арала стала неуклонно снижаться, когда в Большом Арале она постоянно увеличивается.



Рис. 1. Аральское море перед его разделением



На рисунке 1 показано Аральское море незадолго до его разделения на Большой и Малый Арал. Рисунок 2 показывает изменение уровня и солености Арала.



Рис. 3. Канал в проливе Берга



В 1961-1988 гг., когда пространство между Малым и Большим Аралом (пролив Берга; рис. 3) было еще под водой, скорость падения уровня Большого Арала и Малого Арала была одинаковой. После полного разделения этих акваторий в 1989-1990 гг. снижение уровня продолжилось только в Большом Арале. В Малом море, напротив, началось повышение уровня, потому что испарение с его поверхности была ниже, чем поступление воды. Этот подъем уровня привел к переливу воды в Большой Арал по каналу на обнажившемся дне пролива Берга.

Этот канал имел искусственное происхождение. В начале 1980-х годов существовавший в проливе Берга фарватер углубили земснарядом в целях поддержания навигации по обмелевшему проливу. Позже, когда пролив полностью пересох, это искусственное углубление вышло на поверхность в виде канала.

Осенью 1989 г. этот канал был полностью заполнен илом, и на его месте находилась цепочка несвязанных между собой остаточных водоемов. Сток воды с севера на юг еще не существовал. Длина канала составляла около 4 км. Позже, когда весной 1990 г. уровень Малого Арала начал расти, вдоль канала пошел поток воды, сначала медленный, но увеличивавшийся в объеме.

В начале этого перелива канал был широкий и мелкий, но через некоторое время вода размывала накопившиеся отложения, и поток потек между искусственными берегами. С увеличением разницы уровней Малого и Большой Арала скорость потока постепенно росла, что вело к эрозии дна канала и увеличению глубины и длины. Весной 1992 г. длина канала составляла около 5 км, глубина достигла 2 м, а ширина была около 100 м. Там, где этот канал подходил к Большому Аралу, образовалась дельта с тремя рукавами. По нашим измерениям, в мае 1992 г. сток по каналу из Малого моря в Большое море превышал 100 м<sup>3</sup>/сек (Aladin et al., 1995). Сброс воды из Малого Арала происходит в основном в весной и в начале лета, во время паводка на Сырдарье.

Так как грунты в бывшем проливе Берга состоят из рыхлых отложений, существовала опасность углубления канала дальнейшего падения уровня Малого Арала. Кроме того, со временем этот самоуглубляющийся канал мог достичь устья Сырдарьи, и тогда большая часть или весь ее сток направился в южный бассейн. В этом случае возникла бы опасность не только быстрого падения уровня Малого Арала, но его исчезновения (Aladin et al., 1995).



Рис. 4. Концепция частичного сохранения Большого и Малого Арала (по Львовичу и Цигельной, с изменениями Р. Micklin'a)

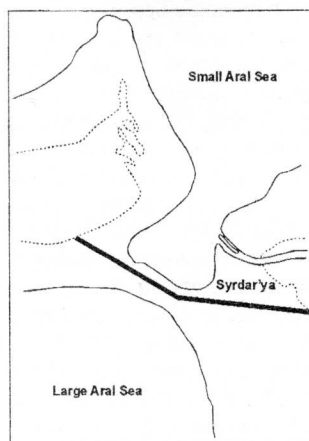


Рис. 5. Первая дамба в проливе Берга



В 1991 г. Н.В. Аладин сообщил местной власти об этой опасности. В мае 1992 г. он предложил главу администрации Аральского района Б. Каюпову построить в бывшем проливе Берга плотину для удержания воды в Малом море. Б. Каюпов, в свою очередь, вместе с Н.В. Аладиным сообщил об этом главе администрации Кызылординской области С. Шаухаманову. После обсуждения эта идея была одобрена, и правительство Республики Казахстан приняло решение о строительстве дамбы в проливе Берга (Рис. 4, 5). Канал был перекрыт плотиной в августе 1992 г. Через пролив Берга была сооружена дамба длиной около 13 км и высотой 4 м. В сентябре того же года ее посетила группа экспертов Всемирного банка во главе с М. Ратнамом. Дамба (рис. 6) была построена из песка и тростниковых fascines, она была очень непрочной и чувствительной к действию волн и не имела устройств для пропуска излишков воды.

Эта первая дамба простояла менее 9 месяцев. В апреле 1993 г., когда уровень Малого Арала вырос более чем на 1 м, дамба была частично разрушена, но затем восстановлена. Следующий руководитель Аральского района А. Баймурзаев продолжал укреплять дамбу. Несмотря на все усилия, эта первая дамба ежегодно частично разрушалась во время весеннего паводка (рис. 6), но после этого ее восстанавливали. К сожалению, 20 апреля 1999 г., когда уровень Малого Аральского моря повысился более чем на 3 м и достиг отметки +43.5 м, шторм разрушил дамбу, и после этой катастрофы ее больше не восстанавливали. Уровень Малого Арала упал. А. Баймурзаев был снят со своего поста.

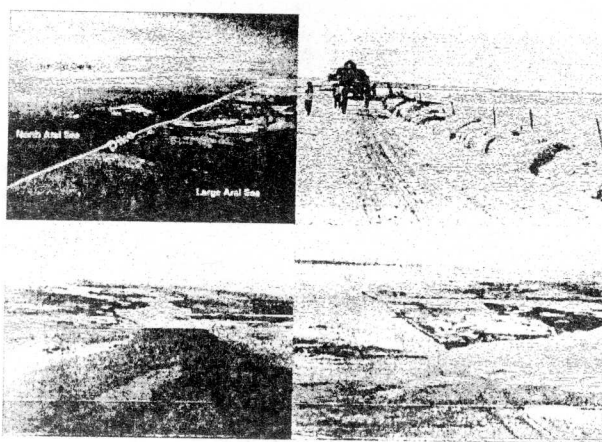


Рис. 6. Виды первой дамбы

Существовали аналогичные проектные предложения перекрытия пролива Берга (Бортник, 1978, 1980; Львович, Цигельная, 1978; Черненко, 1983; Micklin, 1991), существовали еще до разделения Аральского моря. Их авторы, в отличие от нашего предложения, предлагали построить дамбу в самой узкой части пролива, тогда как нами было предложено соорудить ее в 8 км на юго-запад от этого места, там, где дно уже обсохло, и длина дамбы составит 13 км. Опыт первой дамбы подтвердил, что это место является лучшим.

Перекрытие стока воды из Малого Арала в Большой Арал привело как к положительным, так и к отрицательным последствиям. К положительным относятся:

1. После постройки дамбы падение уровня Малого Арала остановилось впервые за 30 лет, и после этого начался относительно быстрый его подъем. Менее чем за 9 месяцев он вырос более чем на 1 м.
2. Впервые за последние 30 лет прекратился рост солености Малого Арала, и через некоторое время началось ее снижение.
3. Была на время устранена угроза поворота стока Сырдарьи из Малого Арала в Большой Арал по углубляющемуся искусственному каналу в проливе Берга.
4. Подъем уровня воды в Малом Аральском море на 1 м привел к частичному заполнению ранее высохшего залива Большой Сары-Чеганак. Было предотвращено отчленение других заливов.

Среди отрицательных последствий следует отметить:

1. Скорость падения уровня Большого Арала несколько увеличилась. Точный сток с малого и Большой Арал не известно. По нашим оценкам годовой объем стока из Малого Арала мог быть около 3 км<sup>3</sup>.
2. С постройкой дамбы несколько увеличилась скорость роста солености в Большом Арале.

В 1998 г. Международный фонд спасения Арала начал финансирование предварительных исследований для строительства более надежной плотины. Всемирный банк и другие международные организации проявили интерес к проекту восстановления Малого Арала. Решение о необходимости реконструкции дамбы было принято правительствами Казахстана и Узбекистана. Деньги смогли предоставить различные организации, в частности до 28 млн. долларов США правительство Кувейта. Этого было недостаточно, и было необходима помощь казахского правительства и Всемирного банка.

Возглавил проект Комитет по водным ресурсам Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан. По оценкам экспертов, проект обещал значительную выгоду. Были проведены тщательные предварительные исследования по проекту плотины. К 62 млн. долл. США от Всемирного банка, правительства Казахстана добавило еще 21.3 млн. долл. США. Всемирный профинансировал 9 контрактов,

наиболее важными из которых были контракты с Китайской компанией Geoengeering (16.6 млн. долл. США) и с российской Зарубежводстрой (млн. долл. США 27.8), выигравшей тендер на строительство.

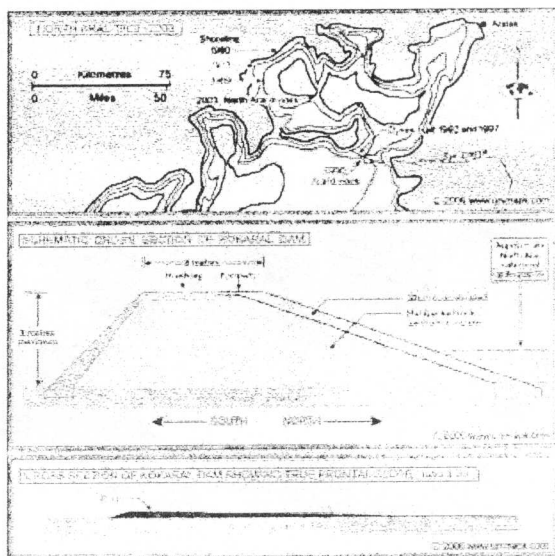


Рис. 8. Новая плотина, построенная российской компанией «Зарубежводстрой»

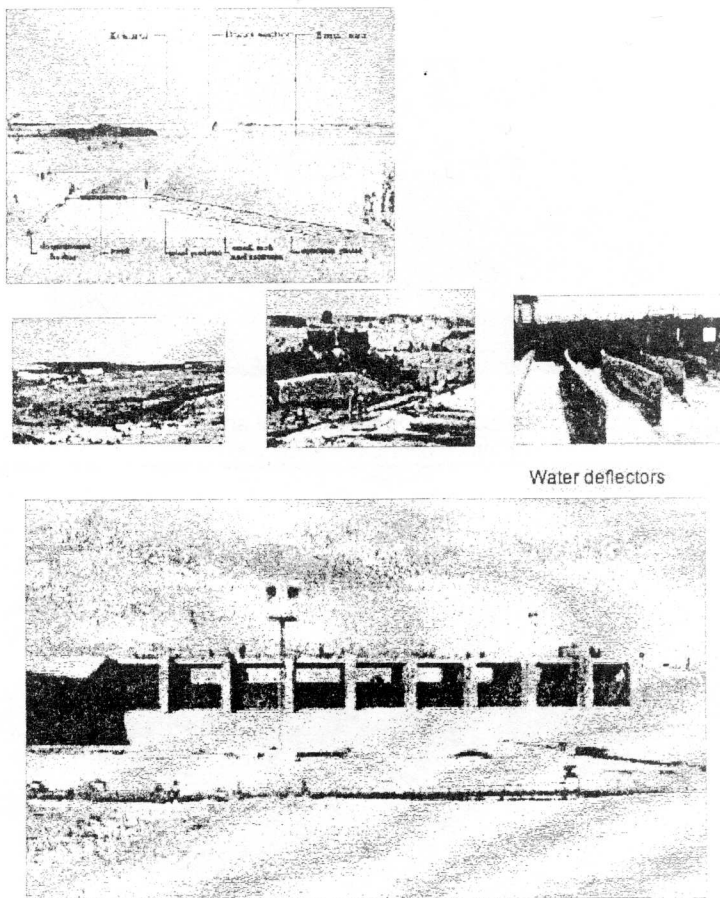


Рис. 9. Процесс строительства водопропускного сооружения, август 2005 г. (фото E. Putnam)

В октябре 2003 г. велись подготовительные работы, а само строительство началось весной 2004 г. (рис.

8, 9). Его курировал новый глава Аральского района А. Кушербаев. Плотина вступила в строй осенью 2005 г. Ежегодный поступление около  $3 \text{ км}^3$  может поддерживать уровень воды на отметке +40 м.

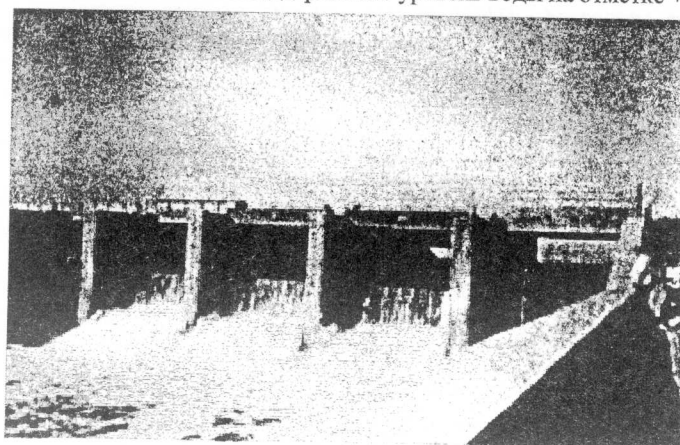


Рис. 11. Водопускное сооружение новой плотины в проливе Берга, сентябрь 2006 г. (фото Л. Кузнецова)

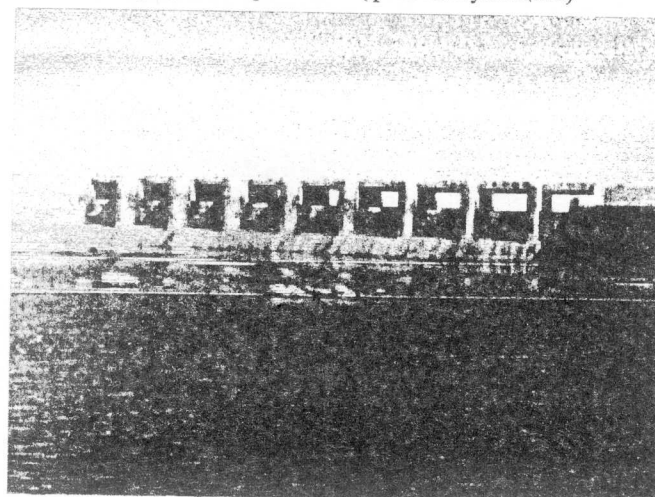


Рис. 12. Водопускное сооружение новой плотины в проливе Берга, сентябрь 2007 г.

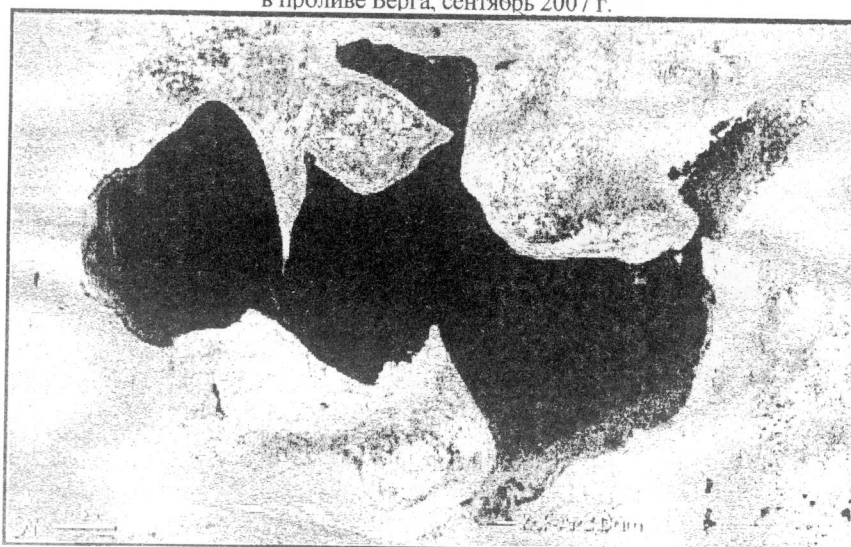


Рис. 13. Малый Арал после постройки новой плотины



Построенный гидротехнический комплекс включает в себя плотину с водосбросом, подводящий и отводящий каналы, подъездную дорогу (рис. 11, 12, 13). Плотина имеет длину 11500 м, ширину 300 м в основании и 10 м в гребне, максимальная высота – 8 м. Откос со стороны моря пологий, чтобы гасить волны. Ядро плотины состоит из песка с известняком и покрыто бетонной оболочкой толщиной 30 см. Плотины имеет бетонный водосброс с девятью воротами сечением 5.6 x 5.3 м, снабженными затворами. Его пропускная способность до 110 м<sup>3</sup>/сек.

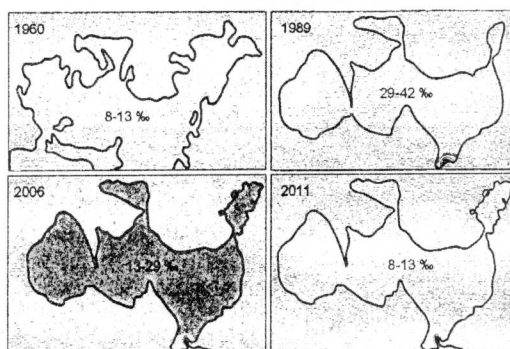


Рис. 15. Изменение солёности Малого Арала

Новая плотина в проливе Берга стала новым этапом в реабилитации Малого Арала. уровень Малого Арала был поднят до отметки +42 м с возможностью его повышения до +42.5 м. К настоящему времени средняя солёность Малого Арала снизилась до 8-13 г/л (рис. 15). Для дальнейшего улучшения ситуации необходимо повысить эффективность орошения для увеличения стока Сырдарьи. Можно сделать существующую дамбу немного выше и поднять уровень Малого Арала до отметки +45 м. Это позволит увеличить его объем и площадь.

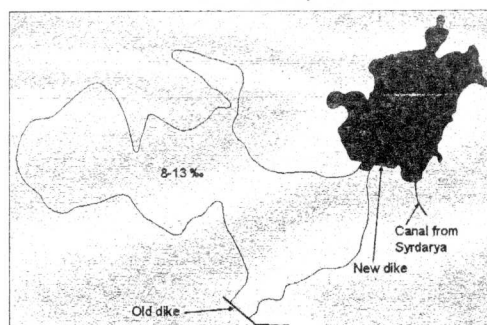


Рис. 17. Вариант 2-й фазы проекта реабилитации Малого Арала

В настоящее время рассматривается проект 2-го этапа реабилитации Малого Арала. По этому проекту на втором этапе будет повышен уровень только залива Большой Сары-Чеганак. Для этого необходимо построить канал для подачи воды в этот залив из Сырдарьи от гидроузла Аклак (рис. 17). Реализация этого проекта позволит улучшить состояния здоровья местного населения, снизить безработицу и повысить уровень жизни, а также доходы местных жителей. Будет улучшена местная экономика (рыболовство, судоходство, и т.д.). Местный микроклимат вокруг Малого Арала станет гораздо лучше, чем сейчас.

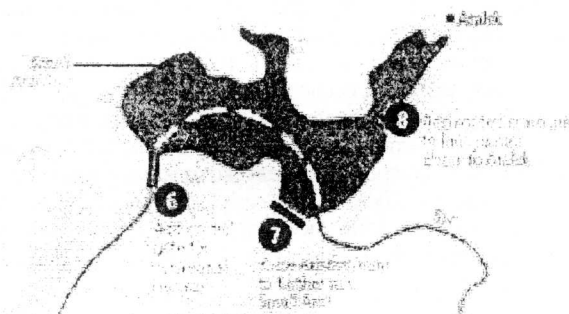


Рис. 18. Предложение Р. Micklin'а по новому дополнительному водосбросу





Р. Micklin предложил увеличить высоту и длину плотины, чтобы поднять уровень всего Малого Арала до отметки +47-48 м. Он также рекомендует сделать водосброс в бывшем проливе Аузыкокарал. Этот новый водосброс позволит подать более коротким путем в остаток Большого Арала, разделившийся в 2007 г. на три части (Западный, Восточный залив Тиебас). Этот новый водосброс также позволит улучшить циркуляцию течений в Малом Арале (рис. 18).

#### Литература

1. Аладин Н.В., 1991. Изучение влияния осолонения вод отчленяющихся заливов Аральского моря на гидробионтов. Тр. Зоол. ин-та АН СССР, 1991. Т. 237: 4-13.
2. Блинов Л.К., 1956. Гидрохимия Аральского моря. 252 с.
3. Бортник В.Н., 1978. Настоящее и будущее Аральского моря. 11 с.
4. Бортник В.Н., 1980. Исследования структуры длительных изменений некоторых элементов гидрологического режима Аральского моря. Труды ГОИН, 159: 119-126.
5. Бортник В.Н., 1990. Водный баланс. В кн.: Аральское море. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. VII. С. 34-42.
6. Львович М.И., Цигельная И.Д., 1978. Управление водным балансом Аральского моря. Известия АН СССР, серия географическая, I: 42-54.
7. Смердов Б.А., 1990. Уровень моря. В кн.: Аральское море. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. VII. С. 29-33.
8. Черненко И.М., 1983. Водно-солевой баланс и использование высыхающего Арала. Проблемы освоения пустынь, 2: 32-42.
9. 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. *Int. J. Environmetrics* 6: 17-29.
10. Aladin N.V., Williams W.D., 1993. Recent changes in the biota of the Aral Sea. *Verh. Internat. Limnol*, 179: 1-4.
11. Micklin P., 1991. The water Management Crisis in Soviet Central Asia, The Clark Beck papers in Russian and East European Studies, No. 905, University of Pittsburg, Center for Russian and East European Studies.
12. Solovyeva N.F., 1950. On the problem of dynamics of the Aral Sea saline balance, *Materials on Ichthyofauna and Water Regime in the Aral Sea Basin*, Moscow, p. 62-69.