



Организация
Объединенных Наций по
вопросам образования,
науки и культуры

АРАЛЬСКОЕ МОРЕ И ПРИАРАЛЬЕ



Опубликовано в 2020 г. Организацией Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры
7, Place de Fontenoy, 75352 Paris 07 SP, France
и Представительством ЮНЕСКО в Узбекистане

© UNESCO, 2020

ISBN 978-99-4-358491-4



Данная публикация предлагается в открытом доступе под лицензией Attribution-ShareAlike 3.0 IGO (CC-BY-SA 3.0 IGO) (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>). Используя содержание данной публикации, пользователи соглашаются с правилами пользования Репозитория открытого доступа ЮНЕСКО (www.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-rus).

Указанная лицензия распространяется исключительно на текстовое содержание публикации. Для использования любых материалов, не имеющих четкого указания на принадлежность ЮНЕСКО прав собственности, требуется получение предварительного разрешения (publication.copyright@unesco.org) или Издательство ЮНЕСКО, 7, place de Fontenoy, 75352 Paris 07 SP France).

Использованные названия и представление материалов в данной публикации не являются выражением со стороны ЮНЕСКО какого-либо мнения относительно правового статуса какой-либо страны, территории, города или района или их соответствующих органов управления, равно как и линий разграничения или границ.

Ответственность за взгляды и мнения, высказанные в данной публикации, несут авторы. Их точка зрения может не совпадать с официальной позицией ЮНЕСКО и не накладывает на Организацию никаких обязательств.

Фотография на обложке: НИЦ МКВК
Графика: НИЦ МКВК
Оформление обложки: Yangi Fazo print
Иллюстрации: НИЦ МКВК
Макет: НИЦ МКВК
Отпечатано: Yangi Fazo print

Отпечатано в Узбекистане



АРАЛЬСКОЕ МОРЕ И ПРИАРАЛЬЕ

Обобщение работ НИЦ МКВК по мониторингу состояния
и анализу социально-экономической ситуации
в данном ареале с 1994 г. по 2018 г.

"Complex Print"
г. Ташкент 2020

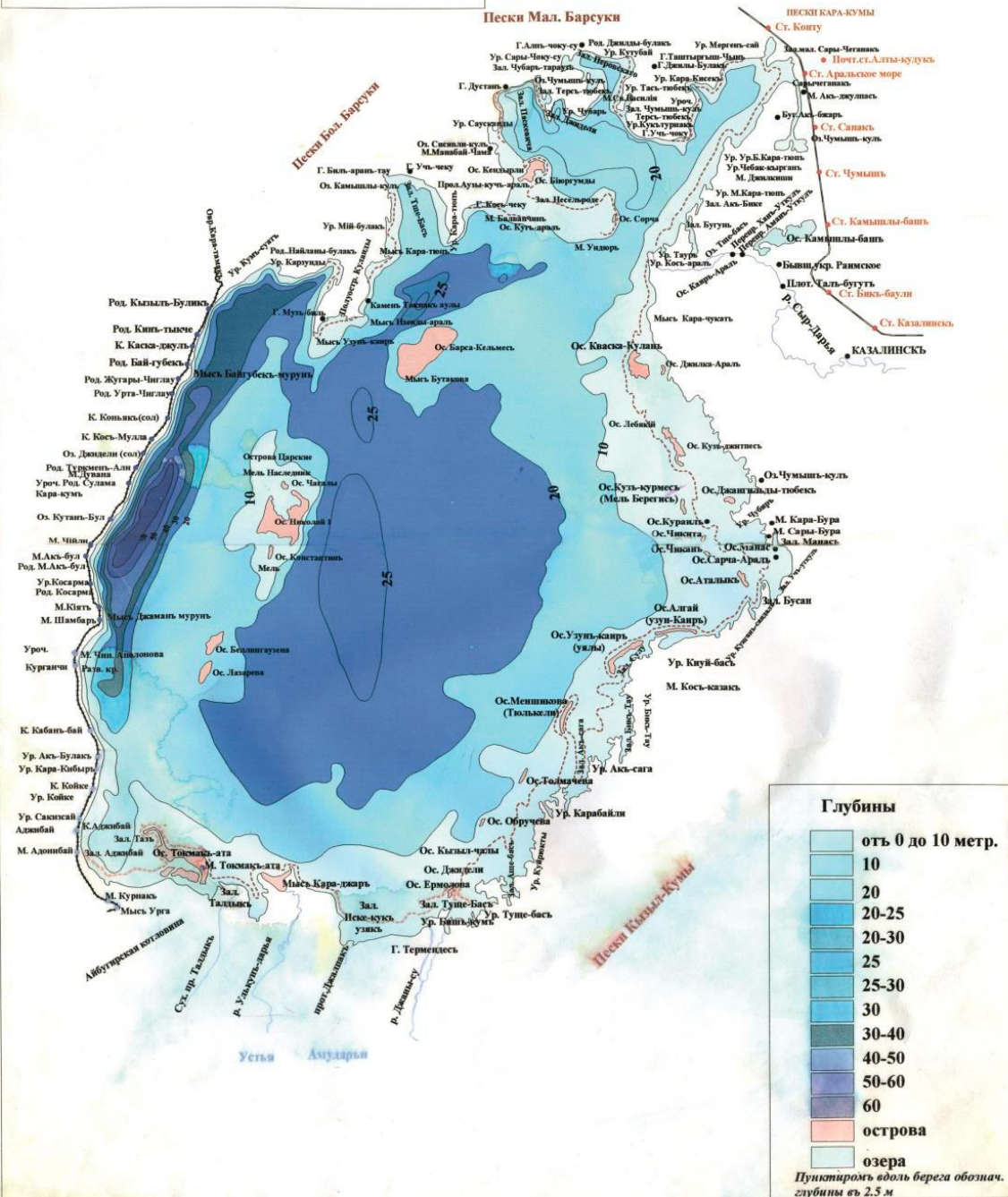
БАССЕЙН АРАЛЬСКОГО МОРЯ

составленная по данным Бутакова и Поспѣлова (1848, 1849 гг)
20 в картѣ изд. Военно-Топогр. Отдѣла Гл. Штаба, 10 в. картѣ
Хивы изд. Туркест. Военно-Топогр. Отд. промѣрамъ
Л. Берга и другимъ источникамъ

Масштабъ въ англійскомъ дюймѣ 25 вер.

1907

Глубина въ метрахъ относительно уровн. Аральск. моря.
Примѣч: высоты въ метрахъ надъ уровн. океана



СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. АРАЛЬСКОЕ МОРЕ И ЕГО БАССЕЙН – ИСТОРИЧЕСКИЙ ОБЗОР.....	6
2. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ.....	13
3. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ РАЗВИТИЯ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА «VIS A VIS» УСЫХАНИЯ АРАЛЬСКОГО МОРЯ.....	41
4. МОНИТОРИНГ ПРИАРАЛЬЯ И ОСУШЕННОГО ДНА МОРЯ.....	63
4.1. Результаты мониторинга.....	65
4.2. Почвы.....	67
4.3. Ландшафты.....	69
4.4. Динамика процессов опустынивания.....	74
4.5. Динамика процессов на дне осушенного моря. Оценка риска.....	75
4.6. Мероприятия по стабилизации осушенного дна.....	81
5. МОНИТОРИНГ ДЕЛЬТЫ РЕКИ АМУДАРЬИ.....	84
6. ПРОЕКТЫ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА УЛУЧШЕНИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДЕЛЬТ АМУДАРЬИ И СЫРДАРЬИ.....	94
7. РАСТИТЕЛЬНОСТЬ И ЛЕСОПОСАДКИ НА ОСУШЕННОМ ДНЕ МОРЯ И ПРИАРАЛЬЕ.....	100
7.1. Растительность.....	100
8. ДИНАМИКА АКВАТОРИИ АРАЛЬСКОГО МОРЯ ПО ДАННЫМ ДЗ.....	105
9. ФАУНА И ФЛОРА МОРЯ.....	113
9.1. Рыба.....	113
9.2. Биопродуктивность Аральского моря.....	114
9.3. Рефугии Аральской биоты.....	114
9.4. Растительные сообщества.....	116
10. БУДУЩЕЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ.....	116
ВЫВОДЫ.....	124
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	127

УДК 504.61(262.83-192.2)

А 79

ББК 20.18

Аральское море и приаралье - Ташкент : Complex Print, 2020. - 98 с.

Главный редактор: А.Рахимов

Предисловие к английскому изданию

Данное издание инициировано ЮНЕСКО с целью предоставления англоязычной аудитории результатов работ НИЦ МКВК и его партнеров, которые ранее были опубликованы ЮНЕСКО в 2017 году на русском языке.

Опубликование книги совпало с разворотом работ по инициативе Президента Республики Узбекистан Ш.М. Мирзиёева по преобразованию Арала и Приаралья в зону экологических инноваций и технологий, озвученной им на саммите глав государств Центральной Азии в августе. Учредителей Международного фонда спасения Арала, проходившего 24 августа 2018 года в городе Туркменбаши Туркменистана. Во исполнение этой инициативы Правительство Узбекистана осуществляет широкомасштабную работу, в том числе покрытие защитными солеустойчивыми, лесными насаждениями всего высохшего дна моря.

Для подготовки настоящего издания сотрудники НИЦ МКВК А.Г. Сорокин, А.М. Назарий, Ш. Муминов, О.И. Эшчанов, Г.В. Стулина, Ш. Зайтов, И. Рузиев обновили данные до 2018 г., И.Ф. Беглов выполнил компоновку материалов, О.К. Усманова перевела материалы на английский язык.

Директор НИЦ МКВК
Профессор. В.А. Духовный

ISBN 978-9943-5849-1-4

© UNESCO, 2020

ВВЕДЕНИЕ

Невозможность восстановления Аральского моря в его биологически активном виде в прежних размерах была обусловлена всем водохозяйственным развитием региона Центральной Азии. На заре независимости эта истина была признана государствами Центральной Азии в двух документах:

- «Концепции Казахстана, Кыргызстана, Таджикистана, Туркменистана и Узбекистана по решению проблем Арала и Приаралья с учетом социально-экономического развития региона»¹ (1992)
- «Программе конкретных действий по улучшению экологической обстановки в бассейне Аральского моря на ближайшие 3-5 лет с учетом социально-экономического развития региона»² (1994).

При этом была подтверждена целесообразность концентрации усилий на защите Приаралья в социальном и природном направлении. Правительствами Казахстана и Узбекистана целым рядом решений были приняты соответствующие меры и осуществлены проекты, которые позволили в значительной степени стабилизировать ситуацию в Приаралье и продолжать развивать её в направлении значительного прогресса и наращивании как жизненного, так и природного потенциала этих территорий.

Между тем будущее самого Аральского моря остается проблемой, которая не может быть снята с повестки дня региона. При встречах, казалось бы, с совершенно далёкими от этой проблемы людьми приходится слышать озабоченность – а как там Арал, неужели окончательно усыхает и исчезает? Важность создания и поддержания стабильной экологической обстановки и недопущения ухудшения ситуации неоднократно подчеркивалась Президентом Республики Узбекистан И.А. Каримовым, но пока недостаточно делается на местах для решения этих задач. Сама природа, имеющая определенную защитную реакцию к самосохранению и приспособлению к новым условиям уменьшающегося и по-прежнему сжимающегося моря, внесла определенные коррективы в прежние устрашающие прогнозы миллионов тонн солепылепереноса в год, постепенно стабилизируясь и формируя определенные зоны само зарастания. Кое-где значительно увеличивающееся естественное и искусственное обводнение дельт рек Амударьи и Сырдарьи вследствие комбинации искусственных сооружений и усиленно колеблющегося естественного притока поверхностных вод в различные по водности годы как бы помогает способности природы к самовывживанию. Большой прогресс достигнут в стабилизации Северного моря и дельты Сырдарьи благодаря результатам осуществления проекта «Регулирование русла реки Сырдарьи и сохранение северной части Аральского моря»³. Определённое улучшение достигнуто и в районе дельты Амударьи. Так, если проектом «Интегрированное управление водными ресурсами в бассейне Аральского моря с целью восполнения водных поверхностей Южного Приаралья» (грант SFP 974357 программы NATO Science for Peace) [1] предусматривалось довести площади ветландов до 230-250 тыс. га при колебаниях ранее от 80 до 127 тыс. га, то в отдельные годы по данным наших космических наблюдений площадь ветландов в дельте Амударьи достигла 347,2 тыс. га (2005). Усиленное естественное зарастание саксаулом, джунгилом, различными

¹ <http://www.cawater-info.net/library/rus/gov8.pdf>

² <http://www.cawater-info.net/library/rus/asbp1.pdf>

³ http://www.cawater-info.net/bk/water_law/pdf/kz-307-2002.pdf

солончаковыми растениями обнаружено полевыми экспедициями НИЦ МКВК, финансируемыми GTZ в южной и восточной частях бывшего моря [2].

В данной работе собраны материалы отдельных тематических исследований, осуществлённых НИЦ МКВК совместно с зарубежными партнёрами в основном за счет донорского финансирования. Проблемой моря последних несколько лет занимались учёные из Голландии, Бельгии и России. Этим была создана возможность не только сравнить результаты практической деятельности разных стран, но и включить в настоящий обзор некоторые работы наших коллег из российских научных центров, занимающихся вопросами Аральского моря (П.О. Завьялов, Н.А.Аладин). Мы выражаем большую благодарность всем партнёрам и донорам за эту бесценную возможность.

В то же время необходимо отметить, что работы по проблемам Аральского моря носят непостоянный и прерывистый характер и зависят в большой степени от успеха в убеждении доноров в их нужности или от возникновения интереса у них самих к потере Аральского моря. Изучение и наблюдение за процессами, происходящими с некогда четвертым по величине озером в мире, требуется более глубокого, постоянного и системного подхода. Пример высыхания Аральского моря не единичен в мировой практике. Сделанное нами обобщение [3] приводит примеры многих «братьев по несчастью» Аральского моря: озёра Виктория и Чад в Африке, озеро Моно и Трибунтар, заливы Мексиканский и Сан-Хоакин в США, ряд озёр в Иране и т.д. Понятно, что в странах региона имеется много острых проблем, связанных с социально-экономической ситуацией, геополитическими раскладами и усиливающимся ростом внешних дестабилизирующих факторов, в связи с чем проблема самого Арала и Приаралья отодвигается из сферы первоочередных интересов стран. А доноры, несмотря на имеющийся потенциал, не спешат восполнить этот пробел.

Тем не менее, проблема самого моря, Приаралья и их будущего должна иметь четкую перспективу и анализ: Что может произойти при продолжении нынешних тенденций? Какую опасность это представляет для природы и населения? Это позволит определить необходимость представления предложений в пределах возможностей, в первую очередь, Казахстана и Узбекистана в рамках предполагаемого социально-экономического развития, определяющего использование водных ресурсов пятью странами региона, чтобы создать экологическую устойчивость и биопродуктивность ограниченного в размерах Аральского моря и окружающей его среды. Требуется проведение масштабных экспедиционных и стационарных наблюдений за акваторией моря, вернее трёх его слабо связанных водных тел, и за состоянием осушенного дна и за дельтами обеих рек. Уверен, что изучение и стационарные наблюдения за состоянием самого моря наряду с дистанционными исследованиями, имеющими большую перспективу, найдут своих заинтересованных спонсоров, и мы будем иметь возможность получать не отрывочные, а систематические данные о его состоянии. За тяжёлым больным всегда нужно тщательное наблюдение, чтобы знать, как его лечить или хотя бы уменьшить его страдания.

1. АРАЛЬСКОЕ МОРЕ И ЕГО БАССЕЙН – ИСТОРИЧЕСКИЙ ОБЗОР

Вероятно, в мировой и бывшей советской научной литературе наибольшее число исследований посвящено истории и феномену Аральского моря. Хотя упоминания об Аральском море в греческих и римских источниках отсутствуют, в арабской литературе, свидетельствах ученых древнего Хорезма и в священной книге Авесты Аральское море упоминается (как Варахша в Авесте, Денгиз у Аль Бируни), как связанное с реками Оксусом (Амударья) и Яксартой (Сырдарья). Достаточно подробное описание библиографии Арала дано в фундаментальной работе Рене Летой и Моники Мэнке [4]. В 1995 году определенный вклад в обобщение источников по Аральскому морю и его бассейну внес Марин Босс в своей книге «Взаимосвязь между ирригацией, дренажом и окружающей средой в бассейне Аральского моря». Наконец, НИЦ МКВК издал в 1999 г. развернутую библиографию «Проблемы бассейна Аральского моря» (ПРООН), в которой приведены наименования и резюме более чем 2000 литературных источников.

На основе всех имеющихся материалов, в работе «Южное Приаралье – новые перспективы», (Ташкент, МКВК, 2003 г.) нами обобщены современные представления о динамике Арала – доисторической, исторической и нынешней, краткие выдержки из которой приводятся ниже.

Гипотеза относительно доисторического периода базируется на геологических работах русских исследователей конца XIX века и начале XX века, которые подтвердили, что в *постплеоценовую эпоху* часть пустыни Каракум между чинком Устюрта на севере, устьями Мургаба и Теджена на юге, и подошвой Копетдага на западе была затоплена Большим Аралом. Восточная половина соединенного Арало-Каспийского моря имела, по их мнению, в качестве границы бывшего Каракумского залива чинк береговой линии Унгузов. Это объединенное море покрывало широкую полосу современного Прикаспия вплоть до подошвы западных отрогов Копетдага. Оно соединялось с Каракумским и Чильметкумским заливами по двум проливам – Большому и малому Балхскому. В то время Аральская часть заливала всю Сарыкамышскую котловину и образовывала до Питняка залив, занятый ныне современной дельтой Амударьи и Хивинским оазисом (кстати, это и объясняет шоровые отложения у Питняка). Узбой был проливом, соединявшим обе эти акватории, но, очевидно, нынешний его вид с большими уклонами формировался по мере отчленения Каспия от Арала и увеличения их отметок поверхности воды. В течение последующего геологического периода до наших дней происходило расчленение объединенного Арало-Каспийского бассейна на его составные части и его постепенное сокращение до нынешних размеров. Сначала появился водораздел между Арало-Сарыкамышом и Каспием у Балла Ишема на Устюрте, затем постепенно обозначилось русло Узбоя. Последовательность усыхания подтверждается примерами переходных отложений от самых поздних останков каспийских моллюсков (вдоль Узбоя, в песках Чильметкула, вдоль юго-восточного побережья Каспия), покрытых голыми незакрепленными песками со слабой и молодой растительностью, до древних образований в центральных Каракумах, трансформировавшихся в шоры, такыры, уплотненные песчаные бугры, закрепленные древесной растительностью. Шоры, как наиболее пониженные точки морского дна, подпитываемые напорными горько-солеными растворами, сохранили облик древних береговых озер.

С геологической точки зрения Аральское море молодо-абсолютный возраст его равен 139 ± 12 тыс. лет. В неогеновый период в результате мощных тектонических движений на территории Центральной Азии в центре Туранской равнины

сформировались три глубокие впадины - Аральская, Хорезмская и Сарыкамышская. В раннем и среднем плейстоцене все эти впадины развивались в субаэральных условиях. В это же время предшественница Амударьи - Праамударья текла через центр Каракумов на запад в Каспийское (Хвалынское) море. В позднем плейстоцене произошел поворот Амударьи на север и новое обводнение Арало-Сарыкамышской низменности, приведшее к образованию собственно первоначального Аральского моря около 70 тыс. лет назад. Тогда прорезав глубокое ущелье в районе Туямуюна, река достигла Хорезмской впадины, где сформировалось обширное озеро. 10-12 тыс. лет назад Амударья (Джейхун) повернула на запад и достигла Сарыкамышской впадины, превратив ее в озеро. Около 4 тыс. лет назад Амударья повернула снова на север и потекла в огромную Аральскую впадину, в которую уже впадала Сырдарья. Тогда на месте Аральской впадины расстилась обширная равнина с расчлененным рельефом, ограниченная на западе чинками (обрывами) Устюрта, на севере - Приаральскими возвышенностями, на востоке - пустыней Бетпак-Дала и хребтом Каратау, на юге - пустынями Каракум и Кызылкум. Эта территория стала тем Аральским морем, которое нам представилось в 18 – начале 20 веков.



**Рис. 1.1. Восстановление Арало-Каспийского моря (по материалам ГИС Е. Рощенко)
в постплиоценовую эпоху**

На протяжении всего позднего плейстоцена, когда Амударья одновременно имела сток через Сарыкамыш в Каспий и Арал, уровень последнего не поднимался выше +35 - +40 м. Но в голоцене наиболее ранней (древне Аральской) трансгрессии достигал абсолютных отметок +60 - +73 м, а последовавшая уровень Арала испытывал неоднократные падения и подъемы. Наиболее низкий уровень был зафиксирован 1500 лет тому назад, когда произошла глубокая оксийская регрессия и уровень моря упал до +25 - +27 м, что привело к образованию в центре Арала «оксийского болота» на площади 5 тыс. км². Ныне наше поколение становится свидетелем такого же мелководного водоёма на месте Восточного моря, периодически в маловодные годы превращающийся в солёный ветланд.

Все исследователи и историки с древних времен описывали трансформацию Аральского моря и Каспия в зависимости от водности рек их совместного бассейна и развития орошения. Они констатируют факт окончательного усыхания озера Сарыкамыш к концу XVI века, когда сток Амударьи в Сарыкамыш по Куня - Дарье и Даудану и далее по Узбою прекратился. Узбой от Каспия до водораздела Баллы Итем имеет подъем 40 метров на протяжении более 200 км. По мнению Обручева существование Сарыкамыша имело место с VII века до Р.Х до XVI века. Дженкинсон в 1559 г. по дороге в Хиву отмечал наличие Сарыкамыша, которое он принял за впадение Оксуса в Каспий. Он же опирается на аналогичные свидетельства Абдулгази-хана, Гайдулы и других хорезмских летописцев [5].

Большинство исследователей (Б.В.Андрианов, А.С.Кесь, П.В.Федоров, В.А.Федорович, Е.Г.Маев, И.В.Рубанов и др.) на основе геологических и исторических изысканий пришли почти к единому выводу, хорошо сформулированному Н.В.Аладиным [6]. Это мнение состоит в том, что «в доисторические времена изменения уровня и солености Арала имели место вследствие изменения естественного климата». Именно поэтому в течение влажной климатической фазы Сырдарья и Амударья были многоводны, и озеро достигало максимального уровня 72-73 м в балтийской системе высот. В противовес этому в фазы засушливого климата обе реки становились маловодными, уровень Арала тоже падал, и росла степень засоления Приаралья. В историческое время с момента существования древнего Хорезма изменения уровня зависели, в некоторой степени, от изменения климата, но в основном от ирригационной деятельности в бассейнах обеих рек. В периоды интенсивного развития прилежащих к Аральскому морю стран увеличение орошаемых земель приводило к изъятию большей части воды для этой цели, и уровень воды в Арале немедленно падал. В течение неблагоприятных периодов в регионе (войны, революции и т.д.) орошаемые земли сокращались, а реки опять наполнялись водой.

Амударья и Сырдарья, постоянно меняя свое направление течения и мигрируя по Средней Азии в историческом периоде, часто не достигали Аральского моря, и в результате Аральское море высыхало, а на его территории образовывалось пустынная местность. Одновременно, по мере высыхания моря минерализация воды резко увеличивалась и способствовала выпадению солей, которые были обнаружены геологами на дне Аральского моря. Особенно поражают крупные слои осадочного мирабилита И.В.Рубанов [7]. Миграция дельт Амударьи и Сырдарьи создали очень своеобразную территорию низовьев, в которой депрессии, заполненные болотными отложениями, перемежаются значительным количеством пустынных, мелко пылеватых, супесчаных отложений, которые создали дельту и большую часть самого русла и протоков Амударьи.

В таблице 1.1, подготовленной на основе многочисленных исторических источников и последних исследований, показано взаимодействие между реками, Аральским морем и Узбоем, через который часть вод Амударьи попадала в Каспий. Образование в неолите перетока из Амударьи через два объединенных озера Сарыкамыш и Ассаке – Даудан в Каспий (около 20% стока реки) по Узбою определило единственную и периодическую связь Арала и Каспия.

Теперь более или менее ясно, что Арал претерпел пять или семь (по данным последних радиоуглеродных исследований донных отложений) трансгрессий, наиболее мощным из которых принадлежат наиболее высокие террасы (72 ...73 м Б.С.), очевидно, относящиеся к раннему плиоцену (А.В. Шитиков) или к периоду Акчагыл (рис.1.2.). В то же время различные источники сходятся в том, что по крайней мере трижды Арал почти исчезал или опускался до нынешнего уровня.

Таблица 1.1

Исторические источники, касающиеся водных систем в Центральной Азии

Время	Источник	Условия Арала	Условия Узбоя	Уровень Каспия по отношению к уровню Арала в 1990 году в м	Примечание
XV в. до н.э.	Авеста Риг Веди	сухой			болотистая местность
V в. н.э.	Геродот	существует	Амударья через Узбой в Каспий		
III до н.э.	Патрокл	заполнен водой	сухой		Амударья и Сырдарья втекают в Арал
I до н.э.	Страбон	впадает Амударья и Сырдарья, но последняя не полностью	Амударья	+ 25	
891 н.э.	Аль Балки	существует	вдоль Узбоя в Каспий	+ 9,28	
X	Идриси	существует		- 4,2	
1211	Дживени Мурханд	почти сухой	работает		отпрыски Чингиз Хана направили Амударью в сторону
1320	Марино Сануто	средний уровень	Потоки Узбоя идут из Сарыкамыша, куда впадает Амударья		малый Арал идентичен небольшому озеру (Сарыкамыш)
1375	Каталония	существует	работает	+ 5,64	потоки Сыр впадают в Арал и Аму впадает в Сарыкамыш
	Сануто	существует	работает		
1400	Мераши	низкий уровень			
1575	Абдул Гази	высокий уровень	сухой		
1638	Олирей	низкий уровень	работает	+ 5,34	потоки Аму и Сыр впадают в Арал
1680	Абдул Гази Багадур	существует			потоки Аму впадают в Каспий с 1220 и в конце концов разъединены в 1575
1734	Кирилов	не указано	чередуются	+ 4,03	
1826	Колодкин	высокий уровень	не показано	+ 3,12	
1858	Иваничев	высокий уровень	засохший	+ 0,99	

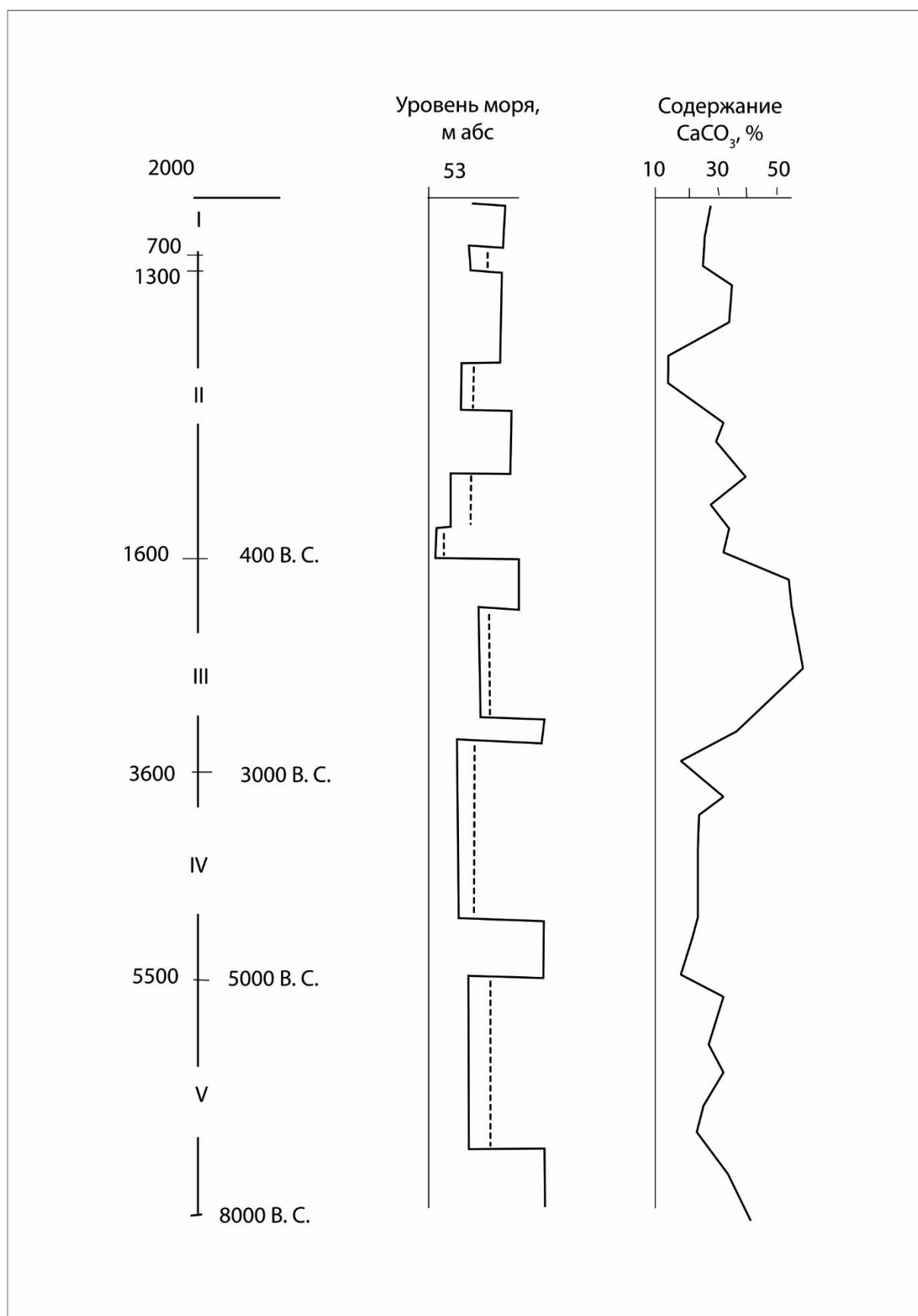


Рис. 1.2. Историческое развитие уровня моря и концентрация CaCO_3

Не ясен источник такого высокого обводнения. Это могло быть либо вследствие таяния северных ледовых масс, как предполагают в своей работе «Закономерности соленакопления в Арало-Каспийской низменности» (АН СССР, 1956) В.А.Ковда и В.В.Егоров, либо притока воды Праамударьи, о которой упоминается в Авесте. Предположительно, что эта река, носившая по учению Заратустры название Ария, объединила воды всех прошлых притоков Амударьи, включая не только Зеравшан, Теджен, Мургаб, но и Сырдарью и Чу до перекрытия Буамского перешейка.

В этом контексте представляют интерес проверенные А.С. Кесь результаты исследований П.И. Чалова и др. (1966 г.). Первый этап обводнения Аральской впадины наступил в позднем плиоцене. В это время западные равнины Средней Азии были затоплены впервые водами обширного Акчагыльского, а затем Апшеронского моря. Восточная граница их не установлена, но фауна, террасы и береговые валы этого возраста найдены в Сарыкамыше и Ассаке – Аудане, в понижениях Аральского моря и в некоторых впадинах Кызылкумов.

Современный период обводнения Арала начался в 1 тысячелетии до н.э., когда Амударья, образовав Присарыкамышскую и Акчадарьинскую дельты, впадала в Аральскую впадину и вместе с Сырдарьей, которая текла тогда через Жандарью и Кувандарью, стали наполнять ее и образовали современное море.

В начале 19 века уровень Арала стоял низко. В 1845 и после 1860-х годов отмечены некоторые повышения уровня. В начале 80-х годов уровень стал особенно низким, в связи, с чем исследователи тех времен пришли к выводу о том, что имеет место прогрессивное уменьшение водных ресурсов в Средней Азии.

Однако в 80-х годах началось повышение уровня Арала, сначала – довольно медленное, а затем более быстрое. Так продолжалось до 1906 г.; Изменение уровня прекратилось в 1907 году, а затем он повысился снова в 1908 г. и понизился в 1909 г. Повышение снова отмечено в период с 1910 до 1912 гг., а затем до 1917 г. уровень менялся мало. Понижение началось после 1917 г., известного своей засушливостью в Средней Азии. К 1921 г. уровень Арала понизился на 1,3 метра по сравнению с 1915 г. Однако наблюдения в 1924 г. свидетельствовали о новом повышении (немногом меньше 1/2 метра).

В период устойчивого существования Арала ширина моря по параллели 45° составляла 265 км, длина береговой линии превышала 4430 км. Площадь водного зеркала Аральского моря до падения его уровня, в 60-х годах XX века, составляла 69,79 тыс.кв.км. максимальная глубина моря была 69 м, а объем водной массы составлял около 1056 куб. Км.

В акватории Аральского моря в этот период насчитывалось около 1100 островов (площадью более 0,01 км²) суммарной площадью 2235 км², все острова материкового происхождения. Крупнейшими из них являлись:

- Кокарал площадью - 311 км²
- Барса- Кельмес площадью - 170 км²
- Возрождения площадью - 169 км²
- Малые прибрежные острова (периодически затопляемые водой) площадью - 1585 км².

На юге располагался своеобразный Акпеткинский (Карабайлийский) архипелаг, более 50 островов которого представляли собой песчаные гряды Кызылкум,

подтопленные морскими водами. Малые прибрежные острова в сочетании с заливами, мысами, отшнуровывающимися водоемами и крупными островами формировали специфический тип берегов, играющий значительную роль в стабилизации химического режима водоема.

Начиная с конца XIX века сначала царское, а затем советское правительство интенсивно использовали бассейн Аральского моря для развития орошения. Но до 1960 г. увеличение подачи воды на орошение компенсировалось увеличением возвратного стока благодаря параллельному развитию строительства коллекторно-дренажных сетей на территории старого и нового орошения. Характеристика взаимодействия рек и моря приведена в таблице 1.2.

Таблица 1.2.

Среднемноголетние значения водного баланса Аральского моря для различных периодов (км³)

Период, года	Приход		Расход (испарение)	Водный баланс	Фактическое приращение объема	Итоговый баланс
	сток рек	осадки,				
1911-1960	56,0	9,1	68,76	-3,66	0,06	-3,72
1961-1980	30,0	7,1	61,59	-24,49	-23,54	-0,95
1981-1990	3,45	7,1	42,53	-31,98	-35,94	3,97
1991-1999	19,30	5,8	34,68	-9,58	-11,60	2,02
2000-2014	13,10	2,6	19,26	-3,56	-3,58	0,02

2. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ

Современный период в жизни моря, начиная с 1961 г., можно охарактеризовать как период активного антропогенного влияния на его режим. Резкое возрастание безвозвратных изъятий стока (достигающих в последние годы 70-75 км³/год), истощение компенсационных возможностей рек, а также естественная маловодность двух десятилетий 1960...80 гг. (92%) привели к нарушению равновесия водного и солевого балансов. Для 1961-2002 гг. характерно значительное превышение испарения над суммой приходных составляющих⁴. Приток речных вод к морю сократился за этот период в среднем в 1965 г. до 30,0 км³/год, а для 1971-1980 гг. он составил всего 16,7 км³/год в среднем, или 30% от среднемноголетнего, в период с 1980 по 1999 гг. – от 3,5 до 7,6 км³/год или 6-13% от среднемноголетнего. В отдельные маловодные годы сток Амударьи и Сырдарьи практически не доходил до моря.

В результате с 1961 г. уровень моря стал устойчиво снижаться. Общее падение уровня по сравнению со среднемноголетним (до 1961 г.) достигло к началу 1985 г. 12,5 м. Средняя многолетняя скорость падения уровня составляла примерно 0,5 м, достигая в маловодные годы 0,6 – 0,8 м/год. Изменилось и внутригодовое колебание уровня моря. В настоящее время подъем уровня в годовом разрезе практически не прослеживается, в лучшем случае он не меняется зимой, а в летнюю половину года происходит его резкое падение.

⁴Лишь в 1998 г. приток 29,8 км³ превысил испарение 27,49 км³

Постепенное падение уровня моря намного превысило по темпам ожидаемые прогнозы. Вместо предполагаемого к 2000 г. – 38,5 м., фактически уровень снизился ниже отметки 34 м! Аналогично более быстрыми темпами увеличивалась минерализация воды в море.

Падение уровня моря и осолонение его вод привели к росту амплитуды размаха годовых колебаний температуры во все толще воды и некоторому сдвигу фаз температурного режима. Наиболее важным для биологического режима моря было изменение зимних термических условий. Дальнейшее понижение температуры замерзания и изменение характера протекания процесса осенне-зимнего конвективного перемешивания при переходе от солоноватых к соленым водам обуславливают сильное выхолаживание всей массы вод моря до значительных ($-1,5...-2,0^{\circ}\text{C}$) отрицательных температур.

Крайне низкие удельные величины поступления в море биогенных веществ определяют низкие их концентрации в морской воде, ограничение в дальнейшем развитие фотосинтетических процессов в море и его низкую биологическую продуктивность. Ухудшение кислородного режима моря в летний период за счет уменьшения его фотосинтетического продуцирования и интенсивного потребления на окисление органического вещества приводит к формированию зон дефицита кислорода и явлениям гибели.

Дальнейший рост солености вызывает как сокращение числа видов фито- и зоопланктона, фито- и зообентоса, так и соответствующее уменьшение их биомассы, что обусловит дальнейшее ухудшение кормовой базы гидробионтов. Повышение солености аральских вод делает невозможным существование аборигенной фауны.

Количественная оценка антропогенных факторов, влияющих на современный водный режим Аральского моря, была выполнена путем расчета восстановленных значений уровня моря и минерализации за период с 1961 по 1980 гг., используя восстановленные значения условно-естественного притока к морю. Как показали расчеты, более 70% современного падения уровня моря и роста его минерализации обусловлено антропогенным влиянием, остальная часть этих изменений приходится на долю климатических факторов (естественной засушливости).

Основные последствия усыхания Аральского моря, кроме уменьшения объема и водной поверхности, увеличения минерализации воды и изменения характера минерализации проявились в образовании огромной солевой пустыни площадью почти в 5 млн. га на месте осушенного дна. В результате, уникальный пресноводный водоем уступил место трём горько-соленым озерам в комбинации с колоссальной соленой пустыней на стыке двух песчаных пустынь.

После отчленения Малого моря от Большого Аральского моря их режимы начали развиваться по различным сценариям. В связи с тем, что приток по реке Сырдарья выше, чем по реке Амударья, уровень Малого моря стал повышаться, а минерализация воды снижаться. Прорыв временной плотины Малого моря вызвал снижение уровня, однако предыдущее наполнение подтвердило правильность решения о создании обособленного водоема Малого моря на отметке 41...42,5 м. Разработанный проект инженерной плотины с регулируемым водосбросом в районе пролива Берга ныне уже создал устойчивыми экологический профиль этого водоема и окружающую его среду.

Таким образом, Аральское море как единый в прошлом водоем прекратило свое существование и превратилось в ряд расчлененных водоемов со своими водно-

солевыми балансами и своим будущим в зависимости от того, какую линию поведения выберут пять стран как субъекты, хозяйствующие в этом бассейне.

Детальная динамика уровня, площади зеркала и объема Аральского моря приведены в таблице 2.1 и соответствующих графиках 2.1-2.3. Из этих материалов видно, что в период с 1960 г. по 1970 г. снижение уровня моря шло в среднем по 10 см в год, начиная с 1971 г. до 1985 г. в пределах 67 см в год. На отметке 42 м произошло разделение моря на 2 водоема – Большой Арал и Малый Арал, после чего снижение уровня Большого моря несколько снизилось по 50 см в последующие 20 лет. В этот период Малое море благодаря более усиленному притоку из Сырдарьи сохраняло размер колебаний между 42,5 и 36 метрами и окончательно стабилизировалось в 2006 г. благодаря строительству плотины в проливе Берга на отметке 42,5–43 м. В 2006 г. произошло также разделение Большого моря на 2 водоема – глубоководный Западный и мелководный Восточный с отметками медленного опускания Западного моря от 29 м отметки до отметки 26 м, а Восточного моря, стабилизировавшегося на отметках 28–29 м. В результате площади зеркала Аральского моря, которое достигало 68,9 тыс. км² в настоящее время уменьшилось в 10 раз и распределилось между тремя водоемами – Западное море площадью 3,38 тыс. км², Восточное мелкое – 1,71 и Малый Арал – с площадью 3,1 тыс. км². Соответственно, объем Аральского моря уменьшился с 1083 км³ в 11,2 раз в маловодном 2014 г.

Из таблиц 2.3 и 2.4 по притокам к Большому и Малому морю становится ясно, что нынешний режим Аральского моря полностью зависит от приточности, соответственно по Амударье и коллекторам к Восточному и Западному водоемам и по Сырдарье к Малому морю. При этом Малый Арал имеет стабильное водное тело, Западный водоем постепенно уменьшающийся, но сохраняющий глубину более 20 м, и мелководный Восточный водоем, который полностью зависит от притока к дельте Амударьи, и колеблющийся между 1 и 17 млрд. м³ с разницей отметок почти в 3 метра. Соответственно гидрологическому режиму Малый Арал имеет полностью опресненную акваторию, пригодную для разведения и выращивания различного рода пресноводных рыб, а Западный и Восточный водоемы являются сильносолеными с минерализацией от 130 до 350 г/л. В то же время надо иметь в виду, что до 2008 года существовал канал гидравлической связи между Западным и Восточным морем глубиной до 7 метров с порогом на отметке 26,5 метров. Этот пролив явился продуктом интенсивных перетоков воды из Восточного в Западное море и размывов донных отложений [8]

Учитывая отсутствие систематических наблюдений за сбросами в Большое Аральское море из бассейна реки Сырдарьи, можно ориентироваться только на данные космических снимков. Согласно им, начиная с 2001 г., дистанционными измерениями никаких сбросов не наблюдается. В 2010 году имел место сброс ниже плотины в створе пролива Берга, но его объем был поглощён наполнением впадины на северной границе бывшего моря, но без сброса в один из отделившихся водоёмов Большого Арала.

Таблица 2.1. Динамика изменений отметки уровня, площади зеркала и объема воды Большого Аральского моря

Отметка уровня воды, м БС	
Годы	Аральское море
1960	53,4
1961	53,29
1962	52,97
1963	52,61
1964	52,49
1965	52,3
1970	51,43
1971	51,06
1972	50,54
1973	50,22
1974	49,85
1975	49,01
1980	45,75
1981	45,18
1982	44,39
1983	43,55
1984	42,75
1985	41,94

Годы	Большой арал	Малый арал
1986	41,02	40,9
1987	40,19	40,8
1988	39,67	40,5
1989	39,1	40,2
1990	38,24	40,5
1991	37,66	40,4

Площадь зеркала, тыс. км2	
Годы	Аральское море
1960	68,9
1961	68,5
1962	65,9
1963	64,3
1964	64,8
1965	62,38
1970	58,92
1971	57,73
1972	56,85
1973	56,17
1974	56,01
1975	54,67
1980	49,21
1981	48,63
1982	47,13
1983	46,07
1984	44,92
1985	43,08

Годы	Большой арал	Малый арал
1986	38,56	2,83
1987	37,13	2,81
1988	36,18	2,75
1989	35,3	2,71
1990	33,67	2,75
1991	32,02	2,73

Объем воды, млрд.м3	
Годы	Аральское море
1960	1083
1961	1079
1962	1060
1963	1038
1964	1030
1965	972,47
1970	941,23
1971	902,43
1972	875,12
1973	845,47
1974	844,46
1975	802,74
1980	631,81
1981	625,78
1982	578,65
1983	532,58
1984	487,66
1985	444,58

Годы	Большой арал	Малый арал
1986	380,63	22,47
1987	343,17	22,39
1988	312,65	21,84
1989	306,92	20,28
1990	280,44	21,84
1991	257,16	20,92

1992	37,2	40,2
1993	36,95	39,37
1994	36,9	40,1
1995	36,5	40,5
1996	35,48	40,5
1997	34,8	41,2
1998	34,21	42,5
1999	33,98	36,8
2000	33,5	39,8
2001	32,4	39,2
2002	32	39,3
2003	31,5	40
2004	31,09	40,8
2005	30,7	41
2006	30,4	41,8

1992	31,83	2,71
1993	31,42	2,57
1994	31,31	2,69
1995	30,04	2,75
1996	28,54	2,75
1997	26,91	2,91
1998	25,75	3,24
1999	24,12	2,09
2000	22,93	2,62
2001	21	2,55
2002	18,7	2,58
2003	17,3	2,65
2004	16,4	2,81
2005	15,77	2,86
2006	13,47	2,99

1992	240,17	20,28
1993	231,7	18,43
1994	229,87	20,01
1995	217,25	21,84
1996	195,63	21,84
1997	173,44	22,67
1998	168,43	27,03
1999	147,62	12,03
2000	139,53	19,26
2001	131,16	17,97
2002	110,84	18,44
2003	97,23	19,77
2004	93,46	22,39
2005	89,79	22,52
2006	81,35	24,01

Годы	Западное	Восточное	Малый Арал
2007	29,3	30,4	42,5
2008	28,7	28,9	42,5
2009	28,0	28,4	42,5
2010	27,8	29,4	43,0
2011	28,0	27,8	42,5
2012	27,0	27,2	42,7
2013	27,0	27,1	43,0
2014	26,0	27,0	43,0
2015	27,1	28,0	41,9
2016	26,5	26,5	41,8
2017	25,0	27,6	42,1
2018	24,9	26,5	41,7

Годы	Западное	Восточное	Малый Арал
2007	4,45	7,03	3,28
2008	4,14	4,11	3,27
2009	3,96	2,78	3,29
2010	3,87	4,41	3,41
2011	3,87	2,12	3,27
2012	3,69	2,15	3,38
2013	3,67	1,51	3,42
2014	3,27	0,96	3,43
2015	3,01	3,13	3,07
2016	2,92	1,25	3,05
2017	2,71	2,51	3,13
2018	2,68	1,28	3,03

Годы	Западное	Восточное	Малый Арал
2007	57,22	16,29	26,33
2008	55,41	7,81	25,28
2009	53,14	5,67	26,27
2010	52,50	10,30	27,35
2011	53,14	3,54	25,82
2012	50,00	1,91	25,70
2013	50,00	1,68	24,43
2014	46,95	1,47	24,71
2015	50,26	4,30	25,61
2016	48,45	0,64	25,42
2017	44,11	2,95	26,45
2018	43,59	0,68	25,04

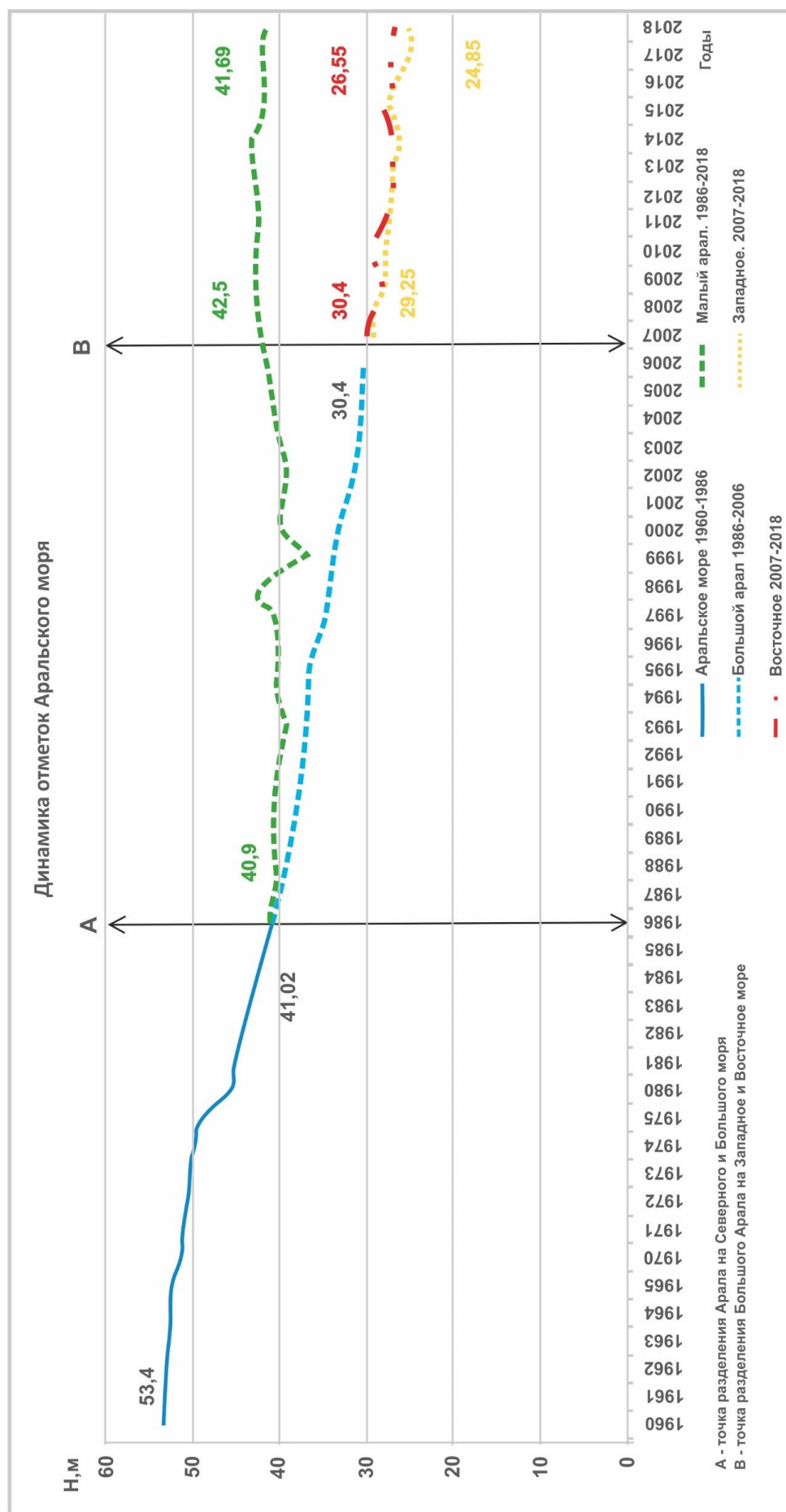


Рис. 2.1. Динамика отметок Аральского моря

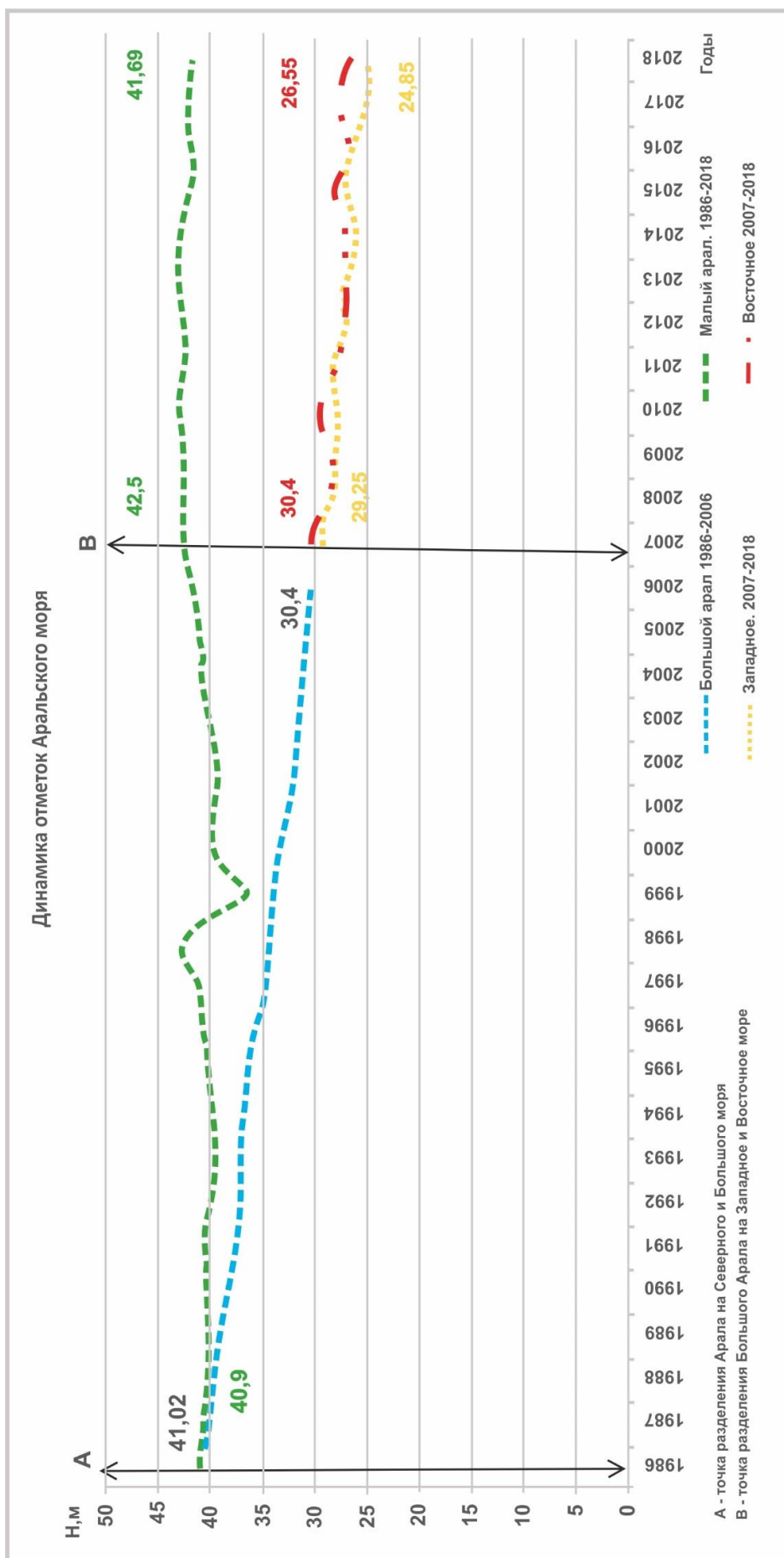


Рис. 2.1.а Динамика отметок Аральского моря

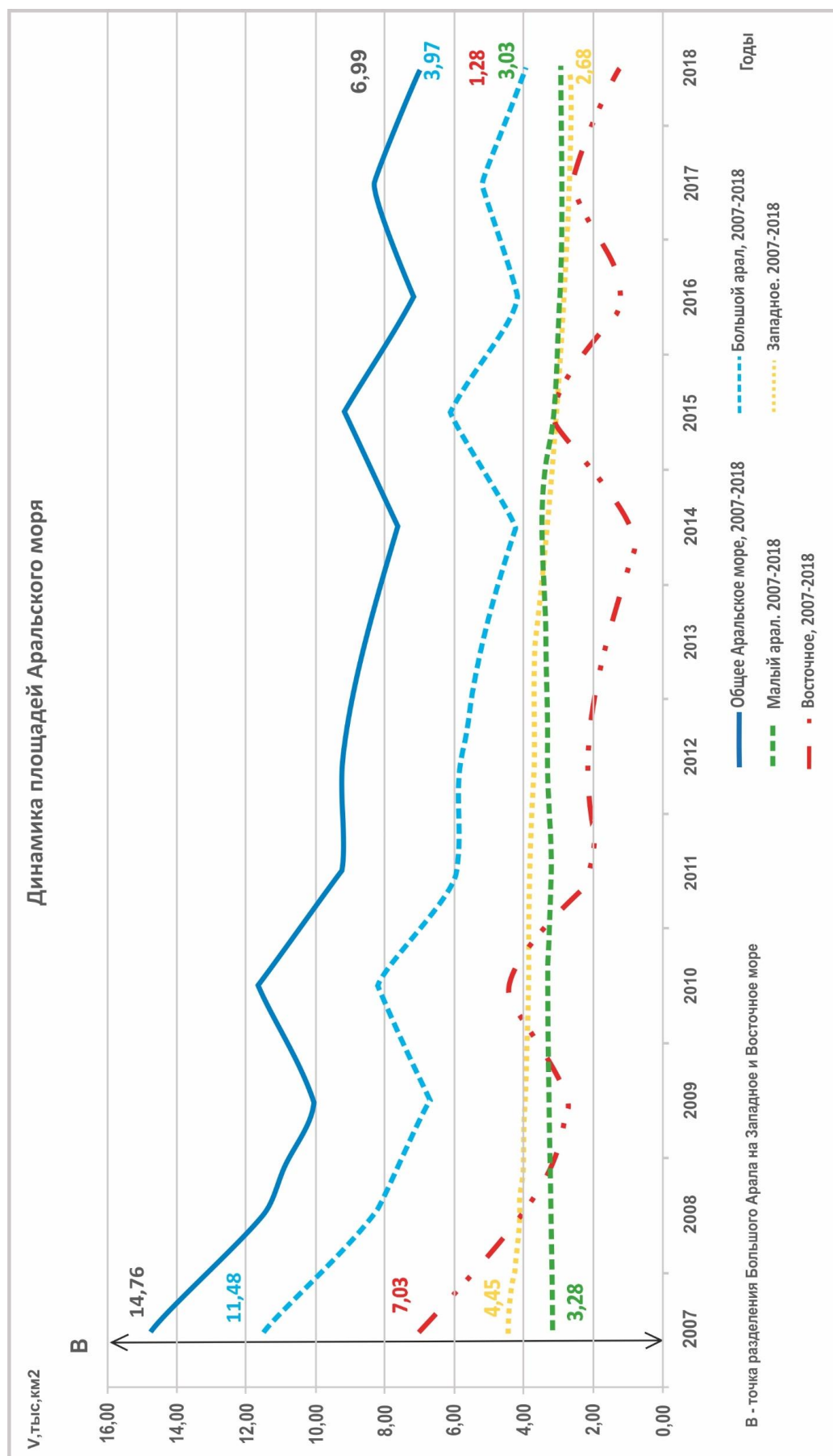


Рис. 2.2.а Динамика площадей зеркала Аральского моря

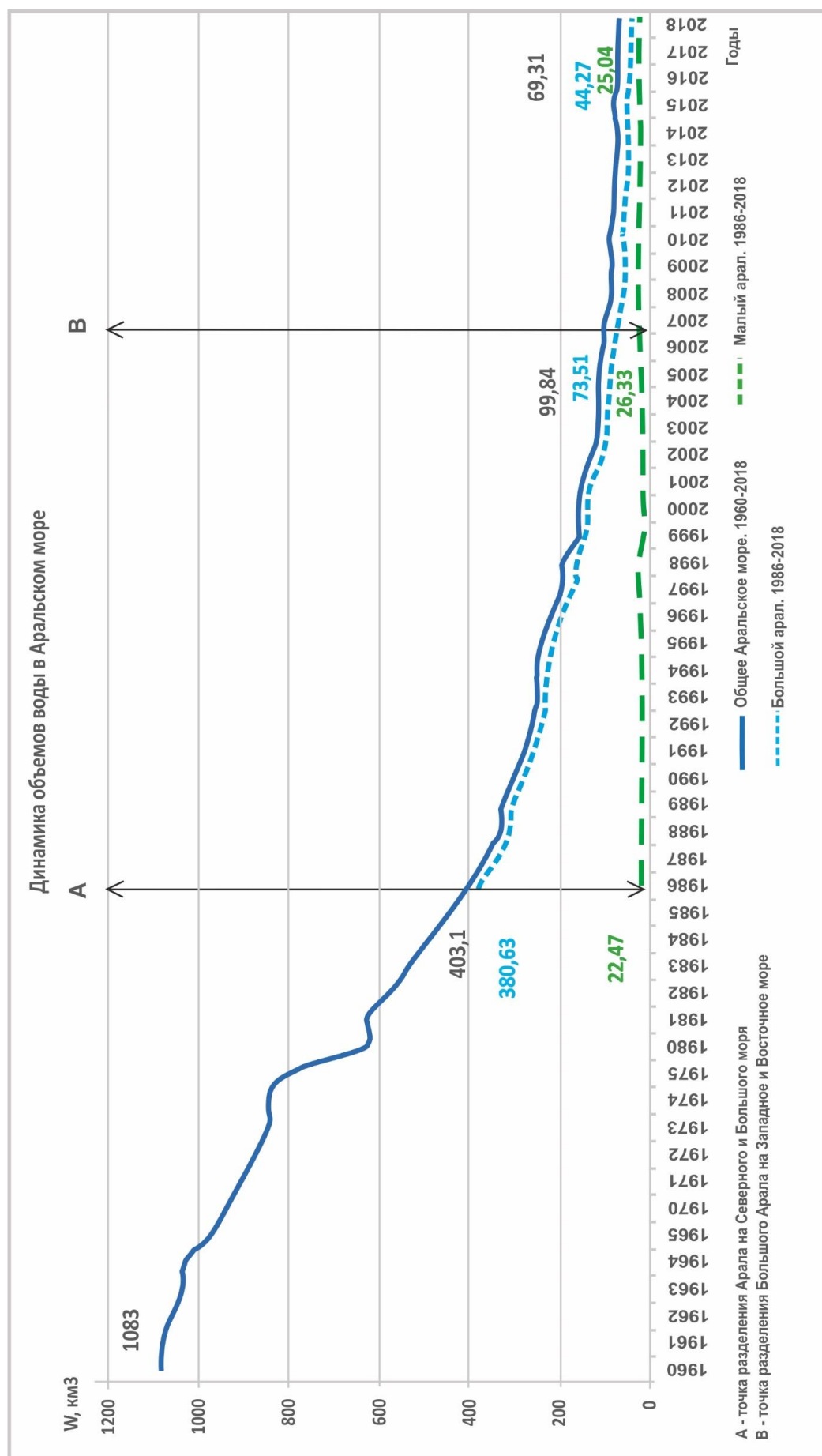


Рис. 2.3. Динамика объемов воды в Аральском море

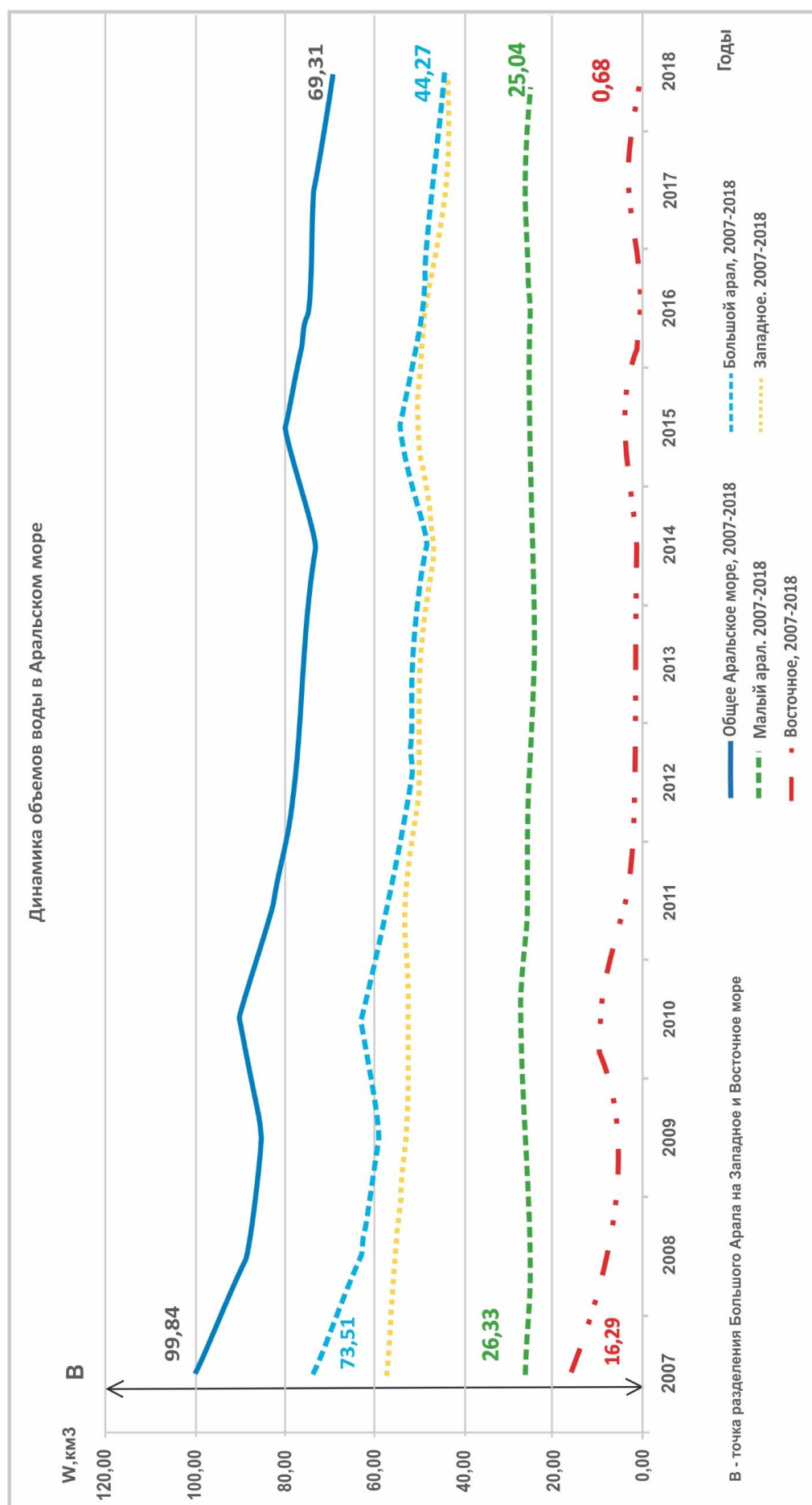


Рис. 2.3.а Динамика объемов воды в Аральском море

Указанная динамика Аральского моря и всех его составляющих водоемов, бесспорно, является результатом резко уменьшенного притока воды к дельтам обеих рек. В таблицах 2.2, 2.3 показано изменение притока к дельтам соответственно Амударьи на основе гидропоста Саманбай и к дельте Сырдарьи на основе гидропоста Каратерень. В среднем по реке Амударья поступление за период 1992-2014 гг. составило 9,04 км³ с колебаниями от 17,6 км³ (максимальный сток в 2005 г.) до 0,4 км³ в 2001 г. и 0,537 км³ в 2008 г. Соответственно по р. Сырдарья средний сток за тот же период составил 5,96 км³ при колебаниях от 10,3 км³ в многоводные 2004, 2005 года до 2,5 км³ в маловодный 2000 г.

Соответственно притоку воды менялось и поступление солей. На графике 2.4 показано изменение минерализации воды по Амударье и соответствующим образом поступление солей в Аральское море. Понятно, что такое изменение и в объеме водоподачи и в химическом составе предопределило изменение гидрохимии Аральского моря. К сожалению, данных постоянных наблюдений за гидрохимическим составом Аральского моря не имеется, имеются разрозненные данные как узбекских, так и российских исследователей, которые показывают коренные изменения в гидрохимическом составе воды моря. Ниже приведена таблица 2.4, заимствованная у П.О. Завьялова, который участвовал от имени Российской Академии Наук в исследованиях по проекту CAWA.

Процессы соленакопления в акватории Аральского моря изучались Рубановым И.В., Богдановой Н.М., Семеновым О.Е., Мавляновым Т.Э., Пинхасовым Б.И. и другими исследователями. Как уже отмечалось выше, Аральское море является основным водосолеприемником для всего Сырдарья - Амударьинского водосборного бассейна. Часть солей из него золовым путем возвращается в Приаралье. Первозданная бессточная денудационно-дефляционная впадина Арала возникла около 2-х млн. лет тому назад – в конце плиоцена. В позднем акчагыле произошло первое ее обводнение. В этом наиболее древнем водоеме (в его южной прибрежной зоне) сформировались промышленные месторождения солей Кушканатау и Аккала.

В начале прошлого тысячелетия в Предчинковом глубоководном желобе и в северных заливах шла садка мирабилита.

В настоящее время мирабилит залегает под 48-265 сантиметровым слоем донных илов (карбонатных глин) – в глубоководном желобе на площади 1425 км²; в заливе Тще-Бас на площади 100 км² и в Малом море на площади 200-225 км². Общая площадь распространения солей – 1950 км². Вскрытая мощность их – не более 80 см, предполагаемая - первые метры. При мощности соли в 1 м ее запасы составляют около 3 млрд. т. Доля мирабилита в осадке – от 24 до 96 весовых процента, гипса – 0,49% , других водорастворимых солей – до 6%, силикатного остова - до 26%. Ионный состав солей следующий: натрия - от 2,83 до 13,73%; сульфат - иона - 7,5-30,14; кальция - до 1,08; магния – 3,03; калия – 0,93; карбонат-иона – 0,18; хлора – 2,09; воды – до 55,23%.

В последующем, в период новоральской трансгрессии (вплоть до начала 60-х годов нашего столетия), в Аральском море шло терригенно-карбонатное осадконакопление – карбонатная стадия, а в мелководном Акпеткинском архипелаге и глубоко вдающихся в сушу, также мелководных, восточно-аральских заливах осаждался гипс. Новоаральские отложения представлены терри-, хемо- и органогенными образованиями. Терригенные (обломочные) осадки составляют более 50-60% их общей массы. Среди них развиты пески, алевроиты и глины. Хемогенные осадки представлены карбонатами, сульфатами (гипсами), воднорастворимыми солями. Карбонаты накапливались по всей акватории Арала, кроме Акпеткинского архипелага, где их выпадение было подавлено осаждением гипса. Накопление гипса шло по-разному.

Таблица 2.2. Приток к дельте Амударьи по гидропосту Саманбай, млн. м³

Год	октябрь	ноябрь	декабрь	январь	февраль	март	план	факт	%%
1991-1992	1855	574	635	1456	584	827	3500	5931	169,5
1992-1993	886	1536	397	641	529	1166	3500	5155	147,3
1993-1994	1140	666	1068	1545	1101	1457	3500	6977	199,3
1994-1995	1636	988	941	1244	401	499	3500	5709	163,1
1995-1996	673	557	282	128	161	133	3500	1934	55,3
1996-1997	964	724	483	304	294	130	3500	2899	82,8
1997-1998	179	165	156	96	512	471	1500	1579	105,3
1998-1999	1092	713	850	534	365	512	2000	4066	203,3
1999-2000	952	518	956	978	456	331	2000	4191	209,6
2000-2001	76	82	73	70	79	90	2000	470	23,5
2001-2002	17	13	8	36	79	121	1500	274	18,3
2002-2003	423	728	1043	732	274	255	3000	3455	115,2
2003-2004	350	341	363	328	409	315	3000	2106	70,2
2004-2005	249	169	144	481	1250	1063	2100	3356	159,8
2005-2006	1092,9	581	827	459	637,2	921	2100	4518,1	215,1
2006-2007	205	155	291	216	131	169	2100	1167	55,6
2007-2008	205	155	291	216	240	123	2100	1230	58,6
2008-2009	21	20	19	19	28	37	2100	144	6,9
2009-2010	335	292	353	644	148	150	2100	1922	91,5
2010-2011	947	451	510	205	190	180	2100	2483	118,2
2011-2012	71	97	167	129,3	185,8	398	2100	1048,1	49,9
2012-2013	650	792	678	964	250	236	2100	3570	170
2013-2014	184	134	133	171	168	148	2100	938	44,7
2014-2015	251	121	93	167	138	220	2100	990	47,1
2015-2016	459	641	882	464	270	280	2100	2996	142,7
2016-2017	394	409	159	203	147	193	2100	1505	71,7
2017-2018	409	191	155	174	221	261	2100	1411	67,2
2018-2019	52	62	88						

Год	октябрь	ноябрь	декабрь	январь	февраль	март	план	факт	%%
1992	428	3620	5480	6203	4830	2620	7000	23181	331,2
1993	664	1496	4371	3940	1482	1642	7000	13595	194,2
1994	1175	527	977	4607	4100	2604	7000	13990	199,9
1995	202	133	131	250	316	380	5000	1412	28,2
1996	227	319	623	1762	1067	873	5000	4871	97,4
1997	100	172	213	144	141	152	5000	922	18,4
1998	350	3430	5770	4719	4163	1745	3000	20177	672,6
1999	206	191	312	436	625	804	3000	2574	85,8
2000	195	141	137	62	42	37	3000	614	20,5
2001	31	19	18	20	15	23	2550	126	4,9
2002	13	31	1435	1686	450	658	2550	4273	167,6
2003	754	2034	2869	2750	306	421	2000	9134	456,7
2004	359	543	1704	1216	223	256	6600	4301	65,2
2005	1173	1034	1148	5922	1774	1223	6100	12274	201,2
2006	296	217	246	238	248	283	6100	1528	25
2007	120	107,2	165	285	204	169	2400	1050,2	43,8
2008	132	80,8	61	67,3	29	23	1890	393,1	20,8
2009	29	44	127,3	361	1389	699	2100	2649,3	126,2
2010	682	3323	2833	3874	4428	1969	2100	17109	814,7
2011	221	94	78	82	66	75	2100	616	29,3
2012	601	675	891	3342	754	923	2100	7186	342,2
2013	147	118	85	148	193	233	2100	924	44
2014	393	470	116	604	519	375	2100	2477	118
2015	361	226	146	1046	2469	1119	2100	5367	255,6
2016	243	114	173	361	273	240	2100	1404	66,9
2017	303	1045	2856	1808	2756	655	2100	9423	448,7
2018	125	85	64	72	58	57	2100	461	22,0

Таблица 2.3. Приток к Малому Аралу по гидропосту Каратерень, млн.м³

Год	октябрь	ноябрь	декабрь	январь	февраль	март	план	факт	%%
1991–1992	339,2	360,3	365,1	508,8	526,3	482	2983	2581,7	86,5
1992–1993	587,3	597,8	535,6	562,4	604,8	803,4	3588	3691,3	102,9
1993–1994	877,1	496,8	0	964,1	870,8	1098	3394	4306,8	126,9
1994–1995	1578,2	894,2	803,4	937,3	362,9	324	4722	4900	103,8
1995–1996	291,9	185,8	187,5	107,1	112,8	71	2412	956,1	39,6
1996–1997	405,9	699,8	723,1	603,1	507,8	695,5	3158	3635,2	115,1
1997–1998	295	246	187	402	484	723	2543	2337	91,9
1998–1999	758	829,4	857,1	696,4	616,9	948,2	4161	4706	113,1
1999–2000	255,3	290,3	310,4	308	275,6	217,6	4392	1657,2	37,7
2000–2001	54,6	359,2	674,1	643	460	562,5	2062,6	2753,4	133,5
2001–2002	69,6	171,1	174,1	246,4	239,5	291,9	2311	1192,6	51,6
2002–2003	732,8	591,7	638,3	776,7	774,1	624,1	6386	4137,7	64,8
2003–2004	823	948,9	1007,3	1071,7	952,1	1277	6100,6	6080	99,7
2004–2005	577,7	726,6	1364,4	1151,7	919,3	1366	5388,7	6105,7	113,3
2005–2006	950,3	1082,9	1167,8	964,2	895,1	1205,3	6719,3	6265,6	93,2
2006–2007	397,4	616,8	233	669,6	653,2	883,9	2252,6	3453,9	153,3
2007–2008	729	778,6	804	804	897	999	2823,7	5011,6	177,5
2008–2009	38	46	99	348	484	479	1914,3	1494	78
2009–2010	787	295	284	525	583	804	2351	3278	139,4
2010–2011	820	827	978	956	774	828	2603,4	5183	199,1
2011–2012	91	275	364	554	629	776	1961,9	2689	137,1
2012–2013	351	267	517	611	602	702	1964,5	3050	155,3
2013–2014	170	301	584	700	699	552	1906	3006	157,7
2014–2015	316	285	576	643	663	758	2489	3241	130,2
2015–2016	134	350	766	830	576	463	1991,55	3119	156,6
2016–2017	158	433	644	770	657	733	3317	3395	102,4
2017–2018	579	1089	945	760	585	693	3548	4651	131,1
2018–2019	170	388	605						

Год	октябрь	ноябрь	декабрь	январь	февраль	март	план	факт	%%
1992	318,6	238,3	246,1	46,9	129,3	362,3	1426	1341,5	94,1
1993	622,1	495,4	459	410,3	448,1	952	3286	3386,9	103,1
1994	867,5	336,5	677,4	42,5	35,3	1436	3145	3395,2	108
1995	124,2	53	58,1	69,6	85,4	127	1821	517,3	28,4
1996	93,8	128,5	75,2	69,8	194,6	365,7	1752	927,6	52,9
1997	648	0	0	0	0	0	1686	648	38,4
1998	699,8	581,2	497,7	455,3	629,4	671,3	996	3534,7	354,9
1999	927,9	720,5	210	219,6	115,2	225,5	1432	2418,7	168,9
2000	492,5	302,7	54,4	24,1	29,5	67,4	1264	970,6	76,8
2001	684,3	179,5	31,1	13,4	13,4	25,9	906	947,6	104,6
2002	676,6	708,8	551,7	432	549,8	703,9	3781	3622,8	95,8
2003	951,3	868,6	504	457,6	515,2	738,7	3145	4035,4	128,3
2004	1259	1377	469,5	423,3	404,9	460	7189	4393,7	61,1
2005	1257,7	1162,8	381,6	127,7	315,8	790,1	5721	4035,7	70,5
2006	1425	779	170	60,6	110,9	353,5	3473	2899	83,5
2007	888,2	870	162,8	58,3	283,4	333,2	1808	2595,9	143,6
2008	762	410	85	25	12	16	1806	1310	72,5
2009	340	429	283	163	283	845	1806	2343	129,7
2010	682	806	728	822	530	692	2444	4260	174,3
2011	928	335	139	68	50	53	1802,7	1573	87,3
2012	816	386	140	56	254	402	2894,2	2054	71,0
2013	570	404	167	64	52	217	2421,9	1474	60,9
2014	247	621	288	233	211	399	1900	1999	105,2
2015	461	268	120	59	78	245	2458,8	1231	50,1
2016	70	51	44	214	183	638	1804	1200	66,5
2017	1022	973	694	582	607	557	1363	4435	325,4
2018	569	203	87	30	39	222	1752	1150	65,6

Рис.2.4. Средний годовой плотный остаток по гидропостам реки Амударья, г/л

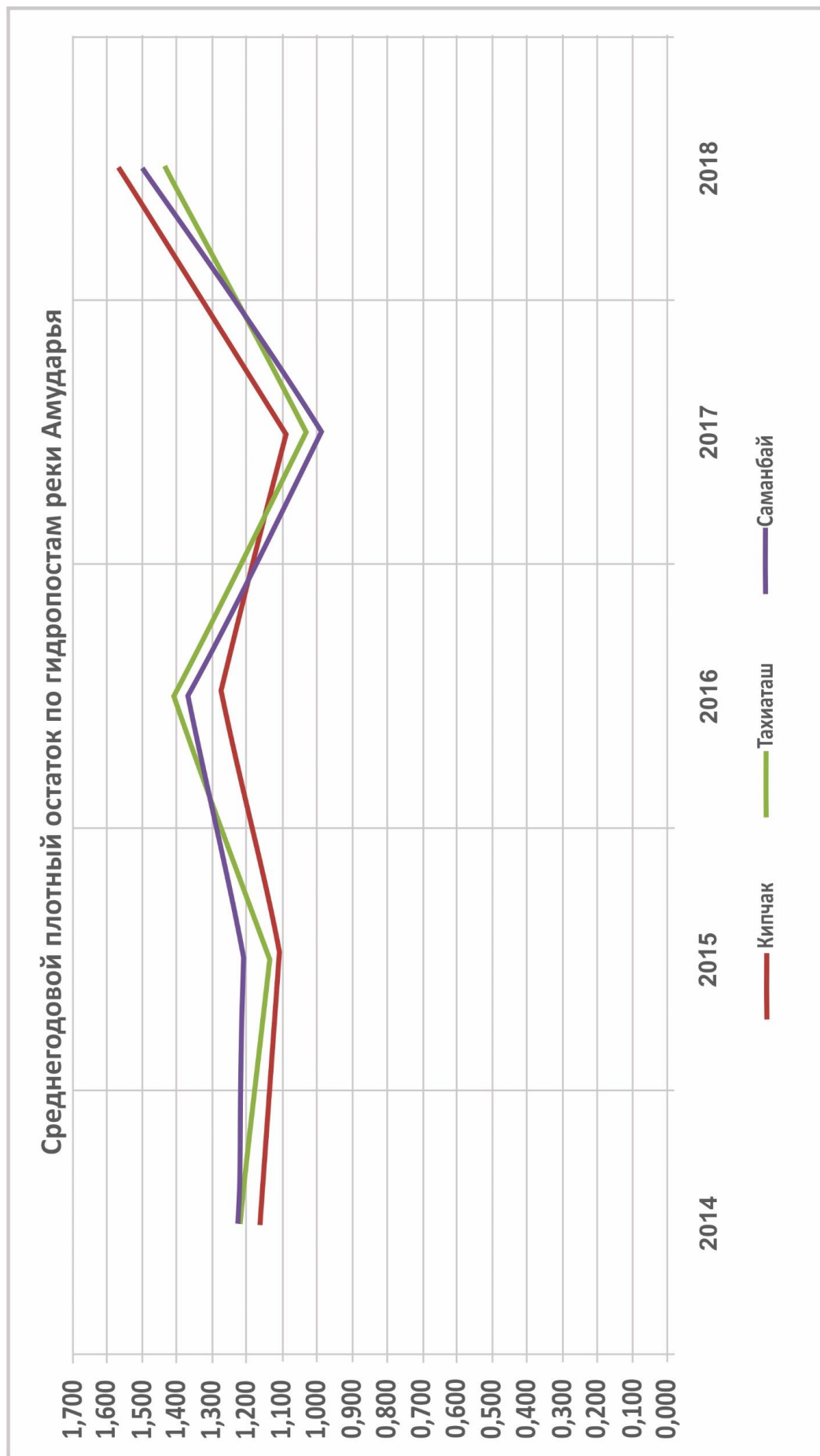


Таблица 2.4

Динамика изменений засоленности восточной и западной части Большого моря

Год	Соленость, г/кг	
	Западный бассейн	Восточный бассейн
1960	10*	10*
1970	12*	12*
1980	17*	17*
1990	32*	32*
1992	35*	35*
1995	42*	42*
1996	44*	44*
1997	51*	52*
1998	54*	58*
1999	56*	Нет данных
2000	63*	Нет данных
2001	68*	112*
2002	82**	160*
2003	86**	Нет данных
2004	92**	Нет данных
2005	98**	130**

Образовавшийся непосредственно из осолонившейся до 35-45 г/л аральской воды гипс опускался на дно в виде отдельных кристаллов размером в доли мм (0,1 – 0,01 мм), а затем (со временем) либо увеличивался до более крупных (0,5 – 1 мм) зерен, либо собирался в агрегаты коралловидной формы (размером до 5 – 10 мм). Накопленный таким путем слой гипса мощностью от 0,2 до 0,5 м устилает, преимущественно, центральные участки заливов.

Выделяются две области, несколько различные по характеру соленакопления, - Акпеткинский архипелаг и остальная осушка. В архипелаге часть солей сформировалась за счет испарения морской воды, часть – грунтовых вод, поступающих с континента. В настоящее время накопление их продолжается, как за счет внутригрунтового испарения, так и сезонной разгрузки высокоминерализованных грунтовых вод в многочисленных небольших рапных озерах. Соли представлены тенардит-мирабилитовыми залежами (мощностью до 1 м), к центральным пониженным частям которых приурочен пластовый галит с астраханитом или галит - рапные озера. Тенардит-мирабилитовые и астраханит-галитовые залежи тяготеют к самым глубоким участкам обсохших заливов и встречаются, как внутри полей ранее накопившегося гипса, так и отдельно от них. Наиболее широко развиты тенардитовые пухляки, образующиеся при обезвоживании мирабилита. Пухляки занимают около 250 км² площади осушки. Запасы тенардит-мирабилитовых солей составляют 80 млн. т. Пластовый галит мощностью до 0,3-0,5 м слагает дно многочисленных сухих и рапных озер с минерализацией 240-350 г/л. Запасы галита – около 22 млн. т. Тенардитовые пухляки являются основными очагами выноса солей в атмосферу. Наблюдения на полигонах показали, что в год дефлируется 1,5-2 см тенардитовой пушонки. При этом сдутая пушонка восстанавливается и вновь выносится ветром в атмосферу.

Особый интерес представляет распределение минерализации по глубине Западного водоема Аральского моря. Обычно сильнозасоленные водоемы имеют профиль минерализации, который увеличивается от поверхности ко дну. Этого следовало ожидать и для Аральского моря, тем более что ледовый режим его провоцирует уменьшение минерализации за счет вымораживания с поверхности водоема. Это явление было подтверждено исследованиями полевыми и лабораторными А.И. Тучина. Однако по данным П.И. Завьялова, подтвержденным акад. О.Ф. Васильевым профиль распределения солей по глубине Западного моря складывается, как это показано на рис. 2.5. Объяснение этому явлению может быть дано только за счет наличия большого объема подземного притока в глубокую часть Западного водоема. Мы считаем, что такое явление вполне закономерно, учитывая наличие аллювиальных отложений по всей длине долины Амударьи, которая выклинивается, в конечном счете, в водоем Аральского моря, особенно в Западную чашу, имея в виду ее большую глубину. Этот процесс должен подвергнуться уточнению как с точки зрения объема подземного притока, так и его качества.

В то же время наличие выклинивания более пресных вод со стороны дельты и Устюрта обнаружено в процессе обследований по проекту CAWA российскими партнёрами во главе с П. О. Завьяловым в 2007 году. Тогда при общей минерализации воды в Западном море более 110 г на литр, обнаружены прослойки выклинивающихся вод с минерализацией 40 г на литр (Рис. 2.6). Это свидетельствует, что со стороны Устюрта идёт интенсивная подпитка Западного водоёма подземным потоком.

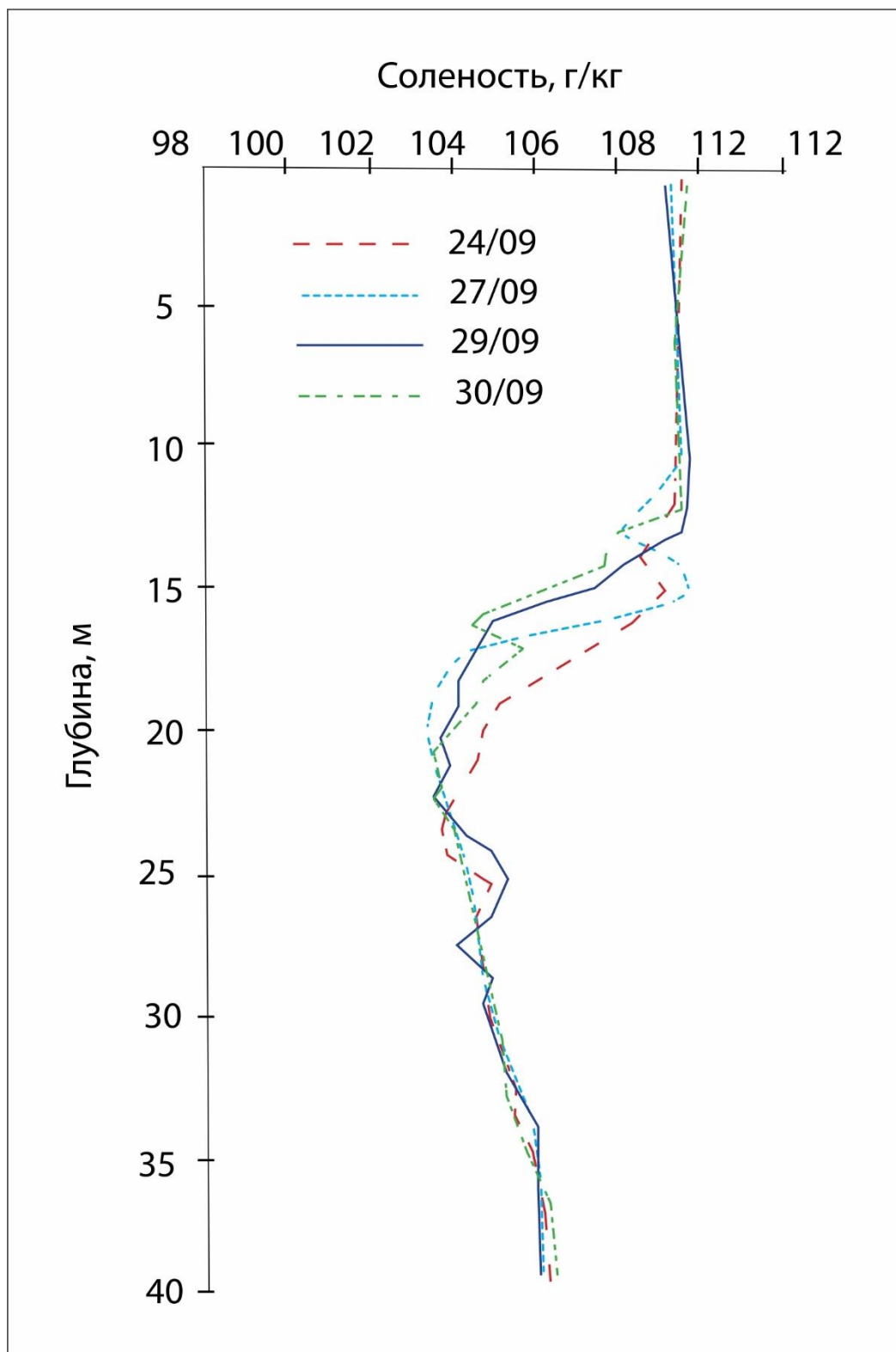


Рис. 2.5. Профиль распределения солей по глубине Западного моря

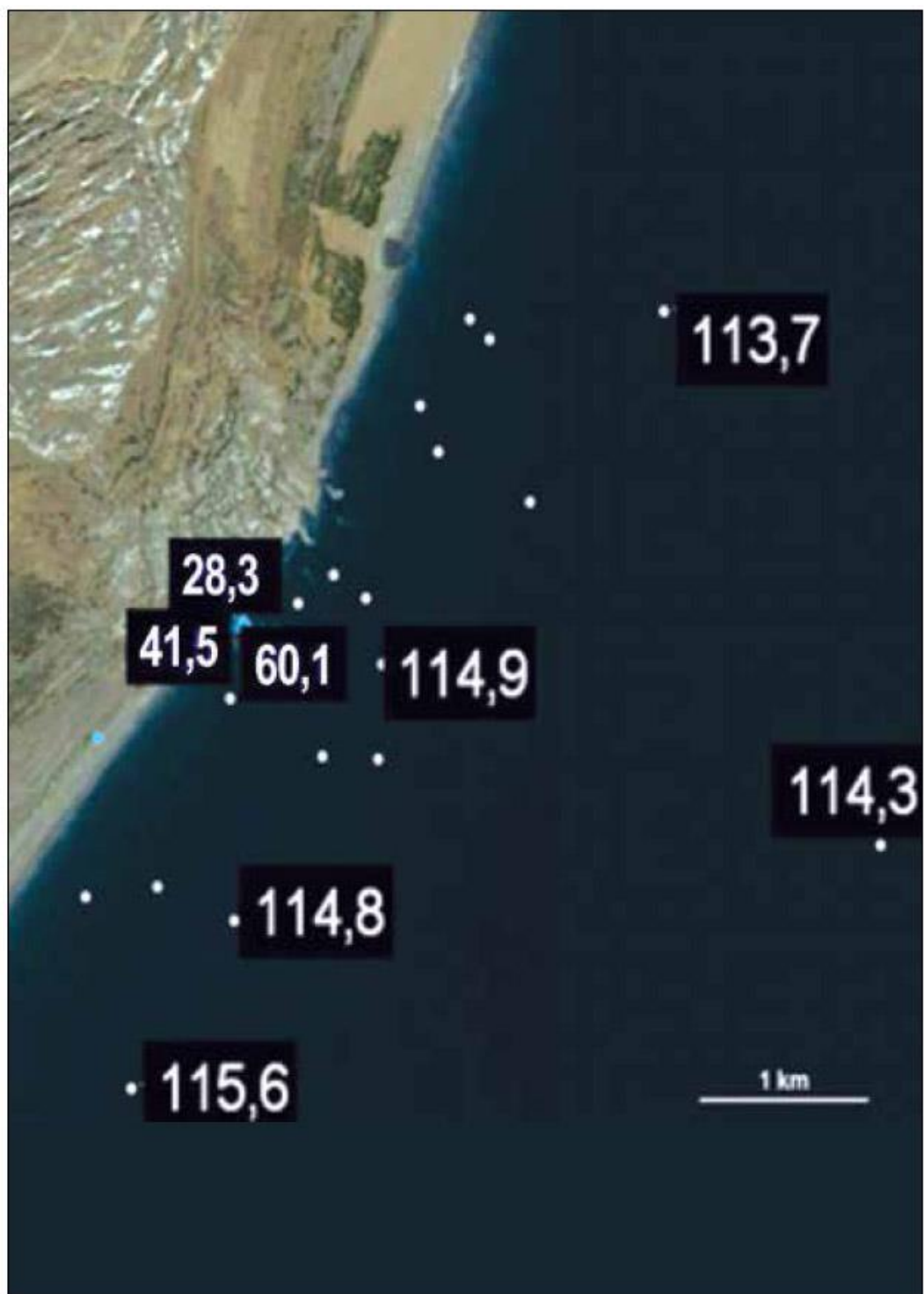


Рис. 2.6. Влияние выклинивания подземных вод на западном берегу Западного водоёма на минерализацию его акватории (в г/л)

Анализ гидрологических связей Северного и двух южных водоёмов и оценка использования возможных избытков Северного моря для пополнения Восточной и Западной части моря

Малое Аральское море (Северный Арал) возникло в 1987 году в результате усыхания Аральского моря, в современном виде сформировалось после устройства Кокаральской плотины, предотвратившей дальнейшее усыхание северной части Арала. Плотина перекрывает пролив Берга. Высота гребня плотины — 6 м (45,5 м абс). На плотине построено водопропускное сооружение с девятью водосбросами с пропускной способностью 600 м³/с, предназначенное для защиты её от разрушения путём сброса излишков воды в Южный Арал (Восточная часть).

Наполнение Северного моря предполагается до 42-42,2 м абс, вода превышающая эту отметку, сбрасывается в Большой Арал. Сбросы осуществляются главным образом в январь – август месяцы. Смотри таблицу 2.4.

Гидрологическая связь Северной и Восточной части Большого Аральского моря определяется пропускной способности сбросного сооружения Кокаральской плотины и уровенного режима в Северном море. Прямая связь между Северным и Большим Аралом (обратная отсутствует) возможно при отметке Северного моря от 41,75 м БС и выше.

Объемы попусков Северного моря в Большое Аральское море (Восточная часть) за конкретный период зависит от объема уровня воды в Северном море на начало этого периода, и притока воды по реке Сырдарья за этот период. На Рис.2.10 представлена связь между приточностью в Северный Арал и сбросами в Большое Аральское море, полученная по данным Гидромета Республики Казахстан за 2013-2018 годы.

В рамках проекта РРССАМ (Регулирование русла реки Сырдарьи и сохранение северной части Аральского моря) ведётся подготовка к увеличению высоты Кокаральской плотины на 6 метров с 42 до 48 метров и осуществлению переноса водосброса в Большой Арал из пролива Берга в залив Шевченко. При этом объём воды в Северном Арале увеличится с 27 км³ до 59 км³, что позволит увеличить глубину моря и подойти водам Малого Арала к бывшему порту Аральск на расстояние около 1 км. Соответственно изменится гидравлическая схема сброса воды из Северного Арала в Большой Арал.

Можно ожидать, что в будущем сбросы из Северного Арала в Большой Арал уменьшатся и существующая гидрологическая связь нарушится. Это будет вызвано уменьшением приточности в Северный Арал и увеличением потерь в Северном Арале (в случае реализации проекта РРССАМ).

Таблица 2.5. Анализ гидрологических связей Северного и двух южных водоёмов и оценка использования возможных избытков Северного моря для пополнения Восточной и Западной части моря

Годы	Показатели	Ед.изм	Янв	Фев	Мар	Апр	Май	Июн	Июл	Авг	Сен	Окт	Ноя	Дек	Год
2013	г/п Каратерен	млн.м ³	611	602	702	570	404	167	64	52	217	170	301	584	4444
	Уровень САМ	мБС	41,75	41,8	41,95	42,06	42,06	42,18	42,04	41,95	41,85	41,6	41,7	41,87	41,90
	Объем САМ	млн.м ³	25470	25422	25516	25997	25740	25248	24619	24253	23974	24114	24336	24724	24951
	Сброс БАМ	млн.м ³	754	689	705	11	33	49	35	3	0	0	0	145	2424
2014	г/п Каратерен	млн.м ³	700	699	552	247	621	288	233	211	399	316	285	576	5127
	Уровень САМ	мБС	41,87	41,92	42,05	42,15	42,38	42,38	42,38	42,4	42,22	42,15	42,01	41,99	42,16
	Объем САМ	млн.м ³	25149	25508	26111	25440	26617	26124	25620	25022	24746	24820	24695	24833	25390
	Сброс БАМ	млн.м ³	169	159	218	234	80	78	80	255	257	198,5	432	409,6	2570
2015	г/п Каратерен	млн.м ³	643	663	758	461	268	120	59	78	245	134	350	766	4545
	Уровень САМ	мБС	42,06	42,16	42,15	42,34	42,29	42,24	42,06	41,98	41,94	41,77	41,76	41,87	42,05
	Объем САМ	млн.м ³	25307	25680	26125	26296	25922	25424	24775	24317	24193	24341	24556	25090	25169
	Сброс БАМ	млн.м ³	413	392	464	382	60	47	32,7	4,3	0	55,47	257	332,8	2440
2016	г/п Каратерен	млн.м ³	830	576	463	70	51	44	214	183	638	158	433	644	4304
	Уровень САМ	мБС	41,97	42,04	42,04	42,02	42,02	42,01	41,99	41,96	41,93	41,82	41,81	41,81	41,95
	Объем САМ	млн.м ³	25184	24924	24723	24830	24581	24214	23963	23871	21011	24111	24477	24882	24231
	Сброс БАМ	млн.м ³	861,5	861,2	618	89,9	0,9	0	0	0	0	60	67	257	2816
2017	г/п Каратерен	млн.м ³	770	657	733	1022	973	694	582	607	557	579	1089	945	9208
	Уровень САМ	мБС	41,86	41,86	41,9	42,28	42,2	42,13	42,05	42,05	42,02	41,83	42,04	42,13	42,03
	Объем САМ	млн.м ³	25322	25635	25977	26405	25901	25056	24200	24020	23938	24139	24733	24699	25002
	Сброс БАМ	млн.м ³	327	342	387,76	493,43	1035	1052	835	184	166	396	481	962	6661
2018	г/п Каратерен	млн.м ³	760	585	693	569	203	87	30	39	222	170	388	605	4351
	Уровень САМ	мБС	42,09	42,02	42,06	42,05	42,05	42,03	41,97	41,92	41,78	41,56	41,61	41,69	41,90
	Объем САМ	млн.м ³	24562	24400	24354	24019	23733	23239	22614	22021	21741	21880	22234	22771	23131
	Сброс БАМ	млн.м ³	911	715	740	752	11	9	17	14	13	23	36	69	3310

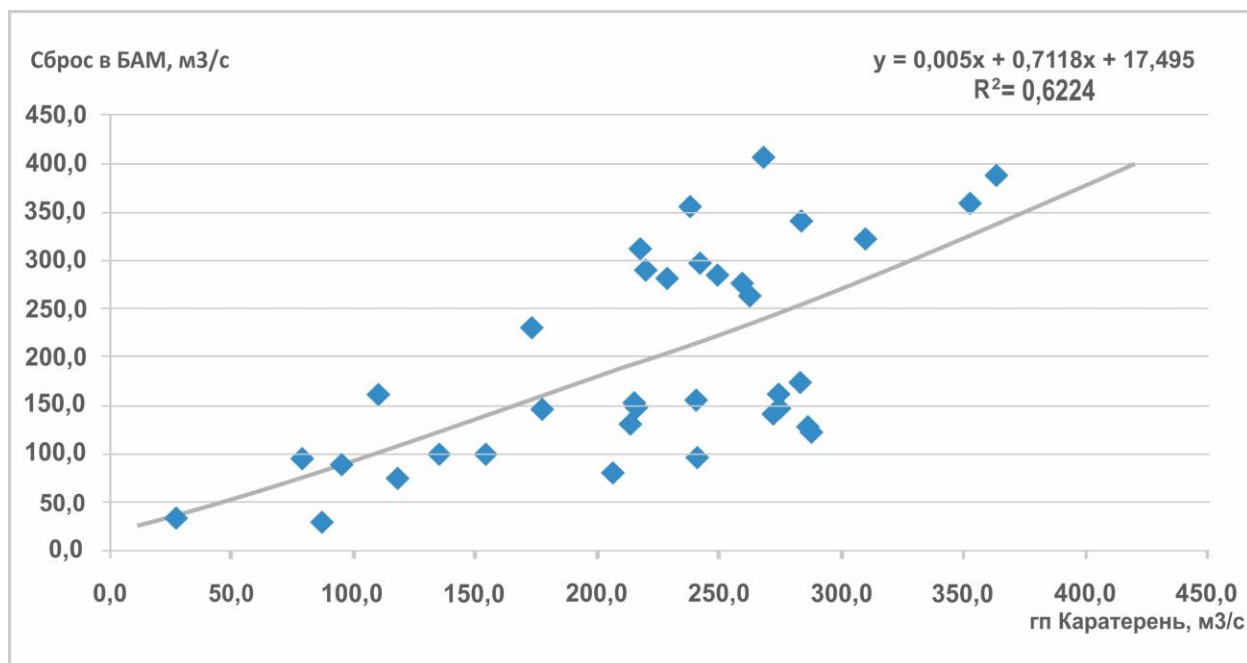


Рис.2.7. Сброс в БАМ из Северного моря за 2013-2018 годы



Рис. 2.8. Годовые объемы притока воды по гп Каратерень и сброс в Большое Аральское море

Таблица 2.6. Изменение зеркала Западного и Восточного моря при суммарной подаче воды

п - летки	Восточное море	Западное море
1 год	$y = 0,3753x - 4192,6$	$y = 0,0056x - 213,3$
	$R^2 = 0,6224$	$R^2 = 0,7985$
2 года	$y = 0,3041x - 6964,9$	$y = 0,0182x - 638,28$
	$R^2 = 0,6044$	$R^2 = 0,4598$
3 года	$y = 0,1793x - 5785,6$	$y = 0,0166x - 935,4$
	$R^2 = 0,4089$	$R^2 = 0,3815$

Рис.2.9. Кокаральская плотина



Анализ гидрологической связи Восточной и Западной части моря и прогноз их состояния на ближайшую перспективу

В 1989 году Аральское море распалось на два изолированных водоёма — Северное (Малое) и Южное (Большое) Аральское море. В 2003 году Южное Аральское море разделилось на западную и восточную части.

В настоящее время гидрологическая связь между Восточной и Западной частями Большого Аральского моря осуществляется через существующую протоку, а также посредством фильтрации вод из Восточной части в Западную. Космические снимки показывают (рис. 2.12), что осуществляется переток с Восточного моря на Западное, величина которого зависит от уровня и объема воды в Восточной части и перепада уровней между ними (рис. 2.13).

Обработка результатов мониторинга космических снимков и площадей водной поверхности Восточной и Западной частей, позволило нам оценить водный баланс данной территории. Выявлены зависимости площадей водной поверхности Восточной и Западной частей от суммарного притока в Большое Аральское море (сток реки Амударья, КДВ и сброс с Северного моря) (рис. 2.10 и 2.11.). Зависимости, полученные при анализе n-леток (1 год, 2 года, 3 года). Изменение площадей водной поверхности (dF) определялось как разница площади зеркала водной поверхности в конце расчетного периода и площади водной поверхности в начале периода.

Для Восточной части Большого Арала характерно увеличение площади водной поверхности при суммарной приточности к морю более 8 км^3 в год, при приточности к морю менее 6 км^3 в год происходит снижение площади водной поверхности моря. Поступающая в Восточную часть вода частично аккумулируется в этой емкости, частично поступает в Западную часть и частично теряется вследствие испарения и фильтрации.

Для Западной части характерен тренд на снижение отметок и площади водной поверхности, который осуществляется с разной интенсивностью падения, зависящий от притока воды к морю и наличия воды в Восточной части (перепада уровней между Восточной и Западной частями).

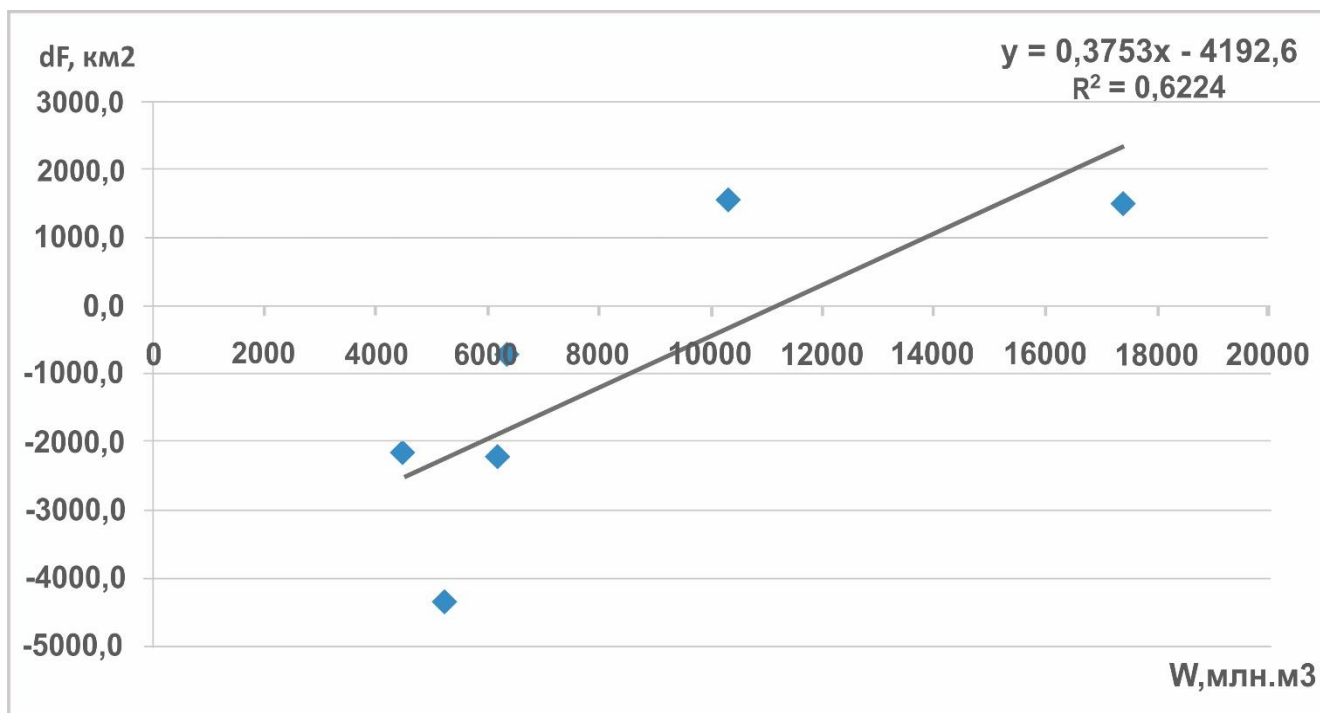


Рис.2.10. Изменение зеркала Восточного моря (F) при суммарной годовой подаче воды из рек Амударьи и Сырдарьи (W)

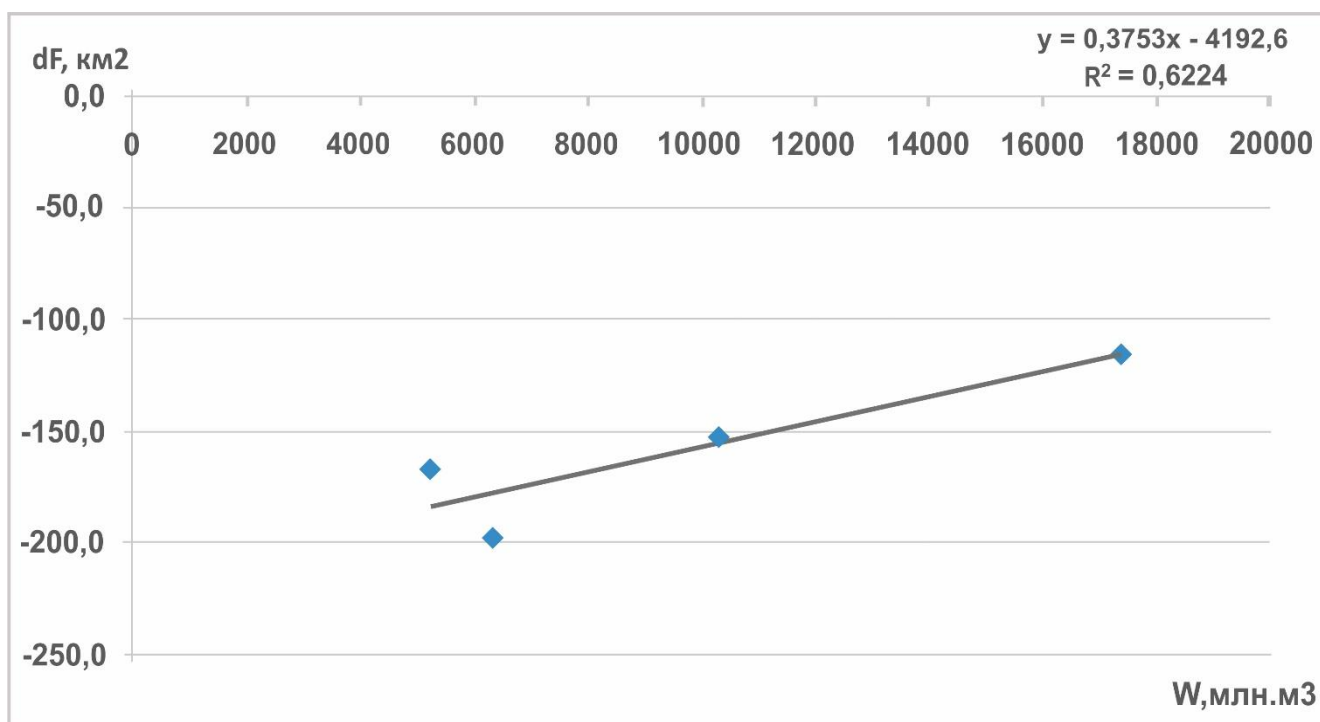


Рис.2.11. Изменение зеркала Западного моря (F) при суммарной годовой подаче воды из рек Амударьи и Сырдарьи (W)

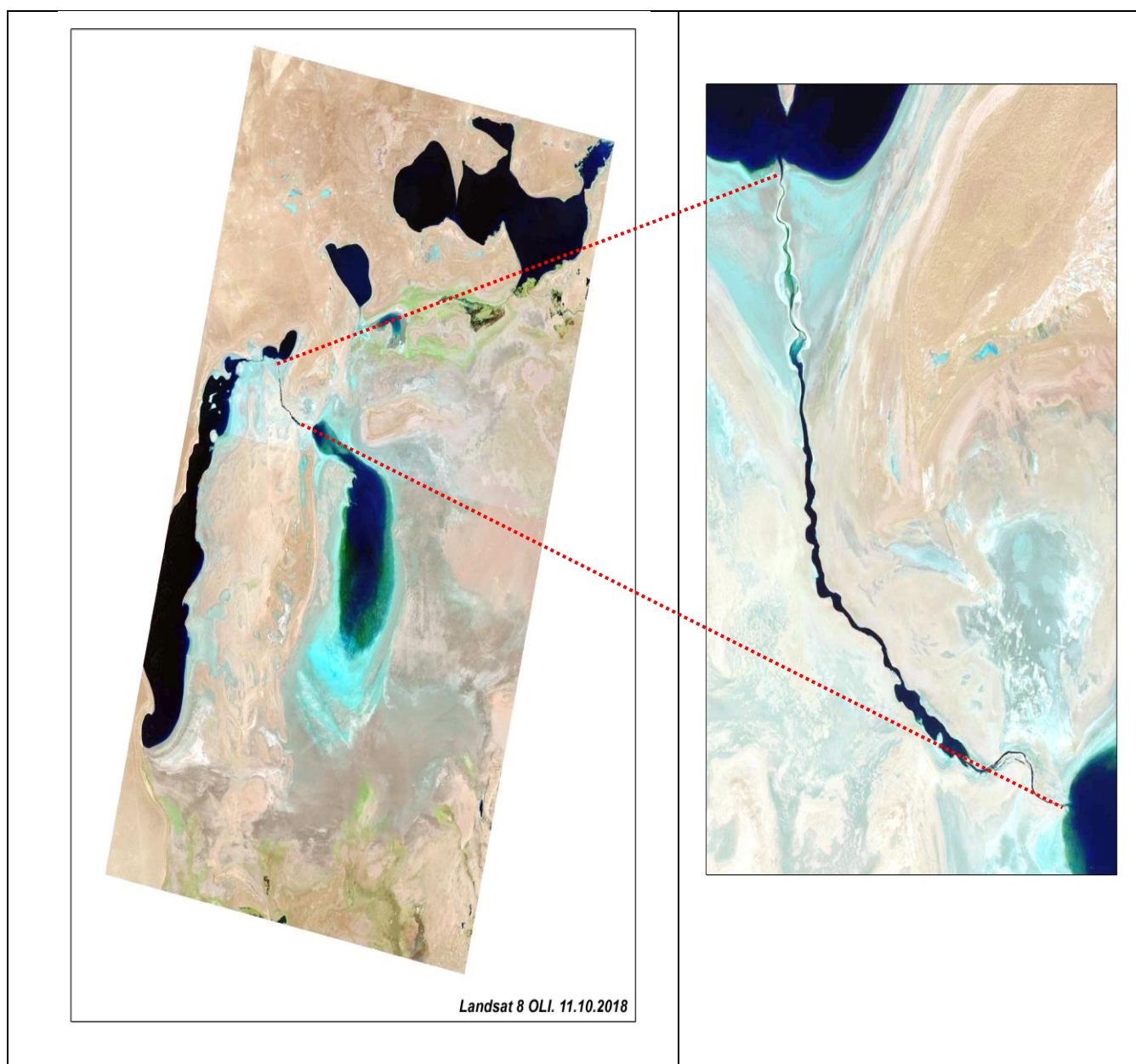


Рис. 2.12. Переток с Восточной части в Западную часть Большого Аральского моря

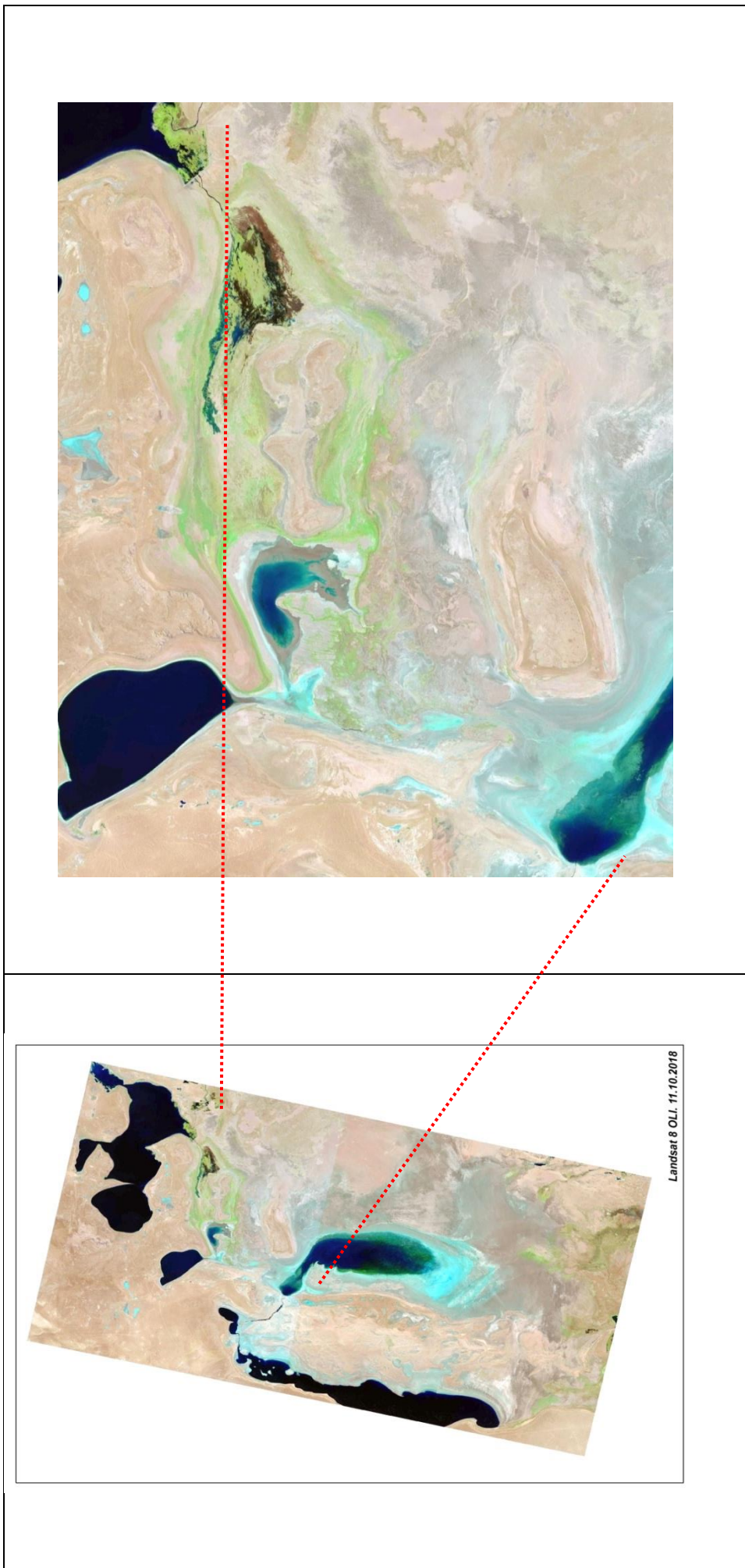


Рисунок. 2.13. Область перетока с Северного моря в Восточную часть Большого Аральского моря

3. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ РАЗВИТИЯ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА «VIS A VIS» УСЫХАНИЯ АРАЛЬСКОГО МОРЯ

Проект по Узбекской части был реализован в 1999-2000 гг. НИЦ МКВК в сотрудничестве с Mountain Unlimited, SIBICO International, Госэкомелиовод, DHV Consultants BV. Кроме того, в Казахской части участвовало Национальное экологическое общество Республики Казахстан (НЭО РК).

На основе оценки и анализа факторов, вызвавшие деградацию природного комплекса Приаралья, таких как:

- уменьшение притока воды к дельте и морю;
- падение уровня грунтовых вод;
- формирование автономного режима грунтовых вод;
- увеличение минерализации грунтовых вод;
- опустынивание - развитие эоловых процессов, соле- и пылепереноса,

были проведены исследования:

- в почвенно-природном комплексе (почвенные карты районов Приаралья),
- в растительном покрове территории Приаралья (тугайные леса);
- в снижении продуктивности искусственных и естественных ландшафтов;
- в популяции птиц;
- рыбопродуктивности.

Определены категории социального, экономического и экологического ущерба, а так же прямые и косвенные ущербы. Выполнен расчет потерь и их оценка.

Благодаря выполнению программы INTAS участникам совместного проекта удалось выполнить большую работу по анализу и обобщению имеющихся данных и подойти к оценке социально-экономического ущерба, который несет Южное Приаралье от усыхания Аральского моря.

Можно оспаривать точность собранных данных и методических подходов, но истина остается конкретной и четкой - принесенное в жертву развития региона Аральское море ежегодно приносит ущерб Южному Приаралью более 100 млн. долларов в год.

Результаты исследований позволяют сделать следующие выводы.

Основной зоной проявления негативного влияния усыхания Аральского моря, как определено материалами к «Концепции Казахстана, Кыргызстана, Таджикистана, Туркменистана и Узбекистана по решению проблем Арала и Приаралья с учетом социально-экономического развития региона»⁵ (1993), в Узбекской части определены четыре района Каракалпакстана: Муйнакский, Бозатаузский, Кунградский, Тахтакупырский, в Казахской части – Аральский и Кызылординский район Кызылординской области.

⁵ <http://www.cawater-info.net/library/rus/gov8.pdf>

Бассейн Аральского моря является внутренним водосборным бассейном, не имеющим связи с открытым морем, поэтому любые изменения естественных притоков и увеличение водопотребления на территории водосбора и сопряженной с ним территорией, должны были привести к уменьшению притока в Аральское море и соответственно к его деградации. Это прекрасно понимали и первые идеологи развития орошения в России начала XX века, которые эту мысль озвучили еще в 1908 году устами А.И. Воейкова, а затем в 1913 году руководителя водного сектора бывшей царской России В.И. Масальского. Он видел конечную цель в «использовании всех водных ресурсов края и создании нового Туркестана, разрабатывая десятки миллионов гектаров новых земель и обеспечивая потребности русской промышленности в хлопке»[9].

Интенсивное развитие орошаемого земледелия и водного хозяйства после 1960 года, вызванное быстрым ростом населения и одновременно развитием промышленности, бесспорно, имело положительное значение для социального развития всего региона Аральского моря, хотя и привело к резкому увеличению водозабора из рек и соответственно уменьшению притока в Арал. В таблице 3.1 приведены основные параметры водопользования в бассейне Аральского моря. Эти параметры свидетельствуют о том, что с момента начала снижения Аральского моря водозабор увеличился в 1,96 раз, но в то же время население выросло в 2,7 раза, орошаемые площади - в 1,7 раз, сельскохозяйственная продукция - в 3 раза, а валовый национальный продукт – почти в 5 раз к 1990 г!

Таблица 3.1

Динамика водопользования с 1940 года

Показатель	Ед. изм.	1940	1960	1970	1980	1990	2000	2003	2005	2010	2012	2015	2017
Население	10 ⁶	10,6	14,1	20,0	26,8	33,6	41,5	43,8	44,0	48,5	50,0	51,5	53,3
Орошаемая площадь	10 ³ га	3800,0	4510,0	5150,0	6920,0	7600,0	7890,0	7900,0	8434,0	8244,5	8241,6	7757,4	8093,1
Суммарный водозабор	км ³ /год	52,3	60,6	94,6	120,7	116,3	100,9	118,0	116,3	109,9	102,7	107,2	103,2
в т.ч. на орошение	км ³ /год	48,6	56,2	86,8	106,8	106,4	90,3	109,6	91,4	92,3	84,9	93,6	95,4
	м ³ /га	13763,2	13439,0	18361,2	17440,8	15298,7	12784,5	14936,7	13794,2	13325,2	12466,0	12059,4	11781,7
Водопользование	м ³ /чел/год	4934,0	4298,6	4728,0	4503,4	3460,4	2430,6	2695,3	2645,9	2267,3	2056,8	2082,0	1935,2
ВВП	10 ⁶ долл. США	12,2	16,1	32,4	48,1	74,0	54,0	34,4	29,5	78,2	111,3	138,4	124,3

В течение последних трех десятилетий с 1960 по 1990 годы орошаемое земледелие и сопряженные отрасли экономики, включая производство для орошаемого земледелия, переработку сельхозпродукции, гидроэнергетику, строительство и эксплуатацию, давали более 50% совокупного валового продукта в регионе. Таким образом, оно обеспечивало большую долю занятости сельского населения в регионе, которое составляло в среднем 60% от общей численности. Рост годового валового продукта за эти тридцать лет в отраслях, связанных с использованием воды, составил почти 30 млрд. долл. в год при экономической системе бывшего СССР. Но даже и сейчас в нынешних резко упавших ценах на сельхозпродукцию этот прирост в абсолютных величинах к 1960 г. составляет более 10 млрд. долларов в год. При этом доля продукции водного хозяйства, включая сельское хозяйство, гидроэнергетику, и сопряженные отрасли, упала до 18-24% в разных странах региона к 2000 г. [10] Бесспорно, резкое уменьшение производства в регионе в целом, увеличение доли минерального сырья, особенно добычи и переработки топлива, снижение внимания к водному сектору, оказали влияние на эффективность использования воды. Характерно, что наблюдающееся ухудшение в использовании воды по экологическим показателям, оказалось намного ниже, чем темпы падения многих отраслей промышленного производства.

Ради объективности следует отметить, что объемы ВВП и сельхозпроизводства на базе развития водного хозяйства могли бы быть намного выше, если бы были учтены в советское время два возможных направления повышения эффективности комплексного использования воды:

- ускоренное применение водосберегающих технологий, как это было сделано на новых системах орошения Голодной, Каршинской, Кызылкумской степей, где КПД систем достиг 0,75 вместо 0,56-0,60 в среднем и где продуктивность воды составляла 0,2-0,3 \$/м³ против средней по бассейну 0,11-0,13 \$/м³ [11];
- ликвидация низкого уровня переработки продукции орошаемого земледелия в регионе, а не ориентация на удовлетворение потребностей метрополии в сырье и повышение занятости населения путем большого вовлечения населения в получение конечной продукции. В настоящее время это направление приняли Казахстан, Туркменистан и Узбекистан, однако время упущено.

Расчеты показывают, что, если бы эти положения были учтены в советское время, общий объем водозабора мог бы быть ограничен на уровне 86 – 95 км³ в год с тем, чтобы поверхность Аральского моря была на отметке 35 м.

Усыхание Аральского моря привело к следующим последствиям:

- интенсивное развитие опустынивания окружающих территорий Приаралья;
- в связи с резким уменьшением стока реки Амударьи, прекращением разливов и затоплений ее поймы число озер и занимаемая ими площадь сильно сократились. В настоящее время здесь имеется около 10 озер. Суммарная площадь их зеркала сильно колеблется по годам и сезонам, но не превышает 75 тыс.га. На долю естественных озер приходится лишь около 5 тыс.га, но и они подпитываются сбросными водами;
- прогресс процесса засоления почв. В 1975 году в Каракалпакстане 43% орошаемых земель были засолены, в 1985 году - около 80%, а в 1997 году - около 94%. Наиболее сильным фактором опустынивания является развитие эоловых процессов и переноса солей и пыли с осушенного дна моря и с других участков окружающих пустынь; характерная особенность – активность солепылепереноса сначала постепенно нарастает, достигая максимума в 1986-1988 гг., а затем снижается и стабилизируется;

- интенсивная деградация почвенно-природного комплекса. В целом в зоне Приаралья такырные и солончаковатые почвы увеличились на 91 тыс. га, солончаки и пески – на 43 тыс. га, пески, закрепленные и незакрепленные с пятнами пустынных и песчаных почв и солончаков - на 130 тыс. га. Изменения в такырных солончаковатых почвах с вкраплениями песчаных почв и солончаков, а так же в серо-бурых солончаковатых почвах незначительные. Лугово-болотные солончаковатые и незасоленные почвы сократились на 266,6 тыс. га;
- изменение растительного покрова происходит соответственно изменению ландшафтов; сокращение площади тугайной растительности, тростниковых зарослей более, чем на порядок. Для дельты Амударьи характерно снижение площади луговых и тугайных ландшафтов и постепенное увеличение территорий с ландшафтами солончаковых, такырных и песчаных равнин;
- значительное изменение местного климата. Микроклимат изменяется в пределах нескольких десятков километров от уреза бывшего моря уровня 1960г. В среднем летняя температура воздуха выросла на 0,1°-0,4°С, весенняя на 0,5°-0,7°С. Зимняя и осенняя температуры снизились на 0,2°-0,6°С и 0,5°-1,3°С соответственно. Дневная амплитуда температур в прибрежье увеличилась, и уменьшилась относительная влажность воздуха, особенно в теплую пору года;
- благодаря созданию системы искусственных озер удалось сохранить количество мигрирующих птиц в целом, особенно на системах Караджарской, Судочьинских и Междуреченских. При осуществлении системы регулирования дельтовых озер, намеченных ныне, имеется полная возможность сохранить эту благоприятную продуктивность птичьих популяций. Наиболее перспективны Судочье, Междуречье, Джилтырбас, Караджар;
- количество рыбы в прилегающих озерных системах сократилось более чем в 20 раз.

В связи с быстрым отступлением уровня моря дальнейшее проведение оздоровительных мероприятий на побережье оказалось невозможным; так же резко сократился поток туристов, приезжающих на рыбную ловлю и охоту.

По оценке проекта, прямые потери в зоне Южного Приаралья составляют в годовом исчислении (в млн. долларов):

- в орошаемом земледелии - 6,55;
- в рыбоводстве и отлове рыбы - 28,57;
- в вылове ондатры - 4,0;
- в продукции животноводства - 8,4;
- в рекреации и туризме - 11,16

Итого в сельском хозяйстве: 58,68.

- в рыбной промышленности - 9,0;
- в переработке пушнины - 18,0;
- в переработке камыша - 12,6;
- в потере транспорта - 1,0.

Итого потери в промышленности - 40,6.

Всего в производстве - 99,28.

- косвенные потери - 16,74;
- социальные потери - 28,81

Таким образом, суммарные прямые и косвенные социально-экономические потери от экологической катастрофы в Приаралье составили 144,83 млн. долларов США.

Ряд завершенных и разрабатываемых ныне проектов позволяют оценить предварительно общую стоимость гидротехнических сооружений, которые могут создать в какой-то степени более или менее устойчивое водоснабжение и обводнение Приаралья. Гидротехнический комплекс постоянных и временно действующих водоемов требует ориентировочно около 91 млн. долларов, к которым следует добавить стоимость поддержания Западного моря – около 140-160 млн. долларов США. Какую часть природного комплекса удастся при этом восстановить, и какую часть ущерба уменьшить, покажут более детальные расчеты. Но уже сейчас видно, что размеры ежегодного ущерба Южному Приаралью практически соизмеримы с размером необходимых капвложений в их приведенном исчислении.

При оценке социально-экономического и экологического ущерба на уровне 2002 в зоне Северного Приаралья НИЦ МКВК [12] были получены следующие показатели:

Прямые потери составляют в годовом исчислении (в млн. долларов):

- в орошаемом земледелии – 13;
- в рыбоводстве и отлове рыбы – 2,6;
- в вылове ондатры – 0,3;
- в продукции животноводства – 8,2;
- в рекреации и туризме – 4,3

Итого в сельском хозяйстве: 28,4.

- в рыбной промышленности – 0,8;
- в переработке пушнины – 2,2;
- в переработке камыша - 2,6;
- в потере транспорта – 0,3.

Итого потери в промышленности – 5,9

Всего в производстве – 34,3.

Косвенные и социальные потери – 13,66

Таким образом, суммарные прямые и косвенные социально-экономические потери от экологической катастрофы в Северном Приаралье составили 47,96 млн. долларов США.

Современное состояние социально-экономического развития зоны Приаралья

2000-2001 годы, послужившие базой для определения ущерба в Приаралье, были последними годами резкого спада экономики и всех отраслей ее в этом регионе, так же как и в целом по Узбекистану. Начиная с этого периода численность населения Приаралья, возрастает на 155,4 тыс. человек к 2018 г. или на 16,3 %. Тем не менее, в отдельных районах Приаралья население продолжает выбывать. Так, по состоянию на 1 января 2018 года число выбывших составило (тыс. чел): в г.Нукусе (3,6), в Чимбайском (1,3), в Ходжейлийском (1,2), в Кегейлийском (1,1) и в Тахиаташском районе (0,9)⁶. Это обусловлено целым рядом социально-экономических условий, а также неустойчивой экологической обстановкой в зоне Приаралья.

⁶ http://www.qrstat.uz/images/PRESSRELIZLER/2017/Demografiya/yanvar-dekabr_ru.pdf

Если к 2001 г. общая площадь неиспользуемых орошаемых земель в Каракалпакстане составила 227,6 тыс. га, в том числе в Приаралье 156 тыс. га, то к 2011 г. соответственно 183,6 тыс. га и 138 тыс. га, т.е. большая часть неиспользуемых земель в Каракалпакстане приходится на Приаралье.

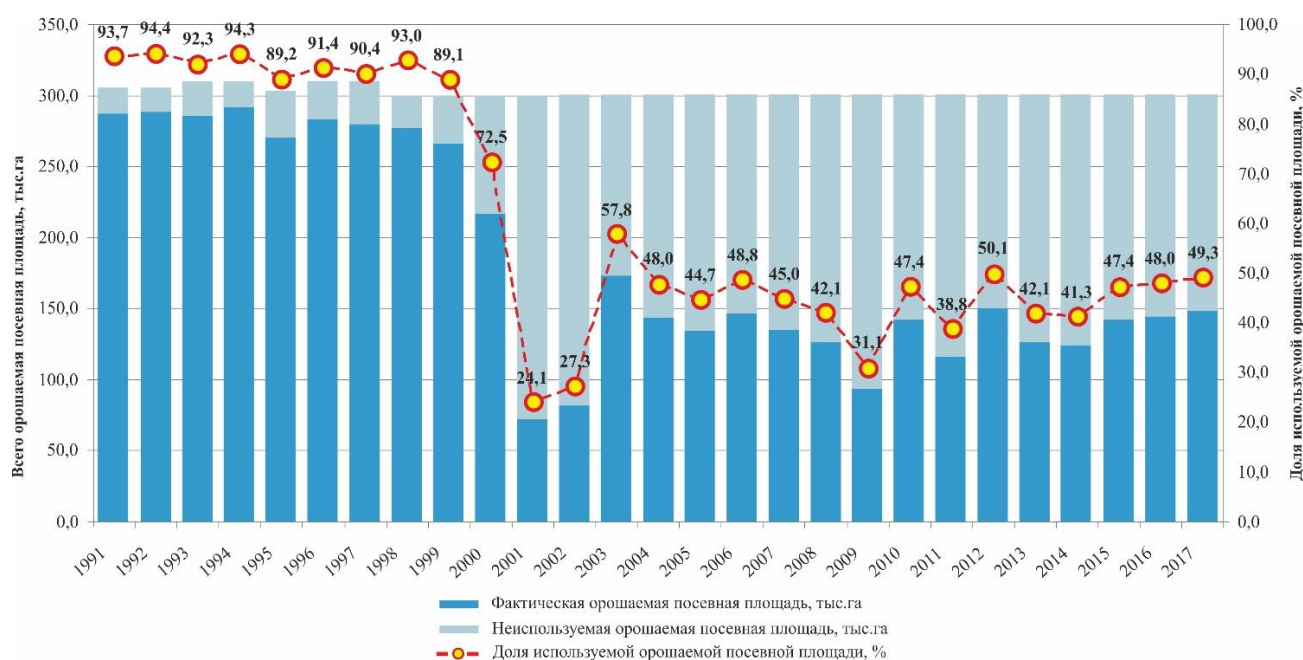


Рис. 3.1. Динамика изменения использования орошаемых посевных площадей в зоне Приаралья

Вместе с тем, продуктивность земель в зоне Приаралья и в целом по Узбекистану с 1995 г. по 2002 г. резко колебалась и имеет неустойчивый характер. Однако, с 2002 г. наблюдается тенденция стремительного роста этих показателей. Критический уровень этих показателей приходится на маловодные годы (1998 г., 2000-2002 гг.).

При этом, продуктивность земли в зоне Приаралья значительно ниже чем в целом по Узбекистану. Так, если в 1995 г. она составляла в среднем 250,3 \$/га или в 2,2 раза ниже средне республиканского значения в 559,8 \$/га, то в 2017 г. этот показатель составил уже 691,3 \$/га, что почти в 4 раза ниже средне республиканского значения в 2 483,2 \$/га. Объясняется это различными причинами: составом культур (в зоне Приаралья более 55% площади заняты под хлопчатником и пшеницей, в остальных областях республики доля кассовых культур выше); степенью засоленности земель, технологией выращивания (в Андижанской области широко применяется посевы под пленкой) и обеспеченностью трудовыми ресурсами (дефицит особо характерен для Республики Каракалпакстан).

За период с 1991 по 2017 гг. в зоне Приаралья наблюдается существенное увеличение (в 11,2 раза) посевных площадей под пшеницей, что составило 44,2 тыс.га. Незначительное увеличение наблюдалось по картофелю (на 1,6 тыс.га), овощам (на 2,5 тыс.га) и винограду (на 0,7 тыс.га). Это увеличение производилось за счет сокращения посевных площадей кормовых культур (в 10 раза – 90,3 тыс.га), риса (в 2,6 раза – 49,9 тыс.га), хлопчатника (примерно в 2 раза – 36,8 тыс.га) и кукурузы на зерно (в 3,6 раза – 4,5 тыс.га) (таблица 3.2).

Таблица 3.2.

Динамика изменения размещения сельскохозяйственных культур в зоне Приаралья

	1991 г.	1995 г.	2000 г.	2005 г.	2010 г.	2015 г.	2017 г.	Изменение в 2017 г. к 1991 г., тыс.га
Пшеница	3,9	15,1	25,9	44,8	46,2	44,4	44,2	40,3
Кукуруза на зерно	6,2	6,4	6,4	0,4	0,7	1,5	1,7	-4,5
Рис	81,7	87,1	51,0	13,8	27,9	27,9	31,8	-49,9
Хлопчатник	78,4	73,7	67,0	46,5	42,7	43,0	41,6	-36,8
Картофель	0,5	0,7	0,4	0,5	3,7	1,9	2,1	1,6
Овощи	4,1	4,7	4,5	3,4	3,6	6,2	6,7	2,5
Бахчевые	9,0	4,2	4,9	2,7	3,6	6,1	8,0	-1,0
Плоды и ягоды	2,8	2,8	2,2	1,2	1,6	1,9	2,0	-0,8
Виноград	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,8	0,7
Кормовые культуры	100,3	76,3	55,2	21,2	12,8	9,6	9,9	-90,3
Всего посевные площади	287,0	271,2	217,6	134,7	142,9	143,0	148,9	-138,2

Источник: расчеты авторов на основе данных Госкомстата РУз.

При этом, как было сказано выше, за счет нехватки воды общая посевная площадь в зоне Приаралья сокращена на 138,2 тыс.га по сравнению с 1991 г. и составила 148,9 тыс.га в 2017 г. Резкий скачок сокращения посевных площадей основных видов сельскохозяйственных культур наблюдался в засушливые годы. Вместе с тем с 2005 г. наблюдается умеренный рост увеличения площадей картофеля, плодовоовощных и бахчевых культур, а также винограда.

Как видно из рис. 3.2, исходя из состояния земельно-водных ресурсов и природно-климатических условий зоны Приаралья, в долях размещения сельскохозяйственных культур положительного изменения не наблюдается.



Рис. 3.2. Динамика изменения доли сельскохозяйственных культур, размещенных в зоне Приаралья

Источник: расчеты авторов на основе данных Госкомстата РУз

Так, если в 1991 г. в зоне Приаралья сельскохозяйственные культуры размещены на следующих долях: пшеница – 1,4%; рис – 28,5%, хлопчатник – 27,3%, кормовые культуры – 34,9% и другие культуры – 7,9%, то в 2017 г. эта доля выглядит следующим образом: пшеница – 29,7%; рис – 21,4%; хлопчатник – 27,9%; кормовые культуры – 6,7% и другие культуры – 14,3%.

За анализируемый период в зоне Приаралья наблюдается высокий рост в производстве следующей сельхозпродукции: пшеницы – в 27,7 раза или на 86,4 тыс. тонн по сравнению с 1991 г. (фактором роста являются увеличение площади и урожайности); винограда – в 35,7 раза или на 2,7 тыс. тонн (фактор роста, в основном, - повышение урожайности и частично площади); картофеля – в 23,9 раза или на 23,9 тыс. тонн (фактор роста, в основном, - повышение урожайности и частично площади).

Вместе с тем умеренно росло производство овощей – в 3,1 раза или на 75,9 тыс. тонн по сравнению с 1991 г., а также плодов и ягод - в 2,3 раза или на 7,2 тыс. тонн и бахчевых - в 1,1 раза или на 6,2 тыс. тонн (таблица 3.3).

Таблица 3.3.

Динамика изменения производства сельскохозяйственных культур в зоне Приаралья

	1991 г.	1995 г.	2000 г.	2005 г.	2010 г.	2015 г.	2017 г.	Изменение в 2017 г. к 1991 г., тыс. тонн
Пшеница	3,2	21,8	52,2	104,9	113,8	89,3	89,7	86,4
Кукуруза на зерно	11,5	4,7	0,7	0,6	1,8	4,6	4,2	-7,3
Рис	273,1	120,8	6,6	25,6	60,2	49,1	74,2	-198,9
Хлопок-сырец	127,6	136,8	53,5	91,6	78,1	80,3	82,6	-45,0
Картофель	1,0	1,5	0,6	2,9	15,4	21,0	25,0	23,9
Овощи	36,1	34,1	7,8	16,3	66,6	128,8	112,0	75,9
Бахчевые	70,2	24,5	8,2	14,8	40,7	70,2	76,4	6,2
Плоды и ягоды	5,5	4,5	2,7	2,2	8,8	13,4	12,7	7,2
Виноград	0,1	0,3	0,6	0,7	1,4	2,3	2,8	2,7

Источник: расчеты авторов на основе данных Госкомстата РУз.

Вместе с тем, объемы производства некоторых видов сельхозпродукции (например, рис, хлопок-сырец и кукуруза на зерно) значительно сократились за счет сокращения посевных площадей и урожайности.

Так, производство риса сократилось в 3,7 раза или на 198,9 тыс. тонн по сравнению с 1991 г., а также хлопка-сырца в 1,5 раза или на 45,0 тыс. тонн и кукурузы на зерно в 2,8 раза или на 7,3 тыс. тонн. Как видно из таблицы 2, в маловодные годы (2001-2002 гг. и, как следствие, 2003 г.) производство всех видов сельхозпродукции, кроме пшеницы и винограда резко сократилось.

Несмотря на стремительный рост производства основных видов сельскохозяйственной продукции на душу населения, потребление данных видов продукции на сегодняшний день остается низким (за исключением овощей и бахчевых) по отношению к рекомендуемым медицинским нормам (таблица 3.4).

Таблица 3.4.

Динамика производства основных видов сельскохозяйственных культур на душу населения в зоне Приаралья, кг/год

Годы	Картофель	Овощи и бахчи	Фрукты и ягоды	Виноград
2000	0,7	16,8	2,8	0,6
2005	2,9	31,7	2,2	0,7
2010	15,0	104,1	8,5	1,4
2015	19,4	184,0	12,4	2,2
2017	22,5	170,0	11,5	2,5
Рекомендуемая норма⁷, кг/год	54,6	119,4	65,9	

Источник: расчеты авторов на основе данных Госкомстата РУз.

За анализируемый период в зоне Приаралья по всем сельскохозяйственным культурам, кроме риса наблюдается тенденция повышения средней урожайности. При этом показатели средней урожайности сельскохозяйственных культур разнятся в зависимости от водности года (таблица 3.5).

Таблица 3.5.

Динамика изменения средней урожайности сельскохозяйственных культур в зоне Приаралья

	1991 г.	1995 г.	2000 г.	2005 г.	2010 г.	2015 г.	2017 г.	Изменение в 2017 г. к 1991 г., ц/га
Пшеница	7,0	13,5	16,6	23,8	32,3	16,8	23,1	16,2
Кукуруза на зерно	17,3	6,9	7,7	14,8	28,8	25,2	24,7	7,4
Рис	23,3	10,9	11,4	15,8	16,7	15,3	22,2	-1,1
Хлопчатник	10,4	12,9	6,7	14,8	12,1	14,1	16,9	6,5
Картофель	17,1	18,2	34,2	45,3	67,6	78,9	105,4	88,3
Овощи	64,0	50,2	47,8	63,4	133,5	144,9	161,3	97,2
Бахчевые	59,6	48,2	44,4	51,5	104,3	94,7	104,3	44,6
Плоды и ягоды	30,9	31,6	17,6	27,5	64,9	85,4	84,9	54,0
Виноград	17,8	17,3	21,6	33,4	17,3	60,3	83,5	65,7

Источник: расчеты авторов на основе данных Госкомстата РУз.

⁷Норма потребления, рекомендованная Министерством здравоохранения Республики Узбекистан.

Вместе с тем, несмотря на рост средней урожайности основных видов сельскохозяйственных культур в зоне Приаралья остается низким по сравнению с южными регионам Каракалпакстана и в целом по Республике Узбекистан. Так, на сегодняшний день, средняя урожайность пшеницы в зоне Приаралья на 38,2% ниже, чем в южных регионах Каракалпакстана, и почти на 50% ниже средне республиканского значения (рис. 3.3).

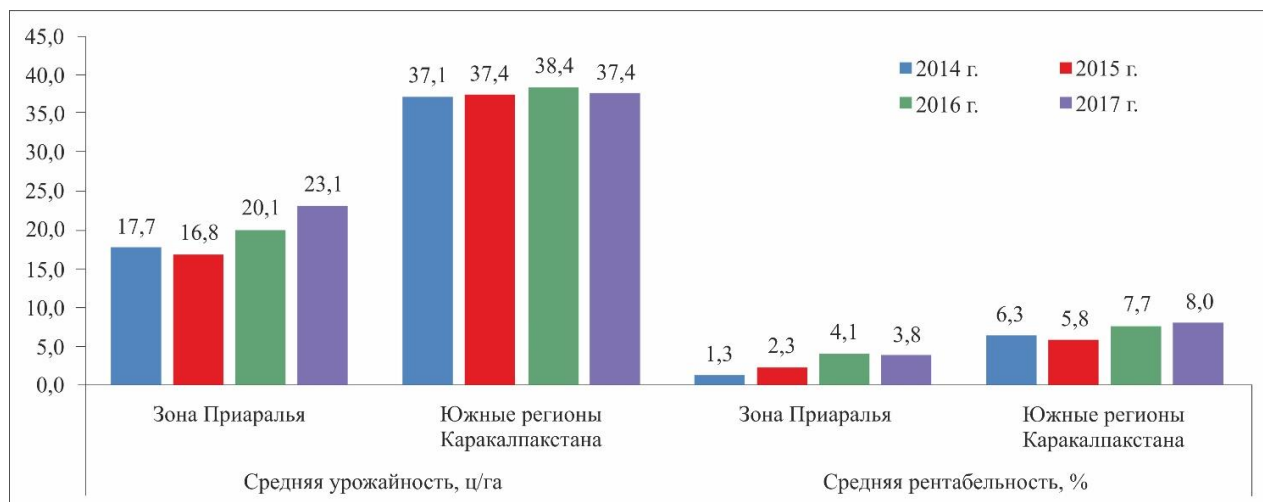


Рис. 3.3. Сравнительная оценка динамики изменения средней урожайности и рентабельности пшеницы в зоне Приаралья

Источник: расчеты авторов на основе данных МСХ РК и Госкомстата РУз.

Более того, в 2017 г. при росте средней урожайности пшеницы (от 20,1 ц/га до 23,1 ц/га) снизилась средняя рентабельность (от 4,1% до 3,8%) по сравнению с прошлым годом, а в южных регионах Каракалпакстана наоборот, снизилась урожайность пшеницы, а рентабельность незначительно повысилась.

Такая же тенденция наблюдается в показателях средней урожайности и рентабельности хлопка-сырца. Так, при росте средней урожайности хлопчатника в зоне Приаралья в 1,9 ц/га с прошлого года, средняя рентабельность снизилась на 0,4%. А в южных регионах Каракалпакстана рост средней урожайности составил – 0,3 ц/га при этом средняя рентабельность снизилась на 8,9% (рис. 3.4).

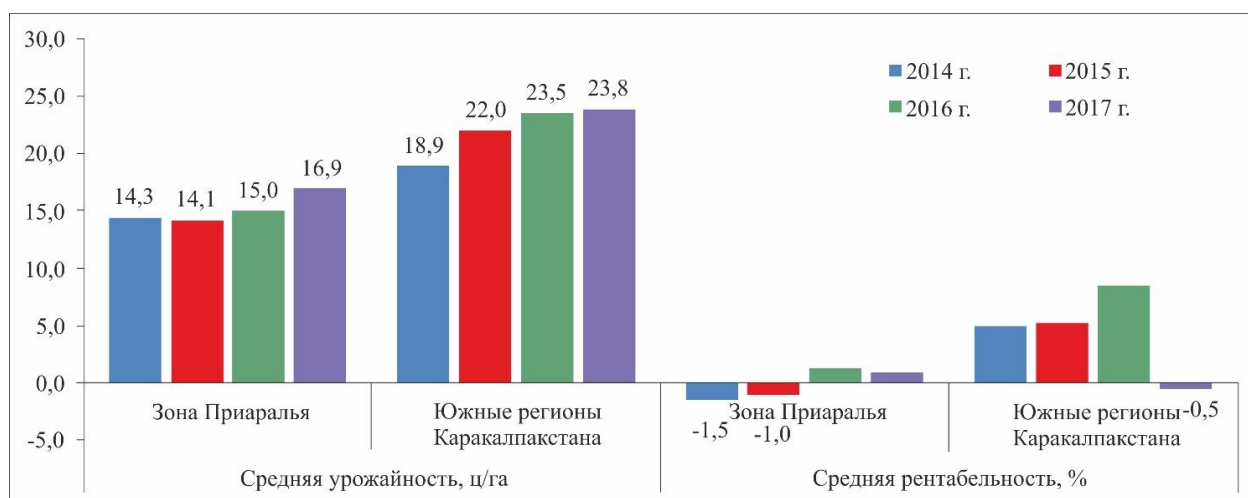


Рис. 3.4. Сравнительная оценка динамики изменения средней урожайности и рентабельности хлопчатника в зоне Приаралья

Источник: расчеты авторов на основе данных МСХ РК и Госкомстата РУз.

Как видно из выше описанного анализа, четкая взаимосвязь между урожайностью и экономической заинтересованностью (рентабельностью) в производстве пшеницы и хлопчатника, отсутствует. Такое положение объясняется отсутствием взаимосвязи между затратами на производство и закупочными ценами на пшеницу и хлопчатник, то есть диспаритетом цен между сельскохозяйственной и промышленной продукцией, что означает неэквивалентный обмен стоимостями по издержкам и созданному доходу.

В переходный период этот процесс проявился отчетливее в результате отставания темпов роста цен на сельскохозяйственную продукцию по сравнению с темпами роста цен на материально-технические ресурсы промышленного происхождения, потребляемых в сельском хозяйстве. В конечном счете, неэквивалентный обмен стоимостями между этими отраслями приводит к тому, что возможности сбережений в сельском хозяйстве как условия его дальнейшего роста ограничиваются еще больше⁸.

Животноводческий сектор играет важную роль в экономике Приаралья, составляя более чем 40,2% валового производства сельхозпродукции в 2017 г. в зоне Приаралья.

Основной чертой данного сектора является то, что большая часть животноводческой продукции производится мелкими дехканскими хозяйствами владеющими, в среднем, 1 коровой и обрабатывающими 0,2 гектара земли. Производство животноводческой продукции в дехканских хозяйствах играет важную социальную роль, будучи важным источником дохода и продовольственных продуктов для сельских семей. Тем не менее, малый размер подавляющего большинства животноводческих хозяйств создает значительные сложности в применении современных технологий и ограничивает потенциальный эффект масштаба, что приводит, например, к низким надоям⁹.

Развитие сектора животноводства Приаралья сталкивается с такими трудностями, как нехватка кормовой базы для разведения полноценных животных и качественной сервисной инфраструктуры для животноводов. Как видно из выше описанного анализа площадей, за анализируемый период в зоне Приаралья сокращено 90,3 тыс.га кормовых культур.

Одним из важнейших факторов, влияющих на рост валового выхода продукции животноводства, является увеличение поголовья скота и птицы. В частности, увеличение поголовья животных не сопровождалось соответствующим увеличением в производстве кормовых культур для животных.

Так, в 2017 году по сравнению с 1991 годом в целом по зоне Приаралья поголовье крупного рогатого скота увеличилось в 2,3 раза или на 297,6 тыс.голов, из которых коров в 1,9 раза или на 75,2 тыс. голов, овец и коз в 1,7 раза или на 245,6 тыс. голов и птицы в 1,8 раза или 0,7 млн.голов (таблица 3.6).

⁸ http://www.cer.uz/upload/iblock/4ed/2012_04_xmwhxvwygtcpqp%20bkgdrywulhsjjalewhid%20yqboaf%20whcomqrucmrmleottoiety%20lwpfwjbrbwjeawfcenvgnkxzno.pdf

⁹ http://www.uz.undp.org/content/dam/uzbekistan/docs/Publications/UN-Publications/Pb_Livestock/un_uzb_PB_Livestock_rus.pdf

Таблица 3.6.

Динамика изменения численности поголовья скота и птицы в зоне Приаралья

	1991 г.	1995 г.	2000 г.	2005 г.	2010 г.	2015 г.	2017 г.	Изменение в 2017 г. к 1991 г.
Крупный рогатый скот, тыс.голов	232,4	227,3	207,9	239,7	377,4	451,3	530,0	297,6
в том числе: коровы, тыс.голов	86,1	92,2	87,0	98,3	128,1	146,8	161,3	75,2
Овцы и козы, тыс.голов	367,5	314,8	278,0	338,6	445,4	550,3	613,1	245,6
Птиц, млн.голов	0,9	0,4	0,4	0,4	0,7	1,3	1,7	0,7

Источник: расчеты авторов на основе данных Госкомстата РУз.

Основными составляющими продукции животноводства в зоне Приаралья являются производство мяса скота и птицы, молока, яиц. За анализируемый период в зоне Приаралья производство мяса увеличилось на 25,5% или на 6,0 тыс.тонн, производство молока - на 85,5% или на 77,4 тыс.тонн и яиц - на 67,1% или на 47,3 млн.штук (таблица 3.7).

Таблица 3.7.

Динамика производства продукции животноводства в зоне Приаралья

	1991 г.	1995 г.	2000 г.	2005 г.	2010 г.	2015 г.	2017 г.	Изменение в 2017 г. к 1991 г.
Мясо в убойном весе, тыс.тн	23,6	13,6	11,6	12,0	16,5	25,9	29,6	6,0
Молоко, тыс.тн	90,5	78,0	55,4	55,1	74,8	161,1	167,8	77,4
Яйца, млн.шт	70,4	21,2	10,8	13,4	20,5	98,5	117,7	47,3

Источник: расчеты авторов на основе данных Госкомстата РУз.

Сегодняшний объем производства продукции животноводства, то есть мяса, молока и яиц не удовлетворяет требованиям сбалансированного рациона населения. Так, анализ таблицы 7, показывает, что производство мяса на душу населения имеет тенденции роста и составляет 26,8 кг/чел./год, что почти в 2 раза ниже рекомендуемых норм потребления, соответственно молока – 151,5 кг/чел./год, что на 3,2% ниже, а яиц – 106,3 кг/чел./год, что в 3 раза ниже.

Таблица 3.8.

Динамика производства продукции животноводства на душу населения в зоне Приаралья

Годы	Мясо	Молоко	Яйца
2000	12,1	58,2	11,4
2005	12,2	56,2	13,7
2010	16,1	72,7	19,9
2015	23,9	149,0	91,1
2017	26,8	151,5	106,3
Рекомендуемая норма¹⁰, кг	46,1	156,3	295,0

Источник: расчеты авторов на основе данных Госкомстата РУз.

¹⁰Норма потребления, рекомендованная Министерством здравоохранения Республики Узбекистан.

Следует отметить, что в настоящее время Приаралье приобретает промышленную специализацию. По мнению экспертов, рост промышленности Каракалпакстана в ближайшие годы будет связан с освоением месторождений углеводородного сырья на плато Устюрт в Муйнакском и Кунградском районах. Перспективными являются проекты по налаживанию производства металлов на базе Тебинбулакского и Зинелбулакского месторождений, цемента и вермикулита в Караузякском районе, а также других видов строительной продукции практически во всех районах республики¹¹.

Таким образом, выше проведенный анализ считается логическим продолжением анализа результатов проекта ИНТАС и полученные результаты и рекомендации проекта сохраняют актуальность в социально-экономическом развитии зоны Приаралья.

Проект в Казахской части INTAS APAL-2000-1059 был реализован 2001-2004 гг. НИЦ МКВК в сотрудничестве с Mountain Unlimited, Национальное экологическое общество Республики Казахстан (НЭО РК), СИБИКО International, DHV Consultants BV. В отличие от Южного Приаралья, дельта Сырдарьи имеет совершенно другое морфологическое и гидрологическое строение. Детальное обследование этой дельты были проведено к.г.н. Будниковой Т.И., сотрудником НИЦ МКВК к.т.н. Рузиевым И.Б., инженером Бенсманом В.А. и экономистом Приходько В.Г.

Особенностью дельтовой системы Сырдарьи является то, что в отличие от Амударьинской дельты, имеющей центральный регулятор в виде Междуреченского водохранилища, дельта Сырдарьи завершается САМ, которое аккумулирует весь сток реки после его прохождения через дельту (Духовный, 2017).

По оценкам проекта уровень социально-экономического развития казахстанского Приаралья характеризуется крайне низким производством и потреблением материальных благ. Объем валового регионального продукта в 2000 г. составил 2,4% в структуре республиканского валового внутреннего продукта (ВВП) и явился самым низким среди всех областей Казахстана. ВВП Кызылординской области в 2000 г. составил 56450,5 млн. тенге, увеличив свое значение в 2,7 раза по сравнению с 1995 г. В 2017 году объем валового регионального продукта Кызылординской области составил 1,3 трлн. тенге.

В многоводные годы баланс наносов в устьевой области Сырдарьи становится отрицательным из-за усиленного стока (в том числе и твердого стока) через Кокаральскую плотину. Близость устья Сырдарьи и водопропуска плотины обеспечивает высокую «чуткость» реакции устьевой геоморфологической системы на любые изменения стока и уровня моря.

По данным отчета И.Н. Мальковского (проект НАТО SFP 980986, 2004 ... 2007) Казахский филиал НИЦ МКВК определил площадь затопления дельты в 2005 г. 97,6 тыс. га при нынешней проектной оценке 105,7 тыс. га и фактических затратах воды на затопление в 1,12 км³ при расчетной по их мнению потребности нетто в 1,2 км³ в год или около 1,8 км³ брутто. Этими исследованиями общая (среднегодовая) потребность воды для дельты Сырдарьи определяется в 1,7 км³ в год, с дифференциацией в 1,3 км³ для маловодного и в 2,7 км³ для многоводного года.

По данным Н.Кипшакбаева (Казахский филиал НИЦ МКВК) до начала интенсивного развития ирригации дельта реки Сырдарьи получала до 4-5 км³ воды в год. Природно-хозяйственный комплекс, состоящий из озер, сенокосов, тугайных лесов, водно-болотных угодий и т.п., нормально развивался. В последующем обводнение дельты резко сократилось.

¹¹ http://www.uz.undp.org/content/dam/uzbekistan/docs/Publications/economicgovernance/Investment_Guide/un_uzb_invest_in_karakalpakstan_rus.pdf

Для периода до строительства Кокаральской плотины площадь дельты определялась только для тех лет, когда уровень САМ соответствовал современному, — 1985 и 1998 гг. В остальных случаях объективное определение границ дельты невозможно, так как уровень существенно менялся. Площадь дельты увеличилась с 2025 га в 1998 г. до 3905 га в 2017 г. Изменения стока Сырдарьи и соответствующие колебания уровня моря в 2006–2017 гг., безусловно, сказываются на точности определения площади. Тем не менее, рост дельтовой части нагляден [13].

Анализ изменений площади дельты показывает, что при общем тренде, направленном на увеличение, этот процесс неравномерен. Обращает на себя внимание временной интервал 2009–2011 гг., когда после многоводного 2010 г. площадь дельты в 2011 г. немного уменьшилась по сравнению с 2009 г. Аналогичная ситуация наблюдалась в 2016–2017 гг.

Дельта реки Сырдарьи ниже Казалинска представляет собой несколько самостоятельных озерных систем, которые отчлениются от русла реки Сырдарьи и поддерживаются системой питания из реки, в основном в период паводков, которые ныне сместились в зимний период. Современная водохозяйственная обстановка в дельте Сырдарьи определяется изменением притока в верхние дельты - гидропост Казалинск и динамикой использования стока, и состоянием гидротехнических сооружений.

Из-за падения уровня Аральского моря в 1987 г. водоём разделился на две части: Малое Аральское море (Северное Аральское море, САМ) и Большое Аральское море (южная часть). Северная часть имела положительный водный баланс, и речной сток при превышении естественного уровня сбрасывался в южную часть. Постепенно из-за возрастающей разницы между отметками северной и южной частей Аральского моря размывалось дно порога, что привело к падению уровня САМ и могло вызвать его деградацию. В итоге было принято решение строительства дамбы между частями Аральского моря. Первые попытки были предприняты в 1990-х гг.

В 1993 г. Институт «Казгипроводхоз» подготовил Технико-экономический расчет строительства «Кокаральской перемычки» для регулирования уровня и водного режима в северном мелководном бассейне Аральского моря и дельте реки Сырдарьи. Проект был реализован. Однако, в результате зимних попусков 1993-1994 гг. Из Токтогульского водохранилища произошел перелив воды через гребень перемычки и ее прорыв. В результате строительства песчаной дамбы к 1999 г. уровень САМ поднялся до 42 м, однако из-за нагонных явлений дамба была разрушена, и в том же году уровень упал до рекордно низких отметок — 36,8 м (Духовный, 2017; Кипшакбаев и др., 2010).

Проект «Регулирования и развития дельты реки Сырдарьи», выполненный итальянскими фирмами «Италконсульт» и «Электроконсульт» по Программе Аральского моря Всемирного Банка Реконструкции и Развития 1996 году. Проектом преследовалась цель улучшения экологической и социально-экономической ситуации в Приаралье посредством восстановления и сохранения Северного Аральского моря, реконструкции экосистем дельты реки Сырдарьи. Данный проект является предварительным ТЭО. На основе его Ассоциация CEG/SOGREAH/Казгипроводхоз сделала проект «Регулирование русла реки Сырдарьи и Северного Аральского моря» и проект в Казахстанской части Приаралья предусмотрело:

1. Строительство плотины Северного Аральского моря (САМ)

Плотина в проливе Берга вместе с Кокаральским гидроузлом была воздвигнута по проекту Казгипроводхоза в период с 2002 по 2005 г., и Кокаральская плотина сдана в эксплуатацию 8 августа 2005 года. И уже весной 2006 г. САМ было наполнено до проектной отметки в 42 м (Духовный, 2017).



Рис.3.5 Плотина Северного Аральского моря

Результат:

1. Устранена угроза полного исчезновения северной части Аральского моря;
2. Уровень Северного Аральского моря поднялся на 4 метра (с 38 до 42 абс. отм);
3. Прирост объема моря - 9 км³ (с 18 до 27), прирост поверхности воды - 634 км²;
4. Соленость снизилась от 23 до 17 г/л (в устье Сырдарьи 0-5 г/л);
5. Увеличится промышленный лов рыбы с 400 кг до 8 тыс. тонн в год;
6. Пропускная способность сооружения Аклак увеличилась от 60 до 400 м³/с;
7. Увеличился водоприток к дельте Сырдарьи и в Северное Аральское море;
8. Стабильное обводнение озерных систем и достигла площади 6250 га, сенокосов 7000 га;
9. Восстановились водно-болотные угодья Приаралья.

Функции плотины САМ будут заключаться в том, чтобы поддерживать уровень воды до отметки 42,0 м. В годы среднего притока воды, управление ресурсами выше по течению будет обеспечивать достаточный приток воды в САМ для поддержания его уровня без водосброса. В засушливые годы, даже при сокращенных водозаборах в дельте и выше, отметка уровня понизится. В многоводные годы, когда есть условия удовлетворения всех потребностей системы, расход Сырдарьи может превысить емкость САМ, и вода будет пропускаться через водосброс по сопрягающему каналу в БАМ. Эти сбросы понизят соленость воды в САМ. Это подтверждает данные Нарбаева М.Т. – заместителя Директора Исполнительной дирекции МФСА в Республике Казахстан («Опыт и перспективы реализации проектов и программ казахстанской части Приаралья») приведенные в таблице 3.9.

Таблица 3.9.

Реализация проекта РРССАМ-1 в Казахстанской части бассейна Аральского моря в рамках ПБАМ-1 и 2

Годы	Отметки, мБС	Объем, км ³ (БАМ/САМ)	Площадь, км ² (БАМ/САМ)	Соленость, г/л (БАМ/САМ)	Поступление воды из р. Сырдарья (млн.м ³)		
					Всего	в БАМ	в САМ
1990	38,3	335	35200	32/32	2400	-	-
1995	36,1	250	28200	42/42	1600	-	-
2000	33,6	169/21,6	22200/2900	63/17	3865	-	-
2005	30,3	22,1	2940	98/10,3	9888	4318	5570
2015	41,9	25,1	3246	100/11	5538	3090	2448
2018	42,05	---/25,2	---/3306	130/11	5943	2814	3129

2. Реконструкция Кызылординского гидроузла.

Сооружение введено в эксплуатацию более 50 лет назад, и за этот период не проводился его капитальный ремонт. В настоящее время шлюз-регулятор находится в аварийном состоянии и требует восстановительных работ. Поэтому цель проекта является обеспечение безопасности гидросооружения и устойчивое водоснабжение орошаемых земель площадью 63.2 тыс. га и обводнение пастбищ и сенокосов площадью около 250 тыс.га.

3. Строительство гидросооружения Айтека.



Рис. 3.6. Комплекс сооружений «Айтек»

Результат:

1. Пропускная способность реки Сырдарьи увеличилась от 300 до 760 м³/с;
2. Повысилась водообеспеченность 15,3 тыс. га орошаемых земель;
3. Увеличился попуск воды в Аральское море;
4. Стабилизировалось русло реки Сырдарьи, и снизилось подтопление г. Кызылорды

4. Реконструкция Казалинского гидроузла.



Рис. 3.7. Казалинский гидроузел

5. Строительство гидротехнических сооружений в дельте, в т.ч.:

- а) гидроузел Раим с водораспределителями для озерных систем;
- б) гидроузел Аклак водораспределителями для озерных систем;
- в) подпитка Аксай-Кувандарьинской системы озер.

6. Строительство Теренозекского моста.

7. Строительство защитных дамб вдоль реки Сырдарья

Дальнейшие шаги по улучшению социально-экономических и экологических условий Северного Приаралья (Исполнительная Дирекция Международного фонда спасения Арала в Республике Казахстан):

1. Реконструкция левобережного шлюза-регулятора Кызылординского гидроузла



Рис. 3.8. Реконструкция левобережного шлюза-регулятора Кызылординского гидроузла

2. Спрявление русла реки Сырдарья

1. Защита от затопления населенных пунктов Тан, Аксу и Жалагаш, населением более 10 тыс. человек и от размыва берегов реки при попусках зимних высоких расходов воды;
2. Защита от затопления автомобильных дорог, орошаемых площадей, ирригационной и коллекторно-дренажной сети.

3. Противопаводковые защитные дамбы

Защита от периодических зимних высоких попусков воды из Шардаринского водохранилища, не обеспеченных регулированием в Коксарайском контррегуляторе в годы редкой повторяемости, а также при заторе льда в русле реки: населенных пунктов Бекарыстанби, Туктибаев и Уркендеу Казалинского района, Жанажол, Акжар Кармакчинского района;

отдельных участков железных и автомобильных дорог; орошаемых площадей, ирригационной и коллекторно-дренажной сети.

4. Мост около п. Бирлик Казалинского района

Цель проекта:

1. Улучшение пропускной способности русла реки Сырдарьи путем ликвидации понтонной переправы;
2. Обеспечение постоянной круглогодичной надежной автотранспортной связи хозяйственных объектов и населения, располагающихся на обоих берегах реки Сырдарьи;
3. Благоприятные условия для транзитного автотранспорта;

5. Камышлыбашская и Акшатауская системы озер

1. Восстановление Камышлыбашской и Акшатауской систем озер в низовьях реки Сырдарьи;
2. Обеспечение водой озерно-болотные системы с общей площадью 40.45 тыс. га, в т.ч. озера – 33.979 тыс. га и болота – 6.48 тыс. га;
3. Улучшение социально-экономических и санитарно-эпидемиологических условий проживания населения региона

6. Расширение выростных прудов на участке Тастак Камышлыбашского рыбопитомника в Аральском районе

1. Ускоренное восстановление рыбопродуктивности САМ, дельтовых озер и р. Сырдарьи;
2. Создание условий для развития рыбоводства;
3. Создание новых рабочих мест для местного населения.

Проект: Зеленый пояс - защита от соле-пылевых выносов с осушенного дна Аральского моря

В целях снижения прямого воздействия солепылевых выносов со дна высохшего моря, защиты людей, населенных пунктов, территорий сельскохозяйственного использования, животного и растительного мира Приаралья предлагается создать многоярусный «Зеленый пояс». Проектная протяженность пояса около 70 км, ширина 200-1000 метров. Пояс послужит своеобразным «экологическим экраном» местности. Полив насаждений пояса планируется осуществлять за счет коллекторно-дренажных вод Казалинского левобережного массива

орошения, излишков воды Аксайской и Куандарьинской систем озер, возможных попусков из реки Сырдария.

Экономические выгоды проекта: Восстанавливается отвод сбросных вод с орошаемых массивов, что приведет к улучшению управления водными ресурсами; Восстанавливается водно-солевой режим орошаемых полей.

Проект озеленение поселка Жанакурылыс Аральского района – 7,5 га

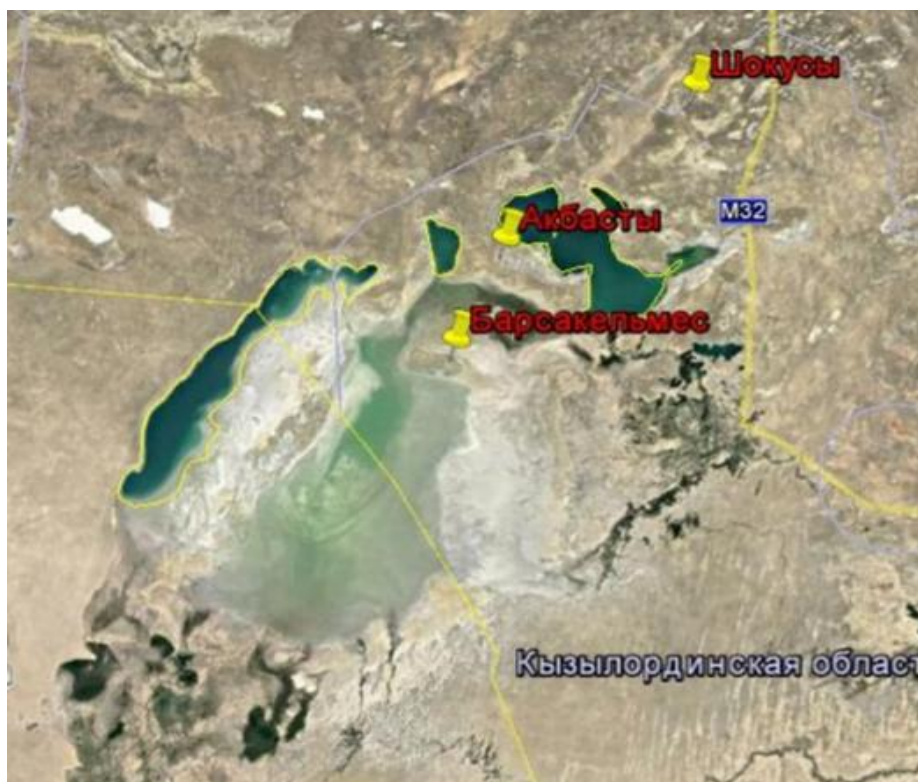
Проектом предполагается произвести озеленение парка площадью 4,5 га, расположенного в центре поселка, а также территории новой средней школы № 74, расположенной на расстоянии 500 м от парка, площадью 3 га. Озеленение предполагается производить саженцами вяза (карагач), тополя, ивы и клена, выращиваемых ГКУ «Аральское государственное учреждение по охране лесов и животного мира»

ИД МФСА в РК совместно с партнерами продвигает идею создания геопрка на базе барсакельмесского заповедника. Предлагается создать первый в Казахстане геопарк с проектным названием «Aral sea Geopark». Для этого предлагаемая территория под геопарк соответствует большинству критериев ЮНЕСКО, включая исторические памятники, геологическое наследие, палеонтологические особенности, сотрудничество с международными организациями, разработанные маршруты экологического туризма, наличие НПО для сотрудничества и т.д.

Создание Приаральского центра адаптации диких животных к изменению климата. Цель проекта: Сохранение и восстановление популяций редких диких копытных животных и занесенных в Красную книгу Казахстана (сайга, джейран, кулан, лошадь Пржевальского) путем разведения в полувольных условиях с последующей реинтродукцией в дикую природу.

Создание научно-туристического центра «Арал» на оз. Камыстыбас, для создания научно-туристического центра «Арал» с материально-технической базой для координации научно-исследовательских работ на территории казахстанской части Приаралья и инфраструктурой для развития научно-познавательного туризма. Ожидаемые результаты проекта: Основан Аналитический центр единой системы регионального мониторинга окружающей среды и природных ресурсов Приаралья;

Создание гидрометеорологических и агроклиматических станций (Барсакельмес, Акбасты, Шокусы) на территории Приаралья (Рис....), целью создание гидрометеорологического и агрометеорологического мониторинга в котловине Аральского моря.



**Рис.3.9 Метеорологические и агрометеорологические станции
Барса-Кельмес, Акбасты и Шокусy**

Внедрение автоматизированной системы водоучета на водохозяйственных сооружениях реки Сырдарьи, целью повышение уровня управления водными ресурсами путем оснащения гидротехнических сооружений современными средствами водоучета.

Восстановление озера Акколь для рыбного хозяйства и орошения авандельты реки Сырдарьи, для восстановление озера Акколь для рыбного хозяйства и орошения авандельты р.Сырдарьи. Ожидаемые результаты проекта: Обеспечен мониторинг расхода воды по каналам и отметки поверхности воды в озере Акколь в режиме реального времени; Разработано программное обеспечение для оперативного расчета расходов воды по каналам для обеспечения планируемого уровня воды в озере Акколь; Налажено эффективное сельскохозяйственное производство.

Строительство оздоровительных комплексов на базе гидротермальных скважин в поселках Куланды, Акеспе, Акбасты, Жанакурлыс Аральского района Кызылординской области, целью повышение качества жизни и предоставление медицинской помощи населению, проживающему в сельской местности, улучшение здоровья местного населения.

В качестве прямых натуральных показателей успешности совместной деятельности ИД МФСА в РК с Правительством РК, международными и региональными организациями, финансовыми институтами и донорским сообществом можно отметить следующее (www.kazaral.org):

- сохранена северная части Аральского моря;
- улучшена пропускная способность реки Сырдарья;

- снижена вероятность рисков чрезвычайных ситуаций связанных с водными ресурсами;
- возрождено 19 озер из них 8 рыбопромыслового значения;
- внесены в список Рамсарской конвенции водно-болотные угодья и часть Северного Аральского моря (330 тыс га.);
- возобновлена традиционная рыбная отрасль до 8 тыс.тонн в год, в том числе экспорт в Европейский союз около 2 тыс.тонн;
- восстановлены пастбищные угодья (около 50 тыс.га);
- высажены зеленые насаждения на осушенном дне Аральского моря, площадью около 300 тыс.га;
- проведены работы по обеспечению населения чистой питьевой водой путем строительства новых и реконструкции существующих водопроводов и поставки авто-водовозов.

В целом по Кызылординской области за последние 5 лет:

- увеличился показатель рождаемости на 14%, повысились показатели занятости населения, миграция населения изменилась в сторону пребывания;
- снизились такие показатели как: материнская смертность на 75 %; младенческая на 22%; заболеваемости туберкулезом на 23 %.

Исполнительной Дирекцией МФСА в РК в рамках своего мандата и по согласованию с Правительством Республики Казахстан, местными исполнительными органами, заинтересованными государственными органами за счет взносов республики в МФСА с 1993 по 2017 годы в казахстанской части Приаралья реализованы более 70 проектов на сумму около 760 млн.тенге.

Проекты были направлены на:

- обеспечении населения чистой питьевой водой путем строительства новых и реконструкции существующих водопроводов, опреснения местных минерализованных подземных вод, поставки автоводовозов, бурения новых скважин (с 1994 по 2016 годы в сфере питьевого водоснабжения финансированы работы по обеспечению населенных пунктов очистителями, электродиализным опреснителем, реконструкции действующих систем водопроводов на общую сумму 47,72 млн.тенге, приобретены и переданы 27 автоводовозов на общую сумму более 47 млн.тенге для обеспечения отдаленных населенных пунктов Кызылординской области привозной питьевой водой);
- заполнение осушенных озер в дельте реки Сырдарьи и обводнение пастбищ и сенокосов путем строительства новых, реконструкции существующих каналов, гидроузлов;
- решение социальных вопросов путем установки миникотельных и реконструкции автономных отопительных систем в школах и детских дошкольных учреждениях;

К числу из значимых экологических проектов можно отнести «Экомониторинг водно-болотных угодий и Северного Аральского моря и внесение их территорий в Рамсарскую конвенцию». В 2012 год под защиту Конвенции о водно-болотных угодьях внесены 330 тыс.га.

Кроме того, второй фазе проекта «Регулирование русла реки Сырдарьи и Северного Аральского моря» предусмотрено вариант схема подачи и отвода воды для создания

проточного двухуровневого водоема, т.е. Северное Аральское море с отметками уреза воды 42,0 м в существующем Малом море и с 50-й отметкой в заливе Сарышыганак.

С учетом общей тенденции к сокращению водных ресурсов приток в дельту Сырдарьи (створ Казалинск) принимается в пределах $5,85 \text{ км}^3$, а непосредственно в море – $4,45 \text{ км}^3$. При двухуровневом варианте САМ вода будет делиться в следующей пропорции: непосредственно по руслу Сырдарьи в САМ – $3,15 \text{ км}^3$, в залив Сарышыганак через предполагаемый подводный канал – $1,3 \text{ км}^3$ в год.

Залив Сарышыганак с нормальным подпорным горизонтом воды (НПГ) — 50 м, имеет достаточно большие размеры: длина около 50 км, средняя ширина — 16 км и средняя глубина — 5 м (максимальная глубина — 11 м). Такие размеры и глубина водоема позволяет исключить процесс эвтрофикации, о котором сказано выше. Максимальная минерализация при обоих вариантах составит 5 г/л, с последующим снижением до 1,5-2 г/л, амплитуда колебания уровня воды не превысит 0,8 м, продолжительность заполнения Сарышыганак 5-7 лет.

4. МОНИТОРИНГ ПРИАРАЛЬЯ И ОСУШЕННОГО ДНА МОРЯ

Мониторинг обсохшего дна Аральского моря осуществлялся по двум проектам за период 2004-2011 года:

1. «Стабилизация и использование осушенного дна Аральского моря»- PN 04.2037.2-001.01

Проект GTZ и НИЦ МКВК

2. «Вода в Центральной Азии» - CAWA

Проект НИЦ МКВК и GFZ (Институт Земли, Потсдам, Германия), компонент «Динамика и взаимосвязь между поверхностными, оросительными, грунтовыми водами в дельте Амударьи, Аральском море и Ферганской долине».

Цель данной работы заключалась в мониторинге покрытия обсохшего дна Аральского моря, определение динамики процессов, оценка экологического риска опустынивания территории, создание карт покрытия, рекомендации по стабилизации процессов.

Методика исследований включала в себя полевые исследования для детального изучения эталонных участков ландшафтов и последующего сопоставления с результатами космических снимков для классификации ландшафтов с последующим построением карт в системе ГИС.

За период выполнения проектов было организовано 9 экспедиций на обсохшее дно моря и прилегающую территорию. Экспедиции носили комплексный характер, в состав их входили эколог, почвовед, гидрогеолог, ботаник. Было описано более 800 тестовых участков в координатах, заложено более 300 почвенных разрезов (рис. 4.1).

Состав и методы полевых исследований:

- Гидрогеология: уровень грунтовых вод и их минерализация.
- Почва: генетическое описание, механический состав, гумус, карбонаты, гипс, засоление, состав солей, тип почвы.
- Растительность: состав, состояние, проективное покрытие.
- Экология: стабильность ландшафтов, риск.
- Классификация в рамках спутниковых снимков.

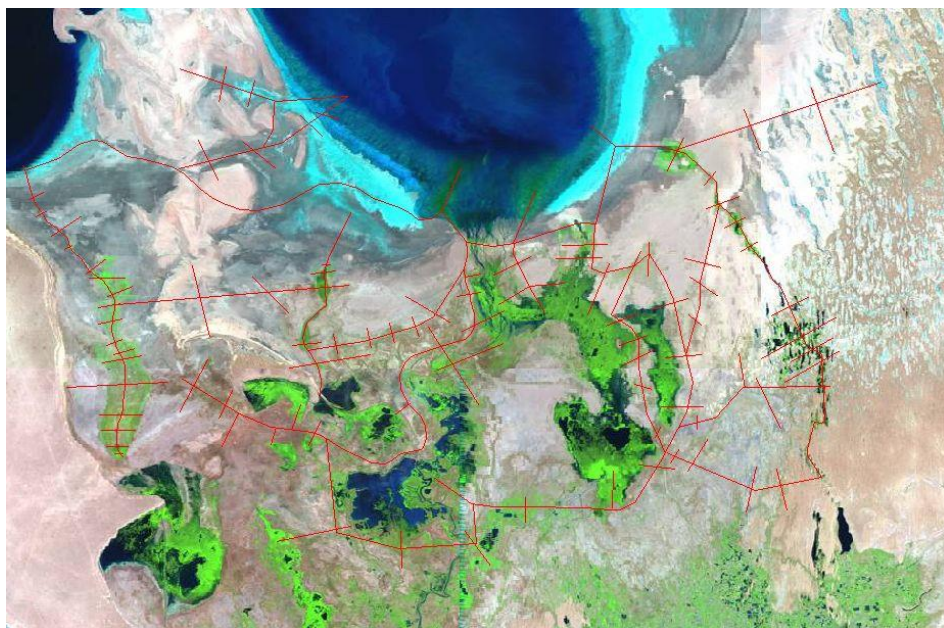


Рис 4.1. Схема полевых исследований на территории обсохшего дна Аральского моря

При исследовании территории обсохшего дна Аральского моря использовались два типа спутниковых снимков - IRS LISS и Landsat – снимки были приобретены GTZ. Пространственное (геометрическое) разрешение данных, которое характеризуется минимальным размером объектов, различимых на снимках, для IRS составляет 23,5 м, а для спутника Landsat- соответственно 28 м. Для работы с космическими снимками в НИЦ МКВК используется программный продукт «ERDAS 8.4». (ERDAS Imagine занимает в области систем обработки спутниковых снимков примерно такое же ведущее положение, что и Arc/Info в области ГИС.).

Кроме комплексных наземных и дистанционных исследований обсохшего дна Аральского моря специалисты НИЦ МКВК внедрили ГИС-технологии в водном хозяйстве с использованием спутниковых снимков Landsat 8 OLI. Полученные данные космических дистанционных наблюдений различные по водности 2010–2018 годы, позволили оценить фактическую динамику изменения площади ветландов и открытой водной поверхности Западной и Восточной части Большого Аральского море (табл. 4.1).

Таблица 4.1.

Сопоставление площадей открытой водной поверхности и ветландов Большого Аральского моря (2010-2018 гг.), тыс. га

	2010 август	2011 август	2012 октябрь	2013 август	2014 август	2015 август	2016 август	2017 август	2018 апрель
Западная часть Аральского моря, тыс. га									
Ветланды	182,34	165,86	161,25	224,78	186,99	264,65	265,54	283,15	290,31
Водная поверхность	379,59	396,08	369,66	360,69	337,52	315,78	295,81	278,2	271,04
Восточная часть Аральского моря, тыс. га									
Ветланды	964,14	1243,9	1214,53	1155,3	1019,5 9	1183,9 5	1340,7 9	1036,0 2	1152,53
Водная поверхность	532,68	252,94	215,99	184,31	103,22	149,19	156,04	460,81	344,3

Данные мониторинга показывает, что из-за не стабильного притока воды по годам площадь водной поверхности Западной и Восточной части Большого Аральского моря резко изменяется и зависит от водности года. К 2018 году по сравнению с многоводным 2010 годом площадь водной поверхности Западной части моря уменьшилась на 108 тыс. га. Аналогичная картина по Восточной части, которая соответственно в этот период площадь уменьшилась на 188,4 тыс. га и в результате уровень воды Восточного моря снизился на 2,9 м, т.е. режим колебаний Восточного моря составляет 1,5–2,9 м (табл. 2.1.), также постепенно снижающийся уровень Западного моря имеет разницу в 2,9 м.

В результате уменьшения площади водной поверхности увеличились площади ветландов. По сравнению с 2010 года площадь ветландов Западной части моря к 2018 года увеличилась на 108 тыс. га, а по Восточной части моря соответственно увеличение площади ветландов составило 188 тыс. га.

4.1. Результаты мониторинга

Геоморфология

Геоморфологические процессы, развивающиеся на осушающемся дне моря, неоднозначны на разных берегах, что определяется, прежде всего, типом осушившегося побережья, в тесной связи с которым находится его ширина полосы осушки, её уклон, литология, микрорельеф, засоленность и др. (Грязнова Т.П., 1979, 1982, 1986; Городецкая М.Е., 1978; Гельдыева Г.В., Будникова Т.И., 1985; Пинхасов Б.И., Отеев Р.Б. и др., 1999; Пинхасов Б.И., 1984; Рубанов И.В., 1994; Рафиков А.А., 1982).

Строение осушившегося дна определяется следующими основными моментами:

1. До понижения уровня моря побережье отличалось сложностью строения, включая сильную изрезанность береговой линии, что было обусловлено структурно-геоморфологическими особенностями Приаралья. Осушившиеся территории наследуют основные черты прилегающей суши.

2. Площади, вышедшие к настоящему времени из-под воды моря, длительное время находились под воздействием береговых процессов при колебании уровня около отметки +53 м. Кроме того, за последние полтора столетия уровень моря дважды опускался до отметки +50 м (в 1820-х и 1880-х гг.). В связи с этим на данной территории сформировалось большое разнообразие береговых форм (Грязнова Т.П., 1982).

3. Согласно существующим закономерностям прибрежно-морской седиментации, осушившаяся территория, развивавшаяся длительное время в прибрежных условиях, сложена на большей части побережья песками, сменяющимися на алевроиты и илы в мезо- и микропонижениях. На участках, формирующихся под влиянием коренных берегов, литология определяется особенностями строения последних.

Обсохшая территория представляет наклонную береговую полосу молодой осушки моря, ограниченную со стороны суши на всех берегах, кроме живых дельт, морской террасой, названной террасой 1960-х годов (Грязнова Т.П., 1986) (рис. 4.2)

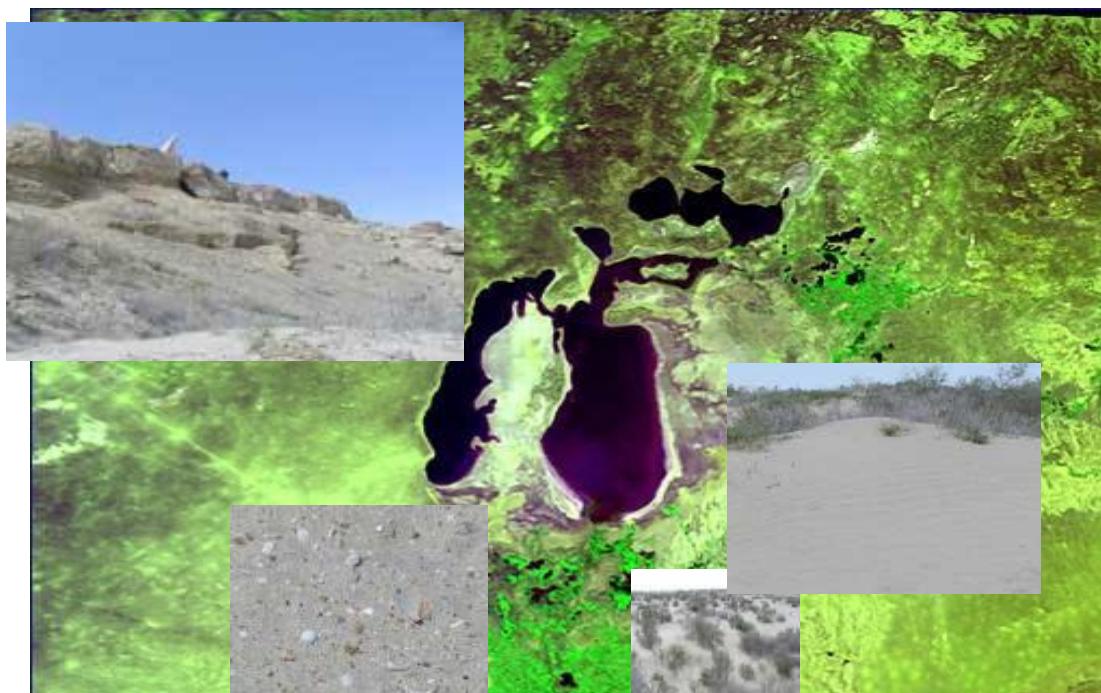


Рис. 4.2. Некоторые типы осушившегося побережья

Гидрогеология

По всей площади осушенного дна моря простираются верхнемеловые напорные горизонты, которые в пределах Южно-Приаральского артезианского бассейна питают 378 артезианских скважин с суммарным расходом 19615 тысяч кубометров в сутки с расходом от 1 до 10 литров/секунду. Ещё 156 скважин с суммарным расходом 1.44 тысячи кубометров в сутки существуют в Устюртском гидрогеологическом районе [14].

Обсохшая часть дна Аральского моря в обследованных участках находится в зоне напорных грунтовых вод, на которых естественное влияние оказывает снижение уровня Аральского моря, при некотором слабом воздействии, расположенных на юге польдерных и речных систем. По результатам проведенных работ установлено, что на обсохшей части дна Аральского моря, уровень грунтовых вод (УГВ) колеблется от 0,57 до 4,7 м, при этом УГВ снижается по мере удаления от уреза воды (рис. 4.3). Минерализация подземных вод колеблется в среднем от 26,0 г/л до 67,8 г/л. Водоносные горизонты и комплексы аллювиально-озерных и плейстоценовых отложений реагируют гораздо быстрее на снижение уровня моря, чем верхние горизонты аллювиальных морских и подводно-дельтовых отложений Аральского комплекса.



Рис 4.3. Зависимость уровня грунтовых вод от удаленности от уреза воды

Это в основном связано с геолого-литологическим составом и фильтрационными параметрами водовмещающих пород. На обсохшем дне более раннего периода осушки по снижению УГВ и уровня Аральского моря происходит отрыв капиллярной каймы от поверхностной части дна моря, и процесс засоления почвогрунтов перемещается в глубину слоя, тем самым, уменьшая возможность их ветрового выноса в атмосферу.

4.2. Почвы

Процессы высыхания Аральского моря привели к образованию новой формации почвенного покрова обсохшего дна. Изучение вновь образовавшейся суши очень важно, так как она является источником пыльных бурь и солей, переносимых на значительные расстояния (Сектименко, 1991; Stulina, Sektimenko 2004).

В настоящее время полоса осушки Большого Аральского моря достигает от 1–2 км вдоль чинка и западного берега Западного водоёма до более ста пятидесяти — двухсот километров от южного побережья. Обнаженные донные осадки представляют собой отложения морского, речного и смешанного генезиса. На этих обнажившихся грунтах идёт процесс почвообразования, который в корне отличается от зональных процессов своими специфическими особенностями. И именно эти особенности позволяют почвенному покрову осушенной части дна Аральского моря за короткий отрезок времени проходить вековой цикл развития.

Начальный этап формирования почвенного покрова на всех типах побережья Аральского моря одинаков. Он связан с интенсивным засолением вышедших из-под уровня воды грунтов и образованием в зоне активного пляжа маршевых и приморских солончаков с хлоридным, сульфатно-хлоридным и хлоридно-сульфатным типом засоления. Равномерное распределение солей по всему профилю к концу первого года развития молодой суши в континентальных условиях сменяется интенсивным накоплением в верхних горизонтах (Сектименко, 1991; Stulina, Sektimenko 2004).

В дальнейшем почвообразовательный процесс дифференцируется в зависимости от литологического и морфологического строения бывшего подводного склона.

Развитие почв во времени под влиянием изменяющихся гидрогеологических условий и аридного климата происходит поступательно от гидроморфных к автоморфным. При легком

литологическом составе развитие почв заканчивается обычно образованием эолового эрозионно-аккумулятивного рельефа. При тяжелом механическом составе образуются более сформировавшиеся пустынные почвы солончакового типа, которые со временем могут трансформироваться в takyрные почвы, в замкнутых котловинах и лагунах образуются обычно соровые солончаки.

В этих условиях эволюция почв во времени будет происходить, как и сейчас, по следующей схеме: избыточно гидроморфные почвы (марши) → умеренно гидроморфные солончаки → полугидроморфные солончаки → полуавтоморфные солончаки → автоморфные солончаки.

На последних стадиях развития почв солончаковые процессы, вызванные гидроморфными условиями, затухают, во много раз возрастает роль аридно-зонального фактора, под влиянием которого дальнейшее развитие почв идет типично по пустынному типу.

Периодически промывной режим сменяется на выпотной, а первоначально хлоридный тип засоления — на хлоридно-сульфатный и сульфатно-хлоридный, с плотным остатком в максимуме до 15%. Процесс преобразования маршевых солончаков в приморские протекает приблизительно в течение трех-четырех лет и связан с изменением характера распределения солей в почвенном профиле и накоплением их в первой метровой толще. Уровень грунтовых вод при этом снижается с 0,5 м до 1,5 м.

Автоморфные и полуавтоморфные почвы, особенно их корково-пухлые разновидности становятся источником пыли и соли.

В дельте в условиях недостаточной обводненности происходит процесс деградации гидроморфных дельтовых почв, переход их в опустынивающиеся разности, полная трансформация плавнево-болотных почв и преобладание обсыхающих вариантов лугово-болотных и аллювиально-луговых почв очень сильной степени засоления, увеличение площадей takyровидных почв, песков и солончаков. Интенсивность этого процесса определяется особенностями мезо- и макрорельефа и региональных экологических условий. В период зарегулирования стока практически все гидроморфные почвы характеризуются высокой степенью засоления.

Смена сульфатного и хлоридно-сульфатного типов засоления на сульфатно-хлоридный и хлоридный создает угрозу развития вторичного засоления гидроморфных почв. Особенно этот процесс характерен для начальных стадий опустынивания почв.

Деградация гидроморфных почв проявляется в снижении продуктивности кормовых угодий. Вся территория характеризуется сильной степенью опустынивания, охватывающей более 50% площади, потерей биологического разнообразия, практически необратимыми нарушениями морфологической структуры ландшафтов.

За 15 лет с момента составления предыдущей почвенной карты Институтом почвоведения АН (Сектименко, 1991) (рис. 4.9) произошли значительные изменения. В результате проведенных нами девяти экспедиций на обсохшее море и в дельту Амударьи были заложены более 300 почвенных разрезов и составлена почвенная карта (рис. 4.10).

При изучении почвенного покрова на обсохшем дне Аральского моря были выделены и описаны следующие разновидности приморских почв: солончаки полугидроморфные, солончаки гидроморфные, солончаки полуавтоморфные, солончаки автоморфные, пустынно-песчаные почвы, опустынившиеся аллювиально-луговые дельтовые почвы, пески, закрепленные в различной степени. Часто почвы встречаются в сочетаниях и комплексах, отражая пестроту почвенного покрова обсохшего морского дна.

По геоморфологическим и почвенным условиям территория обсохшего дна четко подразделяется на восточную часть, приуроченную к Акпеткинской островной системе, и западную равнинную часть между плато Устюрт и Кокдарьей (Муйнакская часть), включая специфическую территорию между плато Устюрт и заливом Аджибай.

4.3. Ландшафты

С точки зрения формальных методов описания данная задача относится к классу задач распознавания образов, где роль алгоритмов распознавания возлагается на ГИС, а поставщиками исходной и обучающей информации являются спутниковые снимки и группы натурного обследования.

В основу анализа тематических карт и проведенных полевых исследований по изучаемой территории, с обязательным учетом взаимосвязей основных природных компонентов – рельефа, почв, растительности на изучаемой территории были выделены следующие основные типы ландшафтов природно-территориальных комплексов:

1. Аридно-денудационные плато и останцевые возвышенности
2. Аккумулятивные равнины
 - 2.1. Ландшафты морских равнин
 - 2.1.1. Ландшафты обсохшего морского дна
 - 2.1.2. Ландшафты озерно-аллювиальных равнин
 - 2.2. Ландшафты аллювиально-дельтовых равнин
 - 2.2.1. Формирующиеся дельтовые ландшафты на обсохшем дне моря
 - 2.2.2. Авандельты (дельты выдвижения) 70-80 годов
 - 2.2.3. Современная обсыхающая аллювиально-дельтовая равнина
3. Голоценовая дельта (бывшие острова, проливы и заливы Акпеткинского архипелага).

Системный анализ данных дистанционного зондирования земли, ландшафтов территории обсохшего дна Аральского моря и данных полевых исследований позволил специалистам GTZ, фирмы TERRA и НИЦ МКВК сократить число подразделов ландшафта и сузить состав классов для создания тематической карты, с учетом целей и задач проекта. Данный состав классов позволяет оценить степень эрозионной опасности, проследить динамику процессов опустынивания.

В результате анализа спектральных характеристик было выделено 17 классов (табл. 4.2).

Таблица 4.2.

Классы почвенно-растительного покрова

<i>NN</i>	<i>Наименование класса</i>
1	ВОДА
1.1.	Водная поверхность
1.2.	Мелководья, иногда с тростником
2	СОЛОНЧАКИ
2.1.	Маршевые без растительности или с сообществами солероса
2.2.	Мокрые-приморские с ракушкой, иногда с единичными экземплярами солероса и сарсазана
2.3.	Корково-пухлые и корковые без растительности, иногда с единичными экземплярами кустарников (карабарак, гребенщик)
2.4.	Солончаки с навейным песчаным чехлом с разреженными сообществами лебеды и селина
2.5.	Соровые солончаки замкнутых понижений без растительности, иногда в обрамлении сарсазанников
3	ПЕСКИ
3.1.	Равнинные (с ракушей) без растительности или с разреженными кустарниками (саксаул, гребенщик)
3.2.	Дюнные без растительности
3.3.	Мелко-бугристые (слабо закрепленные) с разреженными сообществами полыни, кустарников и посевами селена.
3.4.	Бугристые и бугристо-грядовые без растительности и слабо закрепленные.
3.5.	Бугристые, бугристо-грядовые закрепленные с эфемерово-полынно-кустарниковыми сообществами.
4.	РАВНИНЫ ДЕЛЬТОВЫЕ И АККУМУЛЯТИВНЫЕ
4.1.	Луга на аллювиальных равнинах (тростниковые, разнотравно- злаковые) на аллювиально-луговых, болотно-луговых и лугово-болотных почвах
4.2.	Опустынивающиеся гидроморфные злаково-галофитноразнотравные с кустарниками
4.3.	Кустарниковые заросли (галофитные: тамарикс, карабарак.
4.4.	Опустынивающиеся кустарниковые.
4.5.	Кустарниково-саксауловые (пустынные леса/искусственные насаждения).

Спектральные профили всех классов приведены в книге «Комплексные дистанционные и наземные исследования осушенного дна Аральского моря» (Ташкент, 2007).

На рисунке 4.4 представлены результаты классификации снимка, оформленные в виде тематической карты. Тематическая карта является результатом камерального дешифрирования спутниковых снимков, который основывается на данных полевых исследований.

Определенный и согласованный для территории обсохшего дна перечень классов соответствует целям и задачам проекта - определение эрозийно опасных территорий и территорий для проведения перспективных фитомелиоративных работ.

Для перспективного развития и разработки природоохранных мероприятий очень важно оценить ландшафт осушенного и осушающегося дна моря с позиции возможных изменений, развития процессов дефляции, пыле- и солепереноса. В основу таких оценок должна быть положена

классификация ландшафтов в увязке с почвенным покровом, состоянием растительности и другими факторами.

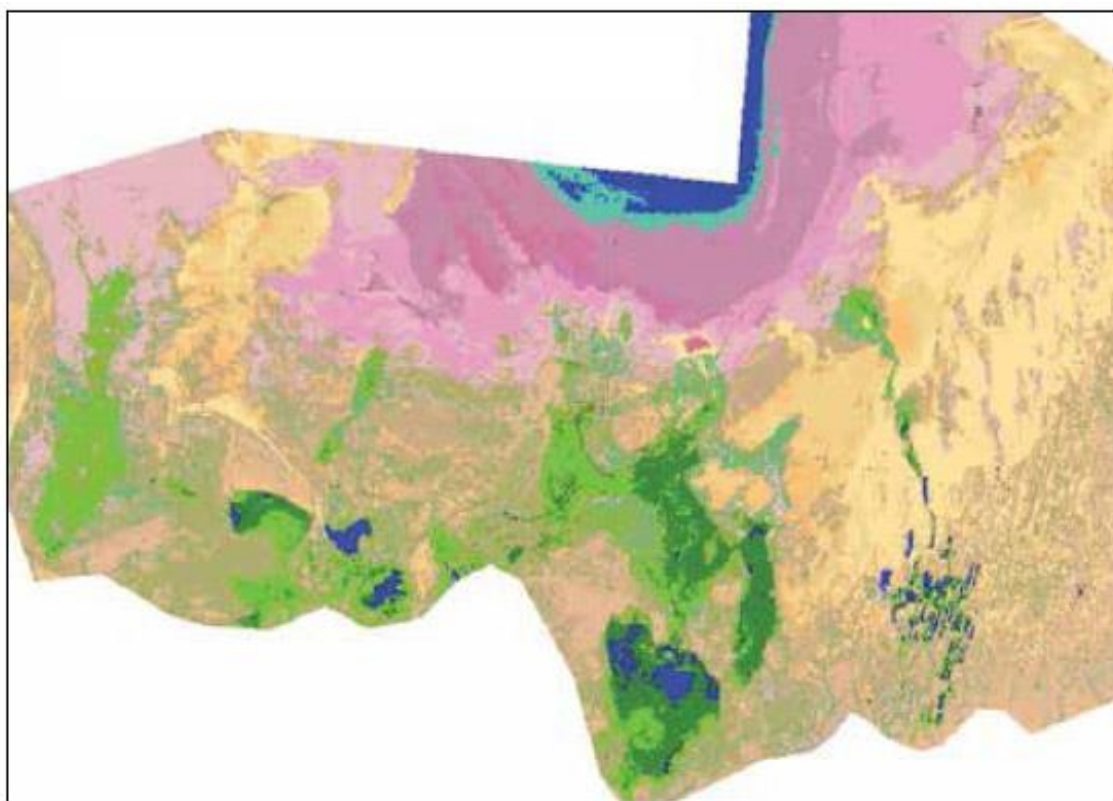


Рис. 4.4. Результат проведения контролируемой классификации дельты

По своей природе ландшафт – это крайне неравновесная, изменчивая система, для которой характерны суточные, годовые и многолетние ритмы. Современная трансформация природной среды в Приаралье, имеющая региональный масштаб, оценивается нами как антропогенно обусловленный процесс аридизации. Особенностью этого процесса является то, что пусковым механизмом выступил человек. В связи с тем, что данный процесс развивается на фоне пустынных зональных условий, ведущим фактором динамики выступает сокращение влаги, и эволюция ландшафтов идет в направлении форм, соответствующих пустынным комплексам, данный процесс называется «опустыниванием».

Как уже отмечалось выше, экологическая опасность рассматривается с позиции агрессивности ландшафта для жизни и возможности хозяйственной деятельности человека. Экологическая опасность проявляется не только в сиюминутном состоянии ландшафтов, но и может проявиться при том или ином хозяйственном вмешательстве в динамику их формирования, так как ландшафты обсохшего дна Аральского моря находятся в настоящее время в очень неустойчивом (нестабильном) состоянии. Таким образом, оценка экологической опасности проводится с учетом динамики проходящих на площади процессов в соответствии со схемой, приведенной ранее (карта эрозионной опасности, рис. 4.5).

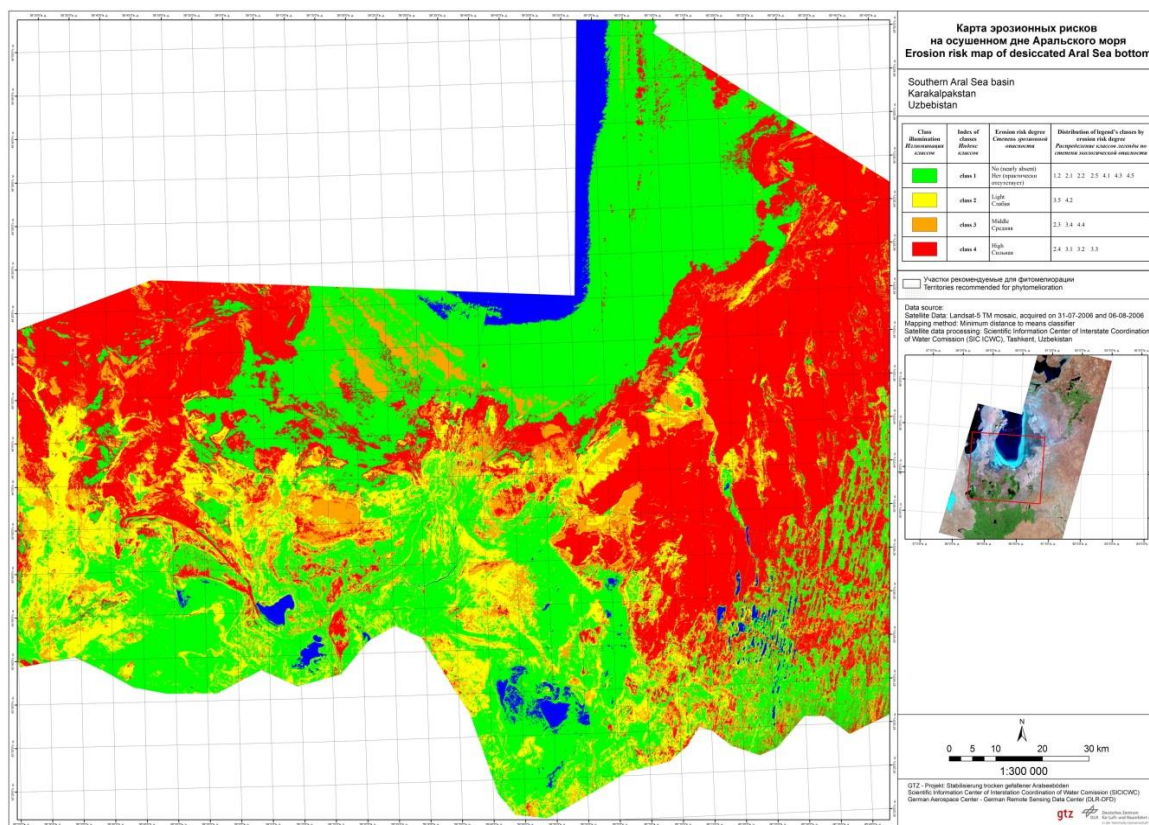


Рис. 4.5. Карта эрозионных рисков

Шкала экологической опасности принята согласно оценке развития деструктивных экзогенных процессов (табл. 4.3):

Таблица 4.3

Шкала оценки экологической опасности для результатов классификации

Степень (ступень) экологической опасности Degrees of ecological risk	Индекс на карте Scale of ecological risk	Распределение классов по степени нестабильности территории
Нет (практически отсутствует) No (practical absence)	1	1.3 1.4 2.1 2.2 2.5 4.1 4.3 4.5
Слабая Light	2	1.1 1.2 3.5 4.2
Средняя Middle	3	2.3 3.4 4.4
Сильная High	4	2.4 3.1 3.2 3.3

1. Нет (Практически отсутствует), присвоена классам:

- Солончаки маршевые без растительности или с сообществами солероса;
- Мокрые приморские солончаки без растительности, иногда с единичными экземплярами солероса и сарзана;
- Соровые солончаки замкнутых понижений;

Приморские и соровые солончаки в первые годы отступления моря (3-6 лет) не представляют опасности, так как глубина залегания грунтовых вод колеблется от 0,1 до 1,5 метров, на поверхности формируется тонкая соленая корка 1-3 см, которая разрушается на протяжении порядка десяти лет. В течение этого периода эта территория практически не подвержена ветровому воздействию. Соровые солончаки не представляют опасности, так как большую часть года находятся в гидроморфном режиме.

- Луга на аллювиальных равнинах (тростниковые, разнотравно-злаковые) на аллювиально-луговых, болотно-луговых и лугово-болотных почвах;
- Кустарниковые заросли (галофитные: тамарикс, карабрак);
- Кустарниково-саксауловые (пустынные леса/искусственные насаждения);

В ландшафтах озерных равнин периодически или постоянно обводняемых речными и коллекторно-дренажными водами отсутствует опасность, так как они относятся к гидроморфному режиму. Кроме того, растительность является одним из основных факторов определяющим динамическое состояние ландшафта. Луга на аллювиальных равнинах имеют достаточно высокое проективное покрытие, а кустарниковые заросли способствуют закреплению подвижных песков.

2. Слабая экологическая опасность:

- Водная поверхность в дельте;
- Мелководья, иногда с тростником;

Данные классы отнесены к слабой экологической опасности, так как их существование зависит от поступления в дельту воды, то есть от водности года. Так, например, в маловодные годы площадь водной поверхности, значительно уменьшается, что, в свою очередь, влечет за собой угнетение тростниковой растительности.

- Бугристые, бугристо-грядовые закрепленные с эфемерово-полынно кустарниковыми сообществами;
- Опустынивающиеся гидроморфные злаково-галофитноразнотравные с кустарниками.

3. Средняя экологическая опасность:

- Корково-пухлые и корковые без растительности, иногда с единичными экземплярами кустарников (карабрак, гребенщик);
- Бугристые и бугристо-грядовые без растительности и слабо закрепленные;
- Опустынивающиеся кустарниковые.

Корково-пухлые солончаки являются одним из основных поставщиков соли и пыли в атмосферу. Опустынивающиеся кустарниковые представляют опасность с точки зрения деградации растительного покрова, что в свою очередь может повлечь за собой интенсивное развитие эоловых процессов. Бугристо-грядовые и бугристые пески слабо закрепленные и без растительности ежегодно переуглубляются на 3-5 см. Бугристые и бугристо-грядовые пески, не закрепленные растительностью, занимают значительные территории обсохшего дна Аральского моря. Степень проективного покрытия колеблется от 20 до 40 %, что способствует развитию эоловых процессов. Поэтому межбарханные понижения являются основным поставщиком соли и пыли в атмосферу.

4. Сильная экологическая опасность:

- Солончаки с навейным песчаным чехлом с разреженными сообществами лебеды и селена;
- Равнинные (с ракушей) без растительности или с разреженными кустарниками (саксаул, гребенщик);
- Дюнные без растительности;
- Мелко-бугристые (слабо закрепленные) с разреженными сообществами полыни, кустарников и посевами селена.

Данные классы представляют собой территории с интенсивным развитием экзогенных процессов и представляют собой наивысшую степень экологической опасности - формирование очагов солепылепереноса. Значительная часть территории развивается в автоморфном режиме.

Согласно шкале экологической опасности и согласованному распределению классов по степени экологической опасности результаты контролируемой классификации были распределены по степени экологической опасности (рис.60), то есть создана тематическая карта - «Карта эрозионных рисков» и рассчитаны площади по каждому классу экологической опасности, в скобках указан цвет на карте для всей Узбекской территории Приаралья.

- Нет (практически отсутствует) - **858 621,4 га** (Зеленый);
- Слабая - **311 353,0 га** (Желтый);
- Средняя - **280 842,0 га** (Оранжевый);
- Сильная - **785 035,0 га** (Красный).

По отношению к общей площади обсохшего дна Аральского моря (в республиканских границах), территория, где отсутствует экологическая опасность, составляет порядка 40 % от общей площади обсохшего дна Аральского моря, площади со слабой и средней экологической опасностью составляют порядка 25 %, а территории с сильной опасностью - 35 %.

4.4. Динамика процессов опустынивания

На основе сопоставления данных проведенных исследований в 2006 году с «Картой ландшафтов Южного Приаралья» за 1990 год (А. Чернышев, САНИИРИ, оцифровка НИЦ МКВК) получены интересные данные, представленные в таблице 4.4.

Таблица 4.4.

Изменение укрупненных показателей сопоставлением оценки ландшафтов 1990-2006 годов, тыс. га/%

Степень риска	Площади по степени риска		Общая площадь биопокрытия	
	1990	2006	1990	2006
1	<u>199,4</u> 24,2	<u>760,2</u> 42,9		
2	<u>178,5</u> 22,8	<u>384,0</u> 21,7	<u>54100</u> 6,5	<u>512071</u> 28,9
3	<u>193,6</u> 23,5	<u>23,2</u> 1,3		
4	<u>243,4</u> 29,5	<u>605,0</u> 34,1		

Таким образом, распределение исследуемой территории по степени риска изменилось в процентном соотношении. Площади с отсутствием экологической опасности увеличились на 18,7%, что вызвано увеличением площадей мокрых приморских солончаков, которые в первые 3–6 лет не представляют экологической опасности. Кроме того, увеличились площади территорий с высоким проективным покрытием — кустарниково-саксауловые заросли. Площади сильного риска выросли почти на 5% за счет увеличения корково-пухлых солончаков. Значительно уменьшились площади со средней экологической опасностью — на 20% по сравнению с 1990 годом, что вызвано, в первую очередь, тем, что на территории обсохшего дна наблюдаются процессы зарастания.

Так, например, после завершения строительства дамбы на озере Судочье, значительно увеличились площади с кустарниковой растительностью на территории бывшего залива Аджибай. По карте «Ландшафты Южного Приаралья, состояние местности на 1990 год», на территории бывшего залива Аджибай площадь, покрытая растительностью, составляла 3,7 тыс. га; а по состоянию местности на 2006 год — 29,7 тыс. га, то есть заросшая площадь увеличилась в 8 раз. В абсолютном же значении за счет осушки моря площади увеличились на 950 тыс. га за счет отступления береговой линии, но площади особо сильного риска возросли на 362 тыс. га или на 149%.

Сопоставление Карты литологического состава покровных (четвертичных) отложений природных комплексов обсохшего дна Аральского моря с данными 2006 года (табл. 4.2) показывает, что при общем увеличении площади обсохшего дна Аральского моря порядка на 600 тыс. га их изменение по степени экологической опасности выглядит следующим образом:

- Нет (практически отсутствует) — **увеличилось на 560,8 тыс. га;**
- Слабая — **увеличилась на 196,5 тыс. га;**
- Средняя — **уменьшилась на 170,4 тыс. га;**
- Сильная — **увеличилась на 361,6 тыс. га.**

То есть за период с 1990 по 2006 год территории с сильной экологической опасностью увеличились более чем в два раза.

Тенденция к зарастанию сохранилась. Нынешняя оценка проектного покрытия растительности близка к той же категории в рамках предыдущих сопоставлений и составляет в 2006 году 30,5% против 21,6% в 1996 году. Это опять-таки подтверждает наличие процессов самозарастания, которые очевидно интенсифицировались за последние годы.

4.5. Динамика процессов на дне осушенного моря. Оценка риска

На осушенном и освобождающемся дне моря развивается как процесс опустынивания, так и процесс естественного почвообразования. Направленность этих процессов определяется сложным сочетанием изменения уровней грунтовых вод, формированием нового ландшафта, золовым переносом, формированием новых почв и растительного покрова. Все эти процессы взаимосвязаны.

Понятно, что главным индикатором этих процессов является характеристика поверхности, и, в первую очередь, характеристика почвенного покрова.

Почвенный покров является главным определителем экологической стабильности и экологической опасности (риска), так как состояние и динамизм почвенного покрова практически определяет направленность происходящих в биологически активном слое процессов.

Если рассмотреть приведенные в предыдущих главах классы с позиций их превращений и динамики, то можно увидеть (рис.4.7.1), что главными побуждающими к изменению почв и ландшафтов действующими силами являются последовательные процессы. Сначала происходит усыхание моря, последующее развитие дефляционных процессов, обсыхание озер и понижений в островной и других впадинных системах. На смену им приходит опустынивание (или обводнение) дельты, посадки для борьбы с дефляционно-зловыми процессами, дефляционные процессы на подверженных и мало заросших барханах и дюнах и развитие самозарастания в зоне искусственных посадок.

Начальная осушка морского берега сопровождается образованием гидроморфных маршевых солончаков, которые не имеют растительности, и их устойчивость и стабильность определяется степенью влажности и содержанием песка или суглинисто-глинистых частиц.

К настоящему моменту на большей части обследованной территории грунтовые воды опустились глубже 3 метров, обладают очень высокой минерализацией (до 50 г/л). Гидроморфные и полугидроморфные солончаки здесь трансформировались в полуавтоморфные и автоморфные. Зона вновь образовавшихся гидроморфных почв перемещается вслед за отступающим урезом морской воды.

Автоморфные приморские солончаки представлены корковыми, корково-пухлыми, местами отакыренными разновидностями.

Профиль автоморфных солончаков в целом очень сильно засолен, но максимум содержания солей (рис 4.6) приходится на корковый и подкорковый (порошисто-пухляковый) горизонты. Содержание солей в них колеблется от 3,0–5,0 до 15–25%. Вниз по профилю количество солей уменьшается и изменяется в зависимости от механического состава слоев. В нижних горизонтах профиля часто формируется второй солевой максимум, обусловленный

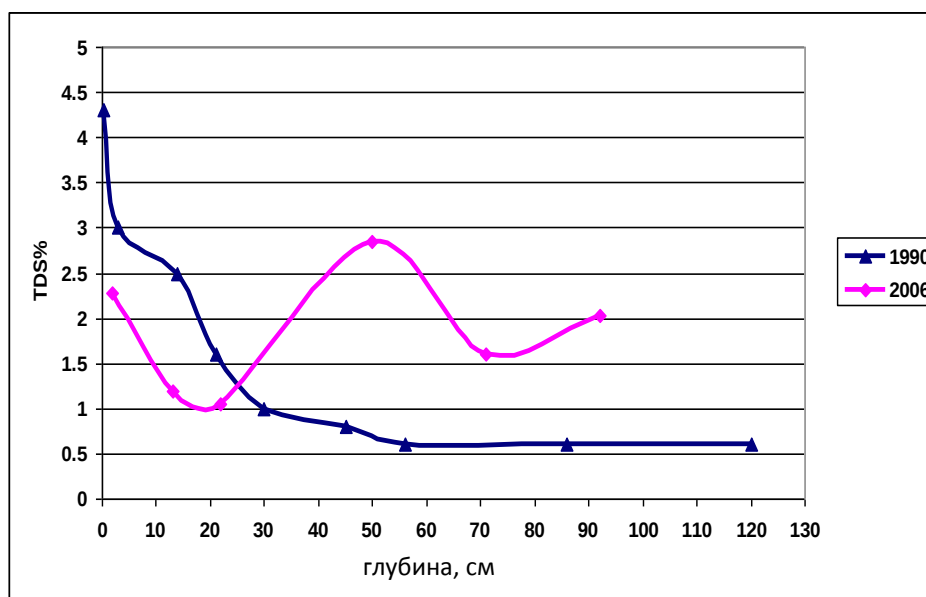


Рис. 4.6. Распределение солей в гидроморфной и образованной из нее автоморфной почве

Тип засоления поверхностных горизонтов этих солончаков по анионам сульфатно-хлоридный и хлоридно-сульфатный. Вниз по профилю сульфатно-хлоридный тип преобладает над другими типами засоления. Равномерное распределение солей сменяется на концентрацию их в средней части профиля, в связи с участием одновременно нескольких процессов: снижение уровня грунтовых вод, опреснение верхнего слоя, перекрытие его песчаным чехлом.

Обсыхание почвогрунтов сопровождается активизацией эолово-дефляционных процессов. И хотя в песчаных солончаках солей содержится меньше, чем в суглинисто-глинистых, они тем не менее становятся мощным источником соле-пылепереноса, поскольку легче и глубже перерабатываются ветром. Результатом такой обработки и переноса первоначально явилось формирование эолового рельефа по всему периметру реликтового взморья. Со временем такое явление распространилось и вглубь бывшей акватории моря (рис. 4.7.)

Дальнейшая активизация дефляционно-аккумулятивных процессов способствует направленному рассолению почвогрунтов и формированию песчаных почв зонального ряда со слабой степенью засоления под разреженной псаммофильной растительностью. Период трансформации приморских солончаков в песчаные почвы растягивается приблизительно на 8-10 лет (рис. 4.7.1).



Рис. 4.7. Сухое русло реки Амударья

Направленность трансформации классов поверхности усыхающего моря регулируемое развитие процесса возможное развитие процесса

	класс			
	1	2	3	4
Обсыхание моря				3.1
	2.1			
	2.2	3-4 года	2.3 5-7 лет на тяжелых почвах 4-5 лет на легких почвах	
Обсыхание моря с последующими дефляционными процессами				2.4
Обсыхание озер в островной системе	2.5			
Опустынивание дельты	4.1	4.2 10-12 лет на легких почвах 14-16 лет на тяжелых почвах		
	4.3		4.4 10-12 лет (зависит от подачи воды в дельту)	
Самозарастание, искусственные посадки Дефляционно-эоловые процессы		3.5	3.4	
Дефляционно-эоловые процессы				3.2
				3.3
Искусственные посадки и самозарастание	4.5			



Рис. 4.8. Опустынивание дельты, засохшие деревья туранги (*Populus pruinosa*)

При снижении попусков в дельту речных вод аллювиальные дельтовые почвы деградируются, уровни грунтовых вод снижаются, минерализация повышается.

Особенно этот процесс характерен для начальных стадий опустынивания почв. Содержание солей в почве увеличивается. Период трансформации почв гидроморфного ряда в опустынивающиеся определяется промежутком 10-15 лет.

Деградация почвенного покрова проявляется в снижении продуктивности кормовых угодий, потере органических веществ, в уменьшении элементов плодородия. Естественно, что все эти процессы наносят значительный ущерб естественному плодородию почвенного покрова. Значительно снижается и биоразнообразие. Происходит выпадение дельтовой растительности (рис.4.9).

Для того чтобы выявить общую направленность процессов почвообразования, использовали результаты почвенных исследований Почвенного института АН Узбекистана и выполненную П.П. Сектименко детальную почвенную карту зоны осушенного дна моря по состоянию на 1990 г. (рис. 4.9), сравнивая их с нынешним состоянием, отражённым почвенной картой на 2005 г. (рис. 4.10).



Рис. 4.9. Почвенная карта, состояние местности на 1990 год

*Почвенная карта составлена по результатам полевых исследований.
С использованием данных программы LRS*

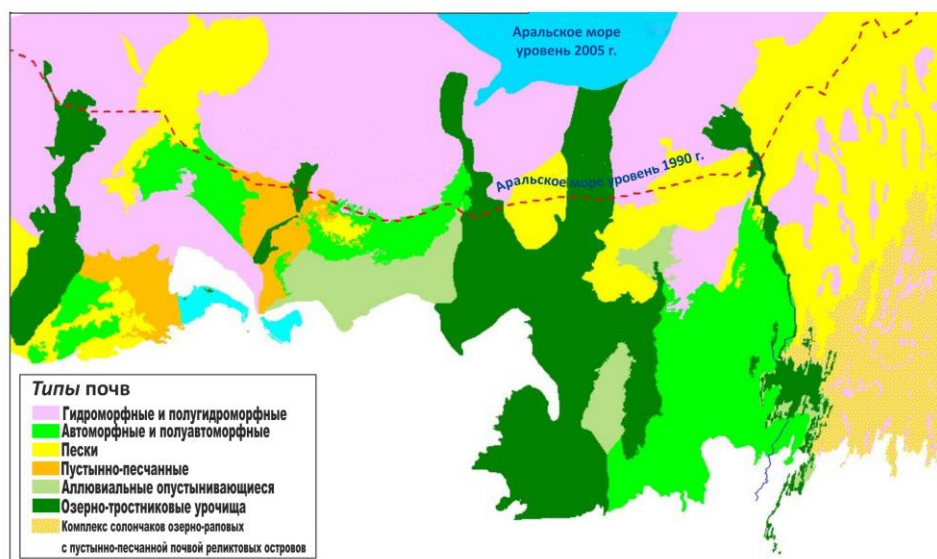


Рис. 4.10 Почвенная карта, состояние местности на 2005 год

Ниже приводятся результаты сопоставления в рамках площадей, которые были охвачены съемкой Сектименко в 1990 году и образовавшиеся на осушке до 2006 года (табл. 4.5).

Таблица 4.5.

Сопоставительный анализ изменения почвенного покрова, в сравнении с 1990 годом (тыс.га)

Класс ландшафтов	Группы почв	1990 год	2005 год	
			В зоне, охваченной съемкой 1990 г.	В зоне осушки с 1990 по 2005 год
2.1, 2.2, 2.5, 4.1	Гидроморфные и полугидроморфные	763204	276340	372568
2.3, 2.4, 2.5, 4.3	Автоморфные и полуавтоморфные	114443	165834	8304
4.5	Пустынно-песчаные		233460	4381
3.1-3.5	Песок	172348	321745	81888
4.2, 4.4	Опустынивающиеся луговые		52616	45
Всего		1049995	1049995	467186

Сравнение проводилась в контурах одинаковых площадей, полученных при совмещении почвенных карт. За период с 1990 года произошло увеличение автоморфных солончаков более, чем на 50 тыс. га, за счет снижения уровня грунтовых вод и перехода гидроморфных почв в их автоморфные аналоги. Сформировались 233,5 тысяч га пустынно-песчаных почв, что является позитивным признаком. Однако значительно увеличилась площадь под песками, с 172 тыс.га до 322 тыс.га, что указывает на интенсификацию эрозионных процессов на обсохшем дне.

С позиций экологической стабильности вообще вся зона осушенного дна моря является нестабильной в целом, ибо здесь с двух сторон - и со стороны уходящего моря и со стороны прежней дельты - идут процессы постепенного изменения поверхности, обусловленные отходом береговой линии и осушением пляжей со стороны моря и обсыханием (деградацией) дельты. Однако при искусственном постоянном обводнении со стороны прежней дельты или при периодических попусках в сторону прежних замкнутых понижений и озер условия формирования ландшафтов и почвообразования могут быть относительно стабилизированы.

Если бы можно было поддерживать стабильный или периодически колеблющийся уровень Аральского моря в пределах 1-1,5 м, как это имело место в период 2003...2005 годов, то гидроморфный и полугидроморфный характер питания этих зон позволил бы поддерживать стабильность увлажнения и постепенное развитие в этих условиях солеросов, иногда саразонов. При резких спадах уровня моря солончаки сразу переходят в автоморфные формы почв соответствующих классов ландшафта. Соответственно, если процесс перехода из одного гидроморфного класса почв в другой сохраняет низшую степень экологического риска, то переход к автоморфным почвам сразу переводит определяемые ими ландшафты к последующим классам риска 3 и даже 4.

4.6. Мероприятия по стабилизации осушенного дна

Как установлено, на конец 2006 г. общая площадь зоны сильного риска составляет 785 тысяч га осушенного дна моря на территории Узбекистана. По прогнозу общая площадь зоны осушки моря увеличится в будущем в пессимистическом варианте еще на 500 тысяч га (половина площади осушки, приходящаяся на территорию республики).

Бесспорно, защищать любыми методами более 1,2 миллионов гектар непосильно ни стране своими силами, ни с помощью иностранных доноров. С этих позиций необходимо искать пути снижения площадей, подлежащих защите.

Из проведенных исследований видно, что на осушенном дне моря наряду с нарастанием отрицательных последствий наблюдаются и положительные тенденции - самозарастание, стабилизация отдельных видов ландшафтов. Намечены определенные меры, позволяющие надеяться на устойчивость дельты в ее нынешнем состоянии и даже на увеличение периодических попусков во временные неуправляемые старые русла на осушенном дне, в которых сохраняется жизнь фауны и флоры, которую нужно поддерживать путем соблюдения определенных временных интервалов сбросов в эти русла.

В многоводном 2005 году, вокруг сбросных русел Джилтырбас и Аджибай образовались увлажненные зоны, охватившие значительную площадь осушенного дна, а общая площадь увлажнения массивов в этом году увеличилась по сравнению со средними годами на 55 тыс.га.

Таким образом, уточнив все площади возможной стабилизации ландшафта и организовав постоянный мониторинг этих территорий, можно не допустить на них нарастания зон сильного риска.

Рассмотрим теперь зону сильного риска, на которой развиваются или могут развиваться негативные последствия. Мы не должны оценивать всю ее площадь в одинаковой степени опасности для общества. В ее пределах следует выделить **территории усиленного развития негативных процессов**, на которых под влиянием эоловых и гидрохимических процессов в условиях аридного климата и антропогенных изменений увлажненности могут возникать источники стрессовых явлений. К таким источникам следует отнести:

- барханы и подвижные пески. В процессе экспедиций был обнаружен ряд таких очагов, при этом скорость их перемещения оказалась в пределах 4 км в год (2 км за полугодие);
- наличие массивов песчаных незакрепленных ландшафтов с легким мехсоставом, которые могут легко сформироваться в движущийся бархан;
- повышенное содержание легкорастворимых солей в почвогрунтах, создающих угрозу гибели уже существующей растительности и особо древесной;
- формирование участков усиленного солепылевыноса, включающее вынос и аккумуляцию легких фракций поверхностных отложений (пыли и пылевого песка) и дальнейшего их переноса;
- пересыхающие или временные водопотоки или скважины, которые питают водные объекты в пустыне, служащие источником жизни.

Одновременно с фиксацией и мониторингом этих «очагов деградации» следует определить зону их влияния. Так приведенные ранее в САНИИРИ (Разаков Р.М., 1987, 1998) наблюдения за этими процессами (ИНТАС-RFBR 1733) показали, что интенсивный солеперенос, который может нанести вред здоровью людей и продуктивности сельского хозяйства, наблюдается в пределах 50 км от интенсивного источника эоловых явлений. За пределами этой линии он

снижается до нескольких десятков килограммов на гектар в год, что естественно не представляет никакой опасности (Толкачева Г.А., 1998).

Современные наблюдения GTZ (Навратил П.) проведенные на пяти ветровых станциях, расположенных на востоке от Джилтырбарса, дают максимальную величину пылесолепереноса 1914 кг/га за год:

Таким образом, интенсивность солепылепереноса по отношению к 1980-м годам не увеличилась, а даже снизилась. В результате зона развития негативных процессов в зоне пересечения границ указанных зон определяет территории, подлежащие защите (рис. 4.11, табл. 4.6).

Таким образом, на территории, подлежащей защите, из общей площади более полумиллиона гектар, имеется 57,6 тыс.га площади приоритетной защиты и, кроме того, 60,0 тысяч га в зоне осушенной дельты. Эта площадь распределения между первоочередным облесением и обводнением.

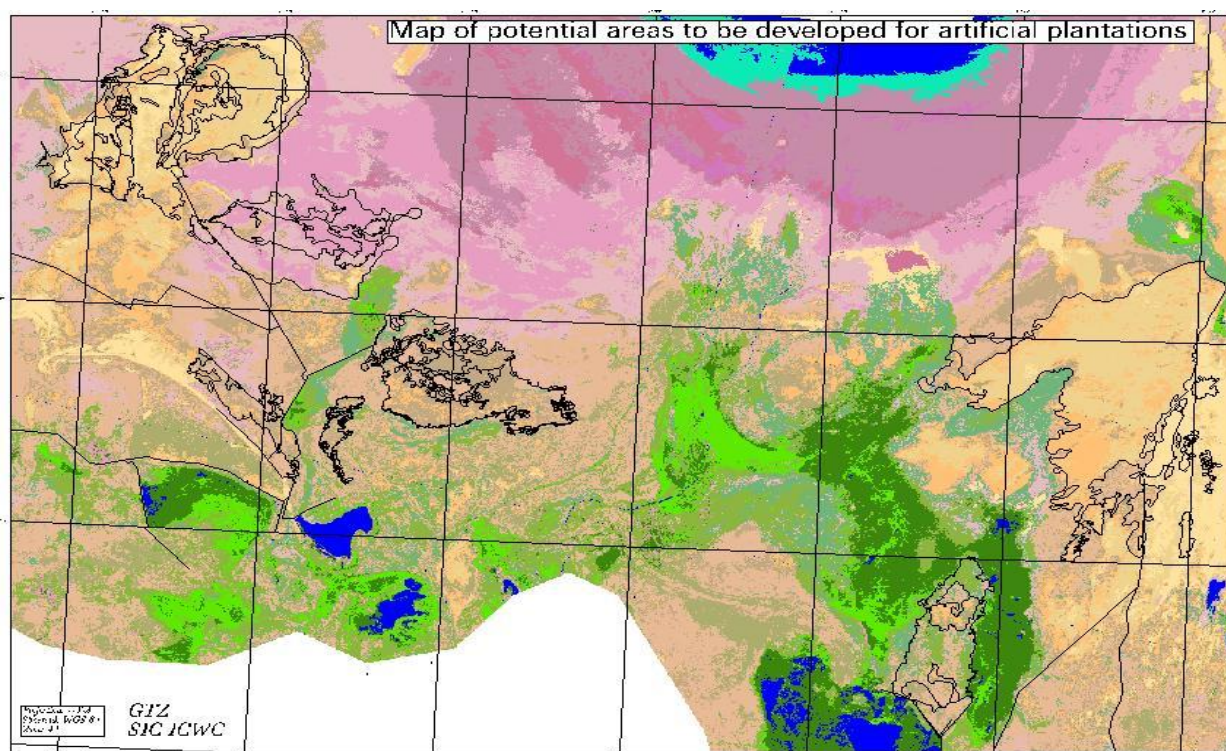


Рис. 4.11. Зоны предполагаемого освоения и закрепления

Таблица 4.6.

Территории возможного негативного влияния и подлежащие защите, (га)

Степень (ступень) экологической опасности	Цвет	Территории возможного негативного влияния	Территории, подлежащие защите
Нет (практически отсутствует)	зеленый	293926,7	
Слабая	желтый	136674,6	
Средняя	оранжевый	168717,6	
Сильная	красный	466915,3	57576,7

По данным экспедиционных и космических исследований первоочередные работы предлагаются в:

а) районе севернее Муйнака между водотоком Рыбачьего залива и дельтой, солончаки с навесными подвижными песками и отдельными барханами, представляющие угрозу пылесолепереноса на Муйнак;

б) пространстве между Кокдарьей и Джилтырбарсом севернее нового лагеря GTZ, где барханы продвинулись на 2 км за последний год, засыпали дорогу и продвигаются в сторону новых посадок GTZ

в) зоне слабозакрепленных песчаных бугров в комплексе с песчаными понижениями в южной части обсохшего дна в районе залива Аджибай;

г) зоне северной части песчаной косы (скв. Бахыт), где уже проводятся посадки, но состояние их неоднозначное.

На обследованных территориях посадок имеется 30 % участков с плохой приживаемостью. По рекомендации участников экспедиции необходимо провести детальное обследование (почвенно-гидрогеологическое и ботаническое) данных территорий с тем, чтобы установить целесообразность их дополнения и оценить возможность самозарастания. Как предлагает ряд исследователей (Вухрер, Гинцбургер), необходимо обсудить и оценить возможность стимулирования самозарастания распространением семян селена.

Кроме того, в зону приоритета защиты может войти часть территории, не вошедшая в осушенное дно моря, а расположенная выше отметки 53 в дельтовой части, где интенсивно идут процессы опустынивания, которые нуждаются в дополнительном обследовании. Дистанционная оценка потребует введения здесь новых подклассов, учитывая, что дельта характеризуется совершенно другими растительными ассоциациями (туранга, тугайные леса) и почвенными условиями (луговые, лугово-болотные, takyры и опустынивающиеся почвы). Эти зоны могут защищаться сочетанием обводнения и фитомелиорации.

В процессе экспедиции выявлены отдельные явления, свидетельствующие о необходимости разработки правил выбора и подготовки зон посадок и посевов для увеличения их приживаемости. На низкую приживаемость могут влиять и некачественные семена или погибшие ко времени посадки (участок 17 экспедиции 3), а также исходные почвенно-гидрогеологические условия, не соответствующие требованиям. Кроме того, имеет значение наступления барханов, что требует их механического закрепления камышом, определения участков с деградирующими посадками саксаула (Тигровый хвост), высыханием джангила, а также многочисленных нарушений принявшихся посадок геологическими и нефтяными разработками, изысканиями и транспортом.

По данным Агентства GEF МФСА до сегодняшнего дня в зоне воздействия Аральского кризиса проведены лесопосадки на площади 740 тыс. га, в том числе на осушенном дне моря на площади 350,7 тыс. га. Лесомелиоративные работы на площади 321,8 тыс. га произведены за счет средств бюджета страны, на 16,4 тыс. га – профинансированы GIZ (Германия), на 1,5 тыс. га – неправительственной организацией «Кофютис» (Франция), на 11,0 тыс. га – МФСА.

Кроме того, проведенными 9 наземными экспедициями за период 2005-2011 годы, организованными НИЦ МКВК при поддержке немецкого Правительства, установлено, что эти работы способствовали возникновению самозарастания осушенного дна моря дополнительно на площади около 200 тыс. га.

В настоящее время начата реализация плана практических действий по проведению лесопосадки на 500 тысячах гектаров на осушенном дне Аральского моря. По инициативе Президента Республики Узбекистан озвученных на Саммите глав государств – учредителей

Международного фонда спасения Арала 24 августа 2018 года в г.Туркменбаши (Туркменистан) Постановлением Правительства утвержден перечень приоритетных национальных программ и проектов по организации системных лесопосадок на осушенном дне Аральского моря для закрепления подвижных песков и предотвращения соле-пылевых бурь.

5. МОНИТОРИНГ ДЕЛЬТЫ РЕКИ АМУДАРЬИ

Дельта реки Амударьи сформировалась под влиянием многолетних естественных колебаний стока реки, различных процессов морского и речного характера, а также эрозионной динамики, что создало ландшафт дельты и ее гидрологический и гидрогеологический профиль с большим количеством водоемов. Эти водоемы (Судочье, Каратерень, Кокчиел, Акчакуль, Западное) при отметке моря 53 представляли из себя озера приморской дельтовой равнины, периодически затопляемые речными и морскими водами и имевшие связь с заливами Аджибай, Джилтырбас. В многоводные годы эти озера почти полностью распределялись обильным речным стоком, приобретая свойства проточных водоемов. В период сокращения притока пресных вод в маловодные периоды эти озера частично затоплялись морскими водами, в результате происходило резкое изменение физических и химических свойств воды, соответственно менялась их флора и фауна, и биологическая продуктивность. Последние годы в результате поступления загрязненной воды в озеро Судочье и ряд другие водоемы, они теряют свою продуктивность, исчезли многие виды рыб, ондатры, кроме того, камышовые заросли и другая околотовдная растительность угнетается.

Сохранение биоразнообразия и повышение естественной продуктивности биоресурсов является одной из важных экологических и социальных задач Приаралья, определяющее значение в решении которой принадлежит озерам и ветландам, поскольку, обладая высокой потенциальной биопродуктивностью, они являются естественными убежищами для местной и глобальной фауны.

Самый большой внутридельтовый водоём Судочье является местом гнездования для множеств видов перелетных птиц. Поэтому подготовлен пакет документов для включения озера Судочье в список Рамсарской Конвенции, основная миссия которой является «сохранение и разумное использование всех водно-болотных угодий путем местных, региональных и национальных действий и международного сотрудничества, как вклад к достижению устойчивого развития повсюду».

Правительство Узбекистана осуществило большие работы по созданию инфраструктуры озера Судочье в западной части дельты Амударьи, а также строительство целого ряда сооружений по проекту обводнения дельты и совершенствования системы водоподдачи в комплекс малых водоемов на территории дельты. Все это позволило уже к началу 2000 года иметь озерные системы на площади 116, 7 тыс. га в дельте Амударьи. Было очень важно не допустить гибель существующих дельтовых растительных покровов в динамике опустынивания.

В 2000–2003 годах комплексная схема и ТЭО водной системы дельты Амударьи были составлены НИЦ МКВК совместно с голландской компанией «Ресурс-анализ» стоимостью немногим более 90 миллионов долларов США. НИЦ МКВК выполнил работы по уточнению объемов воды, необходимых для экологического поддержания рек и дельты, особенно, озерных систем. В частности, определено, что необходимые объемы воды для поддержания экологически устойчивого профиля дельты реки Амударьи и подпитки озерных систем требуют для многоводных лет 8 км³ воды, для среднего года — 4,6 км³, а для маловодных, чтобы сохранить экологическую стабильность в дельте, как минимум — 3,5 км³ воды.

По территориальному признаку и источникам водоподачи водоемы дельты Амударьи разделяют на три зоны: Западную, Центральную и Восточную.

Наиболее важным объектом, с точки зрения управления и использования речной воды Амударьи, центральной зоны являются Междуреченское водохранилище и связанные с ним водоемы Муйнак, озеро Макпалколь и водохранилище Рыбачье, а также озеро Майпост. Поступающая в водохранилище вода, распределяется в Муйнакское озеро, озеро Макпалколь, которое снабжает водой Рыбачий залив. Кроме того, Водохранилища Междуречье, Муйнакское и Рыбачье используются как источник хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Муйнак и других населенных пунктов Муйнакского района, расположенных вблизи этих водоемов. В паводковый период, когда уровень воды в Междуреченском водохранилище поднимается выше отметки 57,0 м, начинается сброс воды в сторону Аральского моря.

В целом водоемы Центральной зоны от водоемов западной (Судочье и Машанкуль-Караджарская система озер) и восточной (озера Джилтырбас и другие) отличаются по поступлению воды – в Центральную зону поступает чистый Амударьинский речной вода.

Динамика водной поверхности водоёмов в дельте реки Амударьи (табл. 5.1, полученная на основе постоянной дешифровки данных дистанционных наблюдений), показывает, что в период 2009-2018 годов водная поверхность водоёмов крайне нестабильна и в основном определяется водностью года. Предусмотренная проектами НАТО (НИЦ МКВК) и малых водоёмов площадь водоёмов в 194,1 тыс. га, не была достигнута ни разу за весь период их эксплуатации. Максимальное поддержание водной поверхности в 115,2 тыс. га в 2010 году и площади с десятипроцентным проектным наполнением водоёмов в 2011, 2013 и 2014 годах. Это происходит из-за того, что предусмотренный обоими проектами комплекс сооружений дельты выполнен только частично, не созданы намеченные регулирующие мощности Междуреченского водохранилища, а в связи с частичным его заилением, они даже уменьшились. Более того, практически никакого управления и регулирования подачей воды в дельте Нижне-Амударьинское бассейновое управление не осуществляет.

Как видно из рис. 5.1, Междуреченское водохранилище в августе 2018 года полностью высохло из-за маловодья и практически весь объем воды водохранилища разбирается полностью в середине сезона, что на территории Междуреченского водохранилища отсутствует отражение воды.

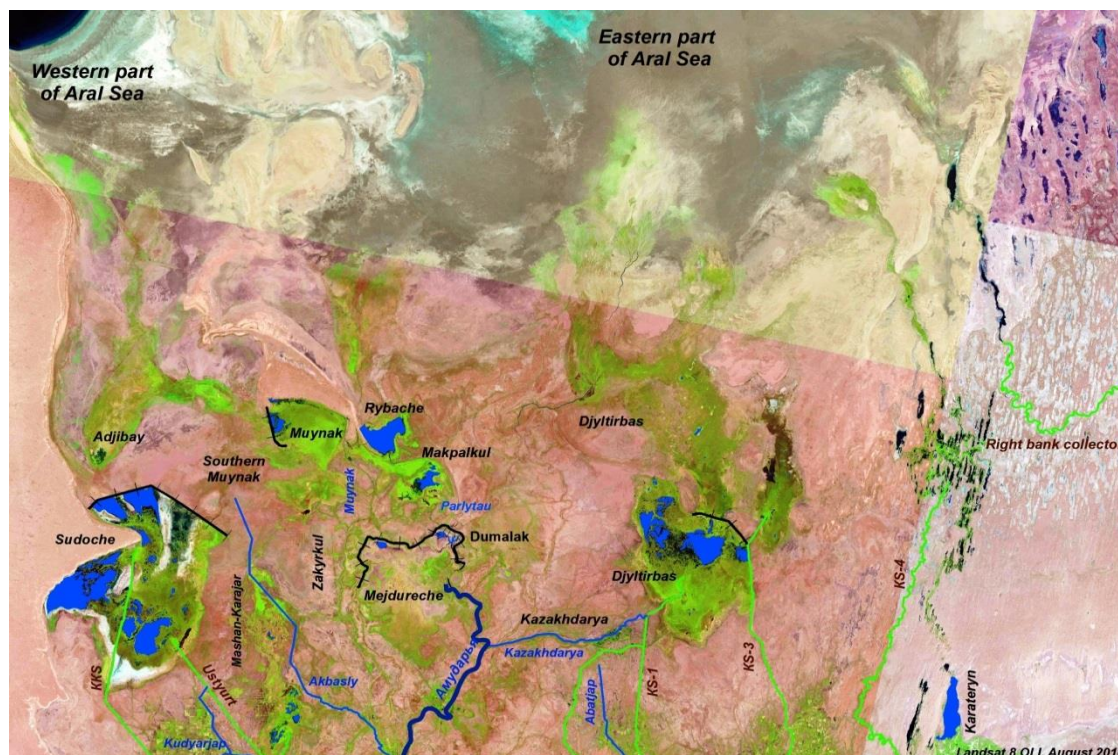


Рис. 5.1. Космические снимки локальные водоемы дельты р.Амударьи
(Landsat 8 OLI, август 2018 г.)

Система озера Судочье, которое в основном питается коллекторно-дренажными водами, из-за маловодья в 2018 года площадь водной поверхности озера уменьшилось до конца на 61 %. Такая же ситуация по остальным водоемам как Муйнак, Рыбачье, Джылтырбас и даже озера Думалак, Закирколь полностью осушалась.

Результаты мониторинга динамики изменения площади водной поверхности и ветландов Южного Приаралья за 2018 год показывают, что из-за маловодья и отсутствия контроля водных ресурсов, направляемых для покрытия экологических требований Южного Приаралья, в Приаралье идет процесс интенсивного опустынивания.

Кроме того, анализ статистических данных по общему годовому поступлению воды в Аральское море и дельту реки Амударьи показывает характеристику изменчивости речного стока. При этом количество катастрофически маловодных лет увеличивалось после 2000 года, а колебания ежегодных поступлений воды в дельту р.Амударьи изменяется от 0,403 км³ в 2001 году до 20,3 км³ в 2010 году.

Поэтому данные выполняемого НИЦ МКВК мониторинга изменения площади водной поверхности водоёмов и ветландов в дельте реки Амударьи (табл. 5.1 и 5.2) показывают очень изменчивую и нестабильную динамику за период 2009-2018 годы, по площади открытой водной поверхности и по площади ветландов водоёмов дельты Амударьи. Кроме того, динамика изменения площади водной поверхности озерных систем по месяцам также очень изменчива и нестабильна.

Если оценить ситуацию за последние два года, мы увидим в дельте реки Амударьи совершенно разные условия. В 2017 году объем подачи воды в Аральское море и дельту реки Амударьи составил 10,7 км³, при этом общая площадь открытой водной поверхности озерных систем за июнь увеличилась до 86421,7 га. Но за период 2018 года минимально требуемый объем воды для региона обеспечен не был, и в дельту реки Амударьи фактически поступило 1,319 км³ воды и это составляет всего 37 % минимально необходимой воды. В результате,

общая площадь открытой водной поверхности озерных систем уменьшилась до 21565 га, т.е. площадь водной поверхности водоёмов в дельте реки Амударьи всего за один гидрологический год уменьшилась на 64857 га.

Мониторинг изменения площади водной поверхности озерных систем дельты реки Амударьи показывает сложный гидрологический процесс, который полностью зависит от объема поступления воды.

Максимальная площадь ветландов и водной поверхности (табл. 5.2) была достигнута в 2005 г. – 347,120 га и в 2010 г. – 326,009 га. В другие годы площадь уменьшалась до 79,5–122 тыс. га.

Подача воды в дельту, осуществляется не только из реки, но также и по коллекторам: КС-1, КС-3, КС-4, Акчадарья (правобережный), ККС и Устюрт, а также из Устюрт в озеро Машанкуль (канал Раушан попадает оз.Судочье, через коллектор Устюрт). Система правобережного коллектора берет начало от Берунийского коллектора и следуя Главным Южным Каракалпакским коллекторам (ГЮКК) попадает в коллектор Акчадарья и через Жанадарья коллекторная вода поступает в Восточную часть Большого Аральского моря. Во второй половине прошлого века в связи с переводом низовий реки Амударьи в зону рисосеяния возникла необходимость строительства крупных магистральных коллекторов как ККС, КС-1, КС-3, КС-4 и ряд других, назначением которых является отвод возвратных коллекторных вод за пределы орошаемых земель. При этом многие ранее существующие пресноводные озера, как Судочье, Каратерен, Жилтирбас и ряд других стали водоприемниками сбросных коллекторных вод, а эксплуатация этих озер на беспроточном режиме привело к повышению минерализации воды в этих водоемах и потере их продуктивности. К примеру, концентрация минерализации воды в водоеме Агушпа по состоянию на 2010 год достигла 60-65% и в результате чего исчезли все виды водных и околотоводных обитателей (рыба, ондатра, планктоны, кормовая растительность). На прибрежных зонах также исчез камыш, заросли которых служили как корм для скота, так и как местный строительный материал.

Потеря сред обитания, особенно предпочтительных типов как камышовые заросли, тугайные леса и мелководья ведёт к сокращению разнообразия и численности фауны. В дельте Амударьи осталось только 5 % прежних площадей тугайных лесов. В регионе дельты Амударьи существуют официально, один заповедник (Бадай–Тугай) и один заказник Судочье. Он был основан как орнитологический заказник. Из 282 видов птиц, встречавшихся в дельте в 1950-х годах, 30 исчезли, а 88 теперь считаются редким, тогда как 22 вида внесены в Красную книгу Узбекистана как «исчезающие». Также, хотя некоторые виды могут показывать положительные колебания, в целом происходит значительное сокращение популяций. Дельта – жизненный оазис между обширных областей пустыни, и имеет чрезвычайно важное значение для перелетных птиц. Только 57 из всех видов, встречающихся в дельте, живут здесь постоянно. Ретроспективный анализ показывает, что более 400000 водоплавающих находились здесь в течение осеннего перелета. В Судочье встречается более 35 видов, включая 11 гнездящихся здесь.

Таблица 5.1. Сопоставление площадей открытой водной поверхности водоёмов дельты реки Амударьи (2010-2018 гг.), га

№	Водоем	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	Судочье	31228	6185,61	9083	14178	9704	12476,5	22318	20501	14144
2	Междуреченское	10307	501,69	9144	2423	1671	19642,5	8263	9072,7	402,0
3	Рыбачье	5552	3069,57	4807	3105	1462	4115,1	3243,5	3435,2	2987,6
4	Муйнакское	4060	1543,02	1372	1146	508	902,6	1307,5	1142,6	566,9
5	Джылтырбас*	42263,25	5060,18	23420	6176	5774,05	10185,07	6814,97	6945,9	5779,6
6	Быв.зал. Аджибай		-							
7	Думалак	3773,57	-	326,7	21	9	6679,4	150,9	879,8	-
8	Аджибай 2**		-	-	-					
9	Макпалколь	2061	950	1723,7	1442	8,51	2706,19	1289,62	1032,5	763,2
10	Машан-Караджар	7566,20	215,70	1009,7	638	507,54	421,4	596,7	495,8	503,5
11	Водная поверхность южнее Муйнака	3937,60	-	-	-	-	398,5	-	-	-
12	Водная поверхность по руслу р. Казахдарья	3616,17	-	1854	-	-	912,9	6,09	268,9	-
13	Оз. Закирколь	819,02	-	70	10	-	1520,5	328,5	376	-
Общая площадь		72920,56	17525,77	52810	29139	19644	59960,6	44318,8	44150,4	25146,8

* Джылтырбас - вместе с бывшей правой и левой протокой.

** Аджибай 2 – Искусственное сооружение севернее Рыбачьего и Муйнакского водохранилищ.

Таблица 5.2. Сопоставление площадей ветландов дельты реки Амударьи (2010-2018 гг.), га

№	Водоем	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	Судочье	49372,0	38915,36	31080,1	56981	53292	57480,7	50379	55327	61550
2	Междуреченское	33593,6	22465,0	20131,5	33195	32934	15393,3	29521	28718,9	36008
3	Рыбачье	5585,1	5531,1	6837,4	8426	8161	7870,5	8249,5	8380,2	8514
4	Муйнакское	12049,5	9832,7	9572,2	13254	12409	12801,9	14856,5	15167,5	15618
5	Джылтырбас*	129968	150640,86	141156	151629	61869,35	96189,01	139633	138601	140794,8
6	Быв.зал. Аджибай	12824,6	21023,1	17564	-	-	-	-	-	-
7	Думалак	22809,1	15986,0	17061,4	17924	13247	15780,4	15899,6	15558,6	16051
8	Аджибай 2**	11738,26	10614,93	15269,1	-	-	-	-	-	-
9	Макпалколь	12599,7	5947,13	5998,9	7017	7454	5977,9	7394,5	7609,1	8171
10	Машан-Караджар	4999,9	14128,59	9710,3	27404	9932	27607,4	26604,7	26489,2	26698,5
11	Ветланды Муйнака	13058,6	15024,5	8335,1	9886	9585	9913,8	9605,2	9605,1	9577,7
12	Ветланды Казахдар.	14618,3	16508,04	14753,4	2867	1978	4112,3	4745,5	4655,5	4751,5
13	Оз. Закирколь	2882,5	3721,5	2506,2	1468	1577	1270,7	2462,7	2450,3	2791,2
Общая площадь		326099,2	330338,8	299975,6	330051	212438,4	254398	309351,2	312562,4	330525,7

* Джылтырбас - вместе с бывшей правой и левой протокой.

** Аджибай 2 – Искусственное сооружение севернее Рыбачьего и Муйнакского водохранилищ.

Увлажненные дельты Амударьи являются главным источником рыбной ловли Каракалпакстана и, несмотря на серьезную деградацию дельты, все еще имеют существенный потенциал в этом отношении.

Однако, в связи с резким сокращением поступления воды из Амударьи в Аральское море и из-за увеличения гидравлического уклона реки, все эти дельтовые озера остались без воды, следовательно, потеряли свои рыбопромысловое значение. В маловодные годы объем стока, поступающего в дельту, сокращается в 6-7 раз, а площади озер до 20 тыс. га. Сокращение объема коллекторных вод сопровождается резким повышением их минерализации, что крайне отрицательно влияет на водно-солевой режим водоема. Заливы Муйнакский и Рыбачий даже в маловодные годы сохраняют свою уменьшенную акваторию. В последние годы в целях обводнения дельтовых озер были возведены глухие перемычки на русле Амударьи в регионе Шеге, и речная вода начала затапливать осушенные зоны бывших озер.

Обводнение дельты поддержало улов рыбы в дельтовых водоемах, но не смогло стабилизировать его в намеченных проектами пределах 20–35 тыс. центнеров. Начиная с 2004 года все озера, расположенные на территории Республики Каракалпакстан, были переданы в аренду во временное пользование 80 фермерским хозяйствам (арендатором), площадь водоемов которых составляет 72 тыс. гектаров. Динамика уловов представлена в таблице 5.3. Начальная (в 2003 году) продуктивность водоемов в 4 кг на гектар к 2008 году, хоть и выросла до 15 кг, тем не менее, осталась далеко ниже проектной 100 кг/га. В то же время лучшим показателем в мире является продуктивность 1 га водоема 1,0–1,5 т/год.

Таблица 5.3.

Вылов рыбы в естественных озерах по Республике Каракалпакстан

Годы	Добыча рыбы тыс. ц	Годы	Добыча рыбы тыс. ц	Годы	Добыча рыбы тыс. ц
1960	225,2	2001	5,52	2010	5,84
1965	160,9	2002	2	2011	11,12
1970	70,6	2003	1,32	2012	18,96
1975	68,7	2004	3,29	2013	26,54
1980	35,1	2005	4,44	2014	26,58
1985	24,6	2006	6,06	2015	34,1
1990	20,9	2007	8,03	2016	45,15
1995	20,9	2008	13,9	2017	59,86
2000	11	2009	11,1		

Проведенный анализ современного состояния рыболовства в низовьях Амударьи показывает, что основной проблемой развития рыболовства является крайне нестабильный и дефицитный водный режим. В течение последних десятилетий многие озера Приаралье служили водоприемниками сбросных и дренажных вод с территории орошаемых земель. Эти озера в ближайшем будущем, если не будет подачи пресной воды, вообще нельзя будет использовать для рыбохозяйственных целей и разведения кормовых растений (камыша).

Одновременно следует иметь в виду изменение режима минерализации стока в низовьях реки Амударья в сторону резкого увеличения, а также снижение экологических попусков, особенно в маловодные годы. Это, в сочетании с отсутствием регулировочных возможностей низовьев бассейна реки Амударьи, может вылиться в полное осушение дельтовых водоемов и потерю их рыбопродуктивности.

По данным ООО «Qaraqalpaqbaliqsanoat», в Республике Каракалпакстан на сегодняшний день имеется 116 естественных озер, занимающих площадь 83277 га. Суммарный вылов рыбы за 2017 год составляет 5986 тонн. Согласно утвержденным Постановлением Правительства прогнозным параметрам предусмотрено в 2019 году в Республике Каракалпакстан довести общий объем производства и улова рыбы в естественных водоемах до 8000 тонн.

В 2016 году согласно Постановлению Правительства Республики Узбекистан было создано Государственное унитарное предприятие «Муйнак Аква саноат», деятельность которого направлена на развитие в Приаралье рыболовной отрасли для обеспечения населения высококачественной рыбной продукцией. Территории, прилегающие к акваториям озер Джылтырбас, Судочье и Рыбачье, выделены этому предприятию для организации рыбоводства и инкубационных цехов. ГУП «Муйнак Аква саноат» занимается в настоящее время зарыблением этих водоемов с доведением поголовья рыбы до 2,5 млн. штук в год. Предполагается довести производство рыбы до 3,5 тысяч тонн в год.

Систематический мониторинг дельты был организован только в течение трёх лет проектом «CAWA» – «Динамика изменения поверхностных и подземных вод в дельте Амударьи и на осушенном дне Аральского моря» (за период с июня 2009 по декабрь 2011 гг.). Работы выполнялись совместно с НИЦ МКВК, German Geoscience Research Centre (GFZ) и «ГИДРОИНГЕО» Госкомитета по геологии Республики Узбекистан. Цель работы проекта CAWA в 2009-2011 годах заключалась в проведении мониторинга дельты реки Амударьи (расходы и качество поверхностных и грунтовых вод) и на осушенном дне Аральского моря – воды (изменения уровня моря и минерализации), почвы (состав соли), а также мониторинг подземных вод. Данная работа является логическим продолжением трехлетних исследований, проведенных в рамках проекта ГТЦ «Стабилизация и использование осушенного дна Аральского моря в Центральной Азии», результаты которого свидетельствуют о значительной динамике ландшафтов в процессе высыхания моря и образования новой суши.

Мониторинг поверхностных вод проводился в трех створах реки Амударьи (Тахиаташ, Саманбай и Кызылжар) и по каналам Суэнли, Кызкеткен, Маринкин, Муйнак, Раушан и Казахдарья. В этих объектах установлены гидропосты и ежемесячно проводились измерения расходов воды и ее минерализации. В 44 точках по всей территории дельты пробурены скважины и проведен мониторинг уровня грунтовых вод и ее минерализации.

В целях улучшения качества мониторинга в дельте и Приаралье в начале 2011 года было осуществлено строительство 21 новых гидропостов за счет проекта CAWA. В настоящее время эти новые гидропосты сданы эксплуатационным организациям и по ним ведутся наблюдения по расходам и уровням горизонтов воды в каналах, коллекторах и озерных системах в дельте реки Амударьи.

В 2009 году уровень воды в Восточном море находился на отметке 26,3 м, и объем воды составлял 0,66 км³ при площади водной поверхности 0,92 км². В 2010 году площадь водной поверхности увеличилась до 5,85 км². Уровень воды в Восточном море поднимался до отметки 29,4 м. Объем воды в Восточном море, по данным специалистов по ГИСу НИЦ МКВК, составляет 9,8 км³, т.е. накопленный объем воды в море составляет **9,14 км³**.

В Западной части Большого Аральского море ноябре 2009 года уровень воды был на отметке 27,5 м, а конце 2010 года находился на отметке 27,8 м. В течение 2010 года уровень воды Западной море поднималось на 0,30 м и площадь водной поверхности составляет 3,94 км². Накопленный объем воды в Западном море за период 2010 года составляет около **1,10 км³**.

Общая сумма накопленных объемов воды обеих части Большого Аральского море составляет 10,24 км³.

Исходя из вышеприведенных расчетов и полученных данных спутниковых снимков, можно сделать вывод, что за период 2010 года в Большом Аральском море накопилась вода в объеме **10,24 км³**.

Эти данные показывают, что разница в балансе составляет приток подземных вод примерно 800 млн.м³ в многоводный 2010 год; и 300–400 млн. м³ в — средние и маловодные годы.

Результаты наблюдений в конце 2011 года показали, что из-за маловодья в водоемах последовали процесс осушения. Во всех водоемах дельты реки Амударьи уменьшались уровни воды. Если в 2010 года во всех водоемах, кроме Муйнакского залива, отметка горизонта воды была выше проектной отметки, то конце 2011 года во всех водоемах отметка горизонта воды значительно уменьшилась относительно проектной отметки. Соответственно объем воды в Восточном море уменьшился в два раза и составил 4,46 км³. На Западном море уровень воды остался на уровне 28,0 м, объем воды 14,96 км³.

Сопоставление данных водного баланса дельты р.Амударьи и Большого Аральского моря с данными подготовленными на основе спутниковых снимков (специалистами НИЦ МКВК по ГИС) показывает, что это превышение было полностью использовано на изменение объема Восточного и Западного морей.

За период проведения мониторинга по проекту **CAWA** ежеквартально составлялись квартальные отчеты и опубликованы на портале CAWater-Info (www.cawater-info.net).

Специалистами НИЦ МКВК в 2012-2018 гг. продолжен мониторинг динамики изменения площади водной поверхности Восточной и Западной части Большого Аральского моря, озерных систем дельты реки Амударьи в регионе Южного Приаралья, используя спутниковые снимки Landsat 8 OLI.

На основе этих данных, также можно определить приходные и расходные части водного баланса озерных систем Южного Приаралья за последние 2017 и 2018 годы.

Водный баланс за 2017 год (млн. м³)

- Фактическая подача поверхностных речных вод по данным «БВО Амударья» (г/п Саманбай) в Приаралье и Арал (с учетом сбросов КДС) составляет - **10721,0**

-Осадки (метеостанции Кунград и Чимбай за 2017 год – 142,2 мм) - **766,4**

-Подземный приток («Гидроингео») - **0,26**

Всего составляющих приток за 2017 года (+) 11487,7

- Определяем испарение: Общая площадь водной поверхности водоемов дельты р.Амударьи $53896 \text{ га} \times 10000 \text{ м}^3/\text{га}$ - **539,0**

- Площади (заросшие тростником) ветландов $300705 \text{ га} \times 12000 \text{ м}^3/\text{га}$ - **3608,5**

- Отток подземных вод («Гидроингео») - **0,26**

Итого расход: (-) 4147,8

По итогам оценки водного баланса 2017 года получаем положительный баланс **(+) 7339,9**.

Водный баланс за 2018 год (млн. м³)

- Фактическая подача поверхностных речных вод по данным «БВО Амударья» (г/п Саманбай) в Приаралье и Арал (с учетом сбросов КДС) составляет - **1183,0**

- Осадки (метеостанции Кунград и Чимбай за 2018 год - 156,8 мм) - **535,3**

- Подземный приток («Гидроингео») - **0,26**

Всего составляющих приток за 2018 года (+) 1718,6

- Определяем испарение: Общая площадь водной поверхности водоемов дельты р.Амударьи $34141 \text{ га} \times 10000 \text{ м}^3/\text{га}$ - **341,4**

- Площади (заросшие тростником) ветландов $317348,13 \text{ га} \times 12000 \text{ м}^3/\text{га}$ - **3808,2**

- Отток подземных вод («Гидроингео») - **0,26**

Итого расход: (-) 4149,9

По итогам оценки водного баланса 2018 года получаем отрицательный баланс **(-) 2431,3**

Сравнение водного баланса состояния озерных систем Южного Приаралья за 2017 и 2018 годы показывает, что из-за притока воды в объеме $10,721 \text{ км}^3$ в дельту Амударьи баланс получился положительный. Это обеспечило подъем уровня воды Восточной части Большого Аральского моря на 1,10 м по сравнению с 2016 годом (табл. 2.1.). В 2018 году из-за маловодья получился отрицательный водный баланс. Из-за неудовлетворения экологических требований Южного Приаралья начался процесс осушения озерных систем и снижения уровня воды в восточной части Большого Аральского моря на 1,10 м (по сравнению с 2017 г.).

6. ПРОЕКТЫ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА УЛУЧШЕНИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДЕЛЬТ АМУДАРЬИ И СЫРДАРЬИ

Первым проектом, нацеленным на улучшение социально-экономического и экологического состояния дельты, был проект НАТО SFP 974357 «**Интегрированное управление водными ресурсами для восстановления ветландов Аральского бассейна**»¹², выполненного совместно с голландской компанией Resource Analysis, НИЦ МКВК, ВЭП САНИИРИ и двумя неправительственными организациями Каракалпакстана в 2000-2003 гг. В задачи проекта входило обобщение гидрологических, исторических, водохозяйственных и

¹² <http://www.cawater-info.net/library/rus/nato.pdf>

природных условий дельты Амударьи. В проекте была разработана модель водохозяйственного комплекса дельты Амударьи, подготовлена соответствующая гидрографическая информационная система, выделены зоны максимального социально-экономического ущерба и определена схема водоемов-ветландов, которые должны снизить отрицательные последствия усыхания дельты. В составе этих водоемов были предусмотрены как существующие, но необорудованные озерные комплексы (Судочье, Междуреченское, Рыбачье, Муйнак, Джилтырбас, так и новые дополнительные водоемы, в частности, на территории бывшего залива Аджибай и севернее существующего водоема Джилтырбас). Были рассмотрены 3 варианта размещения водоемов и проведено моделирование устойчивости работы указанных водоемов. При этом главное внимание было уделено Междуреченскому водохранилищу и выбору отметки, которая должна была быть обеспечена для накопления определенного регулируемого объема воды в этом водохранилище. Рассматривались варианты различных емкостей от 400 млн. м³ до 1 млрд. м³ при отметке напорного горизонта Междуреченского водохранилища от 56 до 58 над уровнем Балтийского моря. При этом в качестве оптимальной отметки была выбрана отметка НПГ 57 при пропускной способности регулирующего водовыпуска 700 м³/с. Кроме того, был произведен расчет ширины необходимого водослива, который был определен в 440 м с порогом на отметке 57 и с возможным превышением максимального горизонта над НПГ 1,5 м. Таким образом, отметки верха дамб требовалось установить на отметке 60 м, имея в виду возможность извлечения заиленной части Междуреченского водохранилища в объеме 2,1 млн. м³. Общая стоимость работ по выбранному варианту составила в ценах 2002 г. 96,2 млн. долл. США. Проект «Технико-экономическое обоснование» включает в себя реконструкцию Междуреченского водохранилища, реконструкцию канала Главмясо, реконструкцию Муйнакского и Джилтырбасского резервуаров, а также три дополнительных водоема – Джилтырбас-1, Джилтырбас-2, а также Аджибай-1. Также в рамках проекта было также выполнено обследование и рекомендации по завершению реконструкции оз. Судочье для придания ему экологической устойчивости.

Обследование функционирования оз. Судочье после его реконструкции, тем не менее, показало, что отсутствие четких правил управления и наполнения озерных систем, даже после проведения реконструкции оз. Судочье, не смогло предотвратить ухудшение экологического его состояния. Учитывая, что 2000 и 2001 г.г. были очень маловодными оз. Судочье, которое производило от 36 до 60 кг рыбы на гектар до 2000 г. к 2002 г. уменьшило свою продуктивность в 2 раза, почти полностью исчезло поголовье ондатры. По результатам исследований были определены параметры необходимой подачи воды в дельту для поддержания его устойчивого комплекса всех водных объектов. Для многоводного года 8 км³, для среднего по водности года 4,6-4,9 км³ и для крайне маловодного года 3,2 км³.

К сожалению, несмотря на имевшееся согласие Всемирного банка на финансирование этого объекта в порядке займа и соответствующую резолюцию первого Вице-премьера Узбекистана, определенные противодействующие силы спровоцировали решение, чтобы развитие всего комплекса дельты Амударьи шло за счет национального бюджета. Результаты этого хорошо известны. Хотя в отдельные сооружения вложено более 10 млн. долл. США в местной валюте, тем не менее, практически весь водохозяйственный комплекс дельты не работает в нужном режиме, в первую очередь из-за невозможности управления Междуреченским водохранилищем вследствие его незавершенности, а также больших работ, которые необходимо провести по подаче воды в отдельные водоемы (рис. 6.1).

В то же время, нельзя не отметить, что параллельно с проектами малых водоёмов правительством Узбекистана при поддержке Всемирного банка осуществлено завершение строительства Правобережного коллектора. Начатый ещё в рамках Программы Аральского моря советского правительства, пережившей долгое замораживание, он, наконец, получил

выход в Восточный водоём по Акчадарьинскому коридору и старому руслу Джанадарьи с пропускной способностью 25 м³/с. В результате дренажные воды юга Каракалпакстана с территории Турткульского, Берунийского и Элик-Калинского районов самотёком были отведены от русла Амударьи, которое они прежде пополняли солями. Одновременно Восточный водоём имеет теперь почти постоянный, хоть и небольшой, приток дренажных вод.

Проект по р. Сырдарья НАТО SFP 980986 «Комплексное управление водными ресурсами в целях восстановления ветландов в бассейне Аральского моря (северная часть)»¹³

При финансовой поддержке НАТО за период 2004-2008 годов впервые проведено комплексное изучение и исследование проблемы Северной части Аральского моря по следующим направлениям:

- гидрологические режимы реки Сырдарьи, Северной части Аральского моря и озерных систем;
- состояние биоразнообразия и опустынивания территории;
- водная инфраструктура;
- социальное положение населения, экономическое состояние Аральского и Казалинского районов Кызылординской области;
- математическое моделирование происходящих процессов и определение оптимальных параметров рекомендуемых мероприятий;
- организация информации в ГИС и составление картографических моделей.

¹³ http://www.cawater-info.net/library/rus/north_aral_ru.pdf

На основе исследовательских работ предложены конкретные мероприятия по обустройству дельты Сырдарьи с помощью комплексных гидротехнических сооружений, позволяющие создать устойчивую водообеспеченность и сохранить наиболее ценные озерные системы и угодья, локализовать бросовые сильнозасоленные водоемы, улучшить использование дельтовых угодий. Для обеспечения экологической устойчивости региона и сохранения Северной части Аральского моря предложено строительство Кокаральской перемычки с отметкой +42 м в первой очереди.

По технологии ГИС с использованием топографических планшетов и космических снимков впервые выполнены тематические электронные карты: почвенная, растительности, гидрологии, гидротехнических сооружений, которые позволяют в последующие годы проследить экологическую ситуацию в низовьях реки Сырдарьи и Северной части Аральского моря. Обоснована необходимость строительства Коксарайского контррегулятора, который улучшает условия пропуска воды по реке Сырдарья в зимний период и снижение риска образования заторов и зажоров и, как следствие, затопления прилегающих к реке территорий населенных пунктов и русловых гидротехнических сооружений.

Особенностью дельтовой системы р. Сырдарьи является то, что в отличие от Амударьинской дельты, имеющей центральный регулятор в виде Междуреченского водохранилища, дельта Сырдарьи завершается Северным Аральским морем, которое скапливает все сбросные воды р. Сырдарьи после их прохождения через дельту. Плотина в проливе Берга вместе с Кокаральским гидроузлом была воздвигнута по проекту Казгипроводхоза в период с 2002 по 2005 гг., и уже весной 2006 г. Северное Аральское море было наполнено до проектной отметки. Это в значительной степени предотвратило развитие процессов опустынивания в Казахском Приаралье и позволило начать работы по улучшению озерных систем. Дельтовая система Северного Приаралья состоит из шести отдельных озерных систем – Кувандарьинской, Аксайской, Камыстыбасской, Акшатауской, Приморской Правобережной и Приморской Левобережной. Каждая из этих систем имеет свое гидрологическое решение и в настоящее время находится в стадии освоения (рис. 6.2).

Проект промоделировал работу Камыстыбасской озерной системы и рассмотрел устойчивость ее питания в вариантах: строительства гидроузла Аманоткель на реке Сырдарья с подъемом минимального уровня реки до отметки 57,6; второй вариант - через гидроузел Раим при подъеме минимального уровня реки до отметки 59,1 м, но в двух вариантах подачи воды через канал Джасулан и только по каналу Советжарма. В результате рекомендовано осуществить подачу воды при варианте строительства Аманоткельской плотины.

Общая потребность в воде для всех озерных систем 2,7 млрд. м³/год. Следует отметить, что в настоящее время освоение дельты намечено за счет II очереди проекта Всемирного Банка с общей стоимостью более 120 млн. долл. США.

На основе этой работы была опубликована книга Н.Кипшакбаев, Ю. Де Шуттер, В.А.Духовный, И.М.Мальковский, Н.П.Огарь, А.С.Хайбуллин, В.В.Япрынцева, А.И.Тучин, К.К.Яхияева. Восстановление экологической системы в дельте Сырдарьи и северной части Аральского моря. - Алматы: «Эверо», 2010. – 220 с. [15]

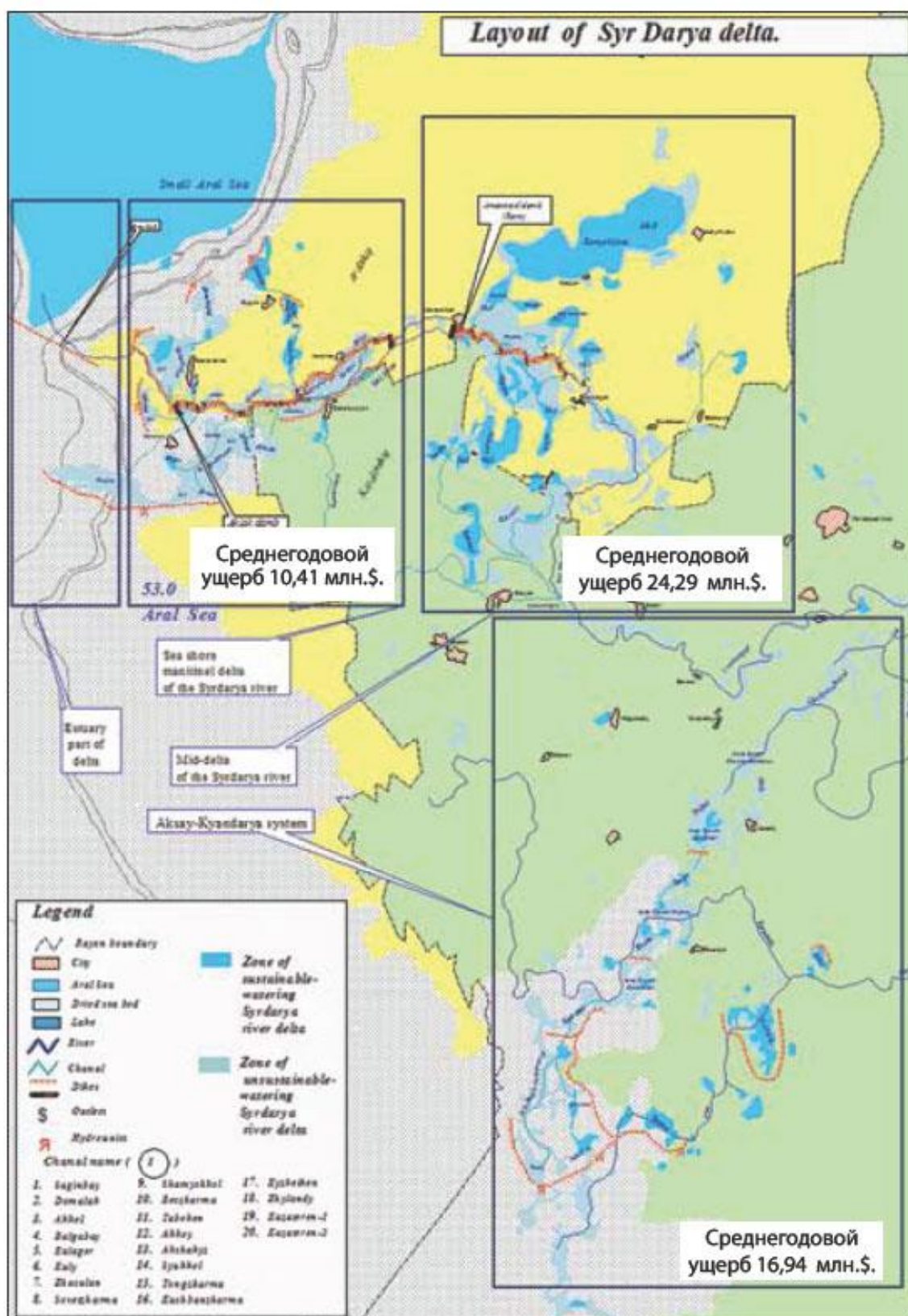


Рис. 6.2. Схема озёрных систем дельты Сырдарьи

7. РАСТИТЕЛЬНОСТЬ И ЛЕСОПОСАДКИ НА ОСУШЕННОМ ДНЕ МОРЯ И ПРИАРАЛЬЕ

7.1. Растительность

Первым поселенцем на полосе периодических затоплений оказывается солерос (*Salicornia*). В 60-80 м от уреза воды количество солероса резко возрастает и появляется сведа (*Suaeda*: *S. prostrata* *S. microphylla*).

Растения занимают, главным образом, выположенные участки и промежуточные пространства. Двучленные микрогруппировки из солероса и сведы наиболее характерны для большей части активного пляжа. При этом в полосе, ближе расположенной к морю, преобладает солерос, а в более удаленной полосе – сведа. Единичными пятнами на границе сообщества гидроморфных солончаков с полугидроморфными (в сообществе принимает участие) прорастает тростник.

По мере отступления моря и понижения уровня грунтовых вод лесорастительные условия ухудшаются, так как максимум солей вследствие выпотного режима смещается в верхние горизонты отложений. Солеросовое сообщество отмирает. На отложениях глинистого и суглинистого мехсостава растительность практически не возобновляется. Растительность появляется после покрытия поверхности слоем песка в результате эолового перемещения песчаной массы.

Обследованные в обсохшей части Аральского моря пески, закрепленные растениями, встречаются почти по всей изучаемой территории. Они в основном развиты на эоловых отложениях, местами охватывая большие и небольшие площади солончаковых понижений. В верхних слоях бугристых и грядовых песков, благодаря процессам почвообразования и зоогенных факторов среды, образуется небольшой слой гумуса. Начальная стадия почвообразования совпадает с моментом закрепления песков песчаными растениями – псаммофитами, которые обладают особыми приспособлениями, позволяющими отставать в росте от нарастающих ветром песков. Это в основном полынь (*Artemisia* L.), селен (*Selen*) и др.

На процессы зарастания растительностью песчаных отложений, подверженных эоловому переносу, влияют: скорость и направление ветра, форма песчаных образований, местоположение существующих семенных баз и т.д. Наиболее ярким примером самозарастания могут служить участки ранее переметаемых песков, расположенных вдоль восточного чинка плато Устюрт, занятые в настоящее время селиново-черносаксауловыми ассоциациями, а участки мелкобугристых песков к северу от мыса Тигровый хвост заросли кандымом голова Медузы. Ярким примером самозарастания является Акпеткинский архипелаг и осушенная часть со стороны моря, где поверхность земли покрыта до 80 % растительностью. На некоторых понижениях растут более солеустойчивые виды растений, а в других более возвышенных местах древесно-кустарниковые растения.

В сложении бугристо-грядовых песков комплекса основной ландшафтный фон создают древесно-кустарниковые и травянистые растения, такие как: *Halaxylon aphullum* (черный саксаул), виды кандымов: *Calligonum caput Medusa*, *Calligonum eriopodum*, *Calligonum junceum*, *Ephedra strobilacea*, *Astregalus villosissimus*, с участием *Artemisia terracalvae*, *Heliotropium lasiocarpum*, *Carex physodes*, *Corispermum lehenanianum* и др. Доминирующим компонентом низших ярусов выше упомянутого комплекса являются: *Bromus tectorum*, *Eremopyrum orientale*, *Poa bulbosae*, *Stipagrostis pennata*, *Isatis minima*, *Striosella scorpioides* и др. Для рыхлых песчаных массивов, склонов грядовых песков характерно *Halaxylon persicum* и *Ammadendron conollyi*, для уплотненных песков *Artemisia*

terraccalbae, *Corispeenum lehmanianum*, *Eremopyrum oriental*. Элементами богатой и разнообразной травянистой растительности в песке являются: эфемеры и эфемероиды: *Allium sabulosum*, *Tulipa sogdiana* и др., *Alyssum turkestanicum*, *Diptychocarpus strictus*, *Bromus tectorum* и др.

В псаммофитно-кустарниковых сообществах кроме вышеуказанных видов нами обнаружены группировки джужгуна (кандым) *Callygonum caput Medusae*, *C. junceum*, *C. microcarpum*, *C. murex* с участием саксаула *Halaxylon aphullum*, *Ephedra strobilacea* и редкие кусты черкеза *Salsola Richter*. На мелкобугристых и барханных песках, а также склонах крупных песчаных гряд кизылчево-селеново-джужгуновая, селеново-джужгуновая ассоциации, в некоторых местах в сочетании с разнотравно-джужгуновой и соаково-джужгуновой ассоциациями. На глинистых обнаженных, с отдельными солончаковыми пятнами территориях, также нами были описаны солеросовая и гребенщикова ассоциации.

Вдоль восточного и южного берега обсохшего дна Аральского моря встречаются элементы микрорельефа биогенного происхождения: вегетативные бугры, холмики, кочкарники среди отмирающих зарослей тростника (купа лаки), засыпанные песком; здесь нами обнаружены всходы солянки, сведи, гребенщика и др. Береговая растительность отступающего моря представлена рядом галофитов, такие как: *Atriplex dimorphostegia*, *Salicornia europea*, *Salsola micranthera*, *Suaeda*, *Tamarix hispida*, *T. laxa*, *T. Pentadra* и другие.

Эти бугры служат, как бы переходом, к более уплотненным мелким буграм с более обильной растительностью, где произрастают *Halaxylon persicum*, *Halaxylon aphullum*, *Salsola arbuscula*, *Salsola Richter*, *Artemisia santolina*, (пыльш кегфорная), *Artemisia diffusa* (полынь раскидистая), *Artemisia terreolbae* (полынь белой земли), *Ceratocarpus arenarius*, *Carex physodes* и др. В бугристых песках наблюдались выдутые солончаковые шоры, похожие на котлованы с глинистой, в некоторых местах корково-солончаковым покрытием. Здесь нами зарегистрированы следующие виды: *Halaxylon aphullum*, *Tamarix elongata*, *Tamarix laxa*, *Halostachys belangeriana*, *Salicornia europea*, *Suaeda salsa* и др.

Цель фитомелиорации обсохшего дна – предотвращение отрицательных экологических последствий проблемы Арала и формирование пустынных искусственных пастбищ путем фитомелиорации (Новицкий З.Б., 1984; Кокшарова Н.Е., 1985).

За последние 15-20 лет местными и немецкими специалистами лесоводами проведены лесомелиоративные работы на осушенной части Аральского моря (рис. 7.1, рис. 7.2) на площади 250 тыс. га.



Рис. 7.1. Искусственные посадки саксаула (возраст 10 лет)



Рис. 7.2. Искусственные посадки саксаула (возраст 3-4 года)

Одним из наиболее опасных следствий опустынивания является развитие эоловых процессов, с последующим переносом солей и пыли с осушенного дна моря. Объемы этого переноса можно резко снизить путем облесения осушенной части дна Аральского моря. Однако облесение всей необходимой территории в настоящее время не реально, как по причине ограниченности, выделяемых ресурсов, так и по другой, связанной со степенью выживаемости растений в этих условиях. Поэтому актуальным является вопрос *о выделении участков на осушенной части дна Аральского моря, наиболее целесообразных для облесения в настоящее время*. В силу ограниченности имеющейся информации и сложности проведения натурных обследований на осушенной части дна Аральского моря, наиболее эффективными методами решения этой задачи являются методы дистанционного зондирования с привлечением спутниковых снимков и ГИС.

В процессе всех экспедиций, указанных в предыдущем разделе обследовалось состояние растительности, приуроченной к определённым видам ландшафта и к развитию динамических процессов на осушенном дне моря. Лесопосадки в целевом исследовании приживаемости (будет дано в данном разделе ниже) исследовались только в составе третьей, четвёртой и пятой экспедиций.

По отчётности, представленной Управлением лесного хозяйства Каракалпакстана по состоянию на половину 2006 года площадь, охваченная искусственными лесонасаждениями на осушенном дне моря, составила 225,5 тысяч гектар, в том числе посев семенами 212,5 тысяч га, и 13 тысяч га сеянцев. Средние темпы посевов и посадок составляли 12 тысяч гектар в год. Нами были обследованы 14 массивов с общей площадью 80341 га, из которых нормально развивается 66-69,2 %. Параллельно с искусственными посадками усиленно распространяется само зарастание.

В процессе экспедиции выявлены отдельные явления, свидетельствующие о необходимости разработки правил выбора и подготовки зон посадок и посевов для увеличения их приживаемости. На низкую приживаемость могут влиять и некачественные семена или погибшие ко времени посадки (участок 17 экспедиции 3), а также исходные почвенно-гидрогеологические условия, не соответствующие требованиям. Кроме того, имеет значение наступления барханов, что требует их механического закрепления камышом, определения участков с деградирующими посадками саксаула (Тигровый хвост), высыханием джангила, а также многочисленных нарушений принявшихся посадок геологическими и нефтяными разработками, изысканиями и транспортом.

Представляет интерес, что ориентировочно общая площадь биопокрытия выросла на 471 тысяч га. Если учесть, что искусственные посадки были произведены на площади 240 тыс.га, то напрашивается вывод, об идущем процессе самозарастания, охватывающим площадь 230 тысяч га.

Понимая большую приближенность этих оценок, тем не менее, следует отметить наличие этого процесса, требующего глубокого изучения.

По наблюдениям экспедиций зарастание наблюдается как вблизи и в конце искусственных посадок, так и особо на гидроморфных и полугидроморфных почвах солянками и эфемерами.

Наличие растительности хорошо видно на снимке (рис. 7.3), где почти вся площадь Акпеткинского архипелага покрыта зеленым покровом.

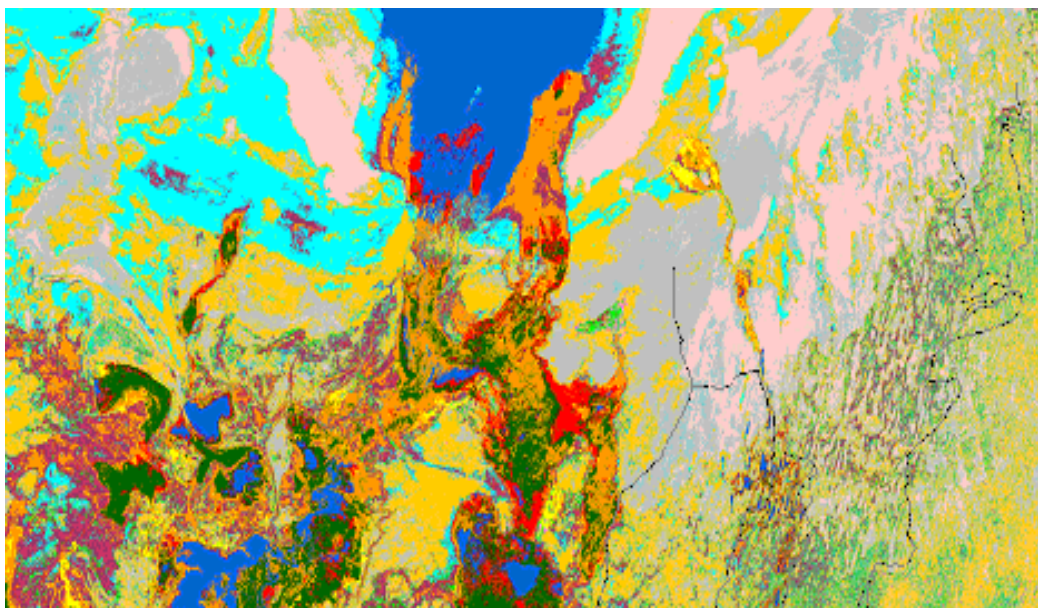


Рис. 7.3. Карта растительности (создана по данным программы IRS)

Особое место в оценке растительности принадлежит **тугайным лесам**, ранее интенсивно представленным на побережье и особенно в дельте реки Амударья. Раннее выполненными исследованиями по проекту ИНТАС на уровне 2001 года было установлено, что за период 1990–2000 гг. площади тугайной растительности резко сократились. Изменение растительного покрова происходило соответственно изменению ландшафтов.

Наиболее развитая растительность была приурочена к речным протокам дельт, образуя огромные массивы тугаев – своеобразных лесов, комбинирующих кустарники, травяные и древесные заросли, свойственные поймам рек, затопляемых периодически паводками и заносимыми слоями наносов. И.П. Герасимов и др. дают следующее представление о происходивших процессах в 70-е годы и их количественное описание: «Ранее дельты представляли из себя гидрофильные ландшафты, врезавшиеся и резко диссонирующие с окружающими их пустынными зональными ландшафтами. Аллювиально-луговые и лугово-болотные почвы вдоль террас, тугаев, тростниковых зарослей были источником развития произрастания тугайной растительности и сами подпитывались этой фауной».

С.У. Трешкин¹⁴ и др. [16] приводит диаграмму уменьшения площади тугайных лесов в дельте Амударьи (рис. 7.4), где площади под тугаями значительно меньше даже на уровне 1930-х годов (300 тыс.га) и их основное уменьшение произошло до снижения Аральского моря – до 1960 г. – на 150 тыс.га, а к современному уровню отмечено снижение еще на 120 тыс.га.

¹⁴ S.Y. Treshkin, S.K. Kamalov, A. Bahiev and other, «Present status of the tugay forests in the lower Amydarya basin and problems of their protections and restoration», in «Ecological research and monitoring of the Aral Sea deltas», UNESCO, 1998, pp. 43...53

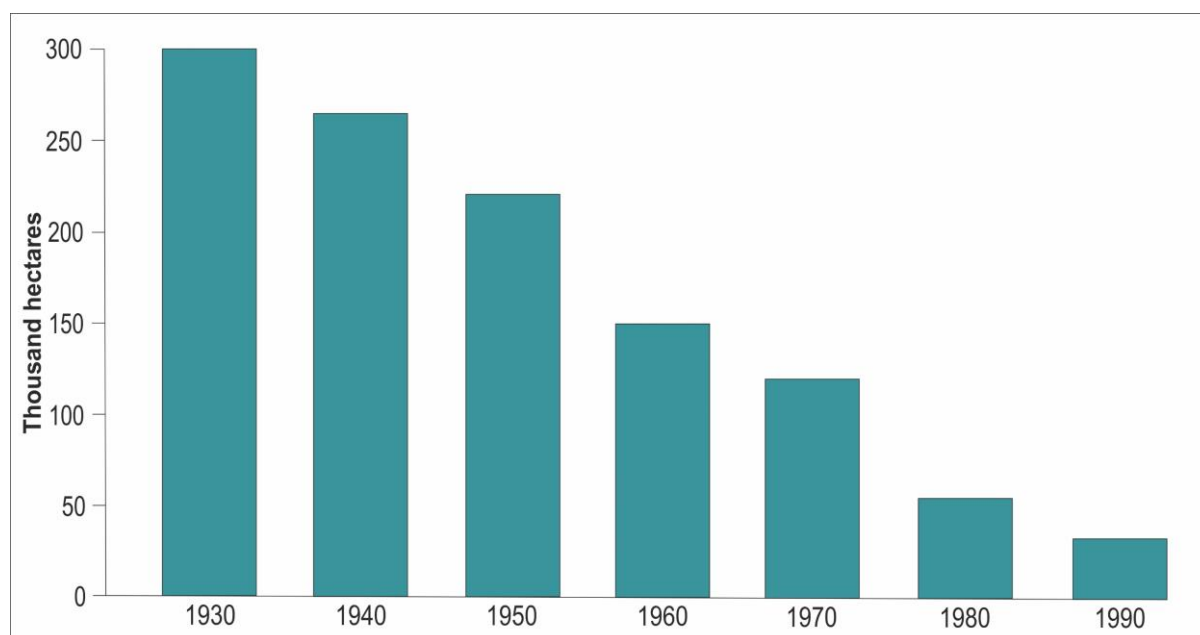


Рисунок 7.4. Сокращение тугайных лесов в дельте Амударьи

Этими же исследованиями авторы характеризуют уменьшение тугайной растительности не только по площади, но и по продуктивности. Сравнительные показатели урожаев древесной, кустарниковой и травянистой составляющей тугайных лесов снизились за 35-летний период в следующих размерах:

Таблица 7.1.

Динамика массы тугайных лесов на единицу площади

Показатели	Продуктивность	1960	1995	% снижения
Общая фитомасса	т/га	170,1	128,9	24,2
Земельная фитомасса	т/га	29,1	19,2	34,0
Древесная фитомасса	т/га	38,7	28,6	26,1
Корни	т/га	102,3	81,1	20,5

Считая продуктивной частью тугайной растительности зеленую и древесную массы, мы можем констатировать среднее снижение ее с 67,8 т/га до 37,8 т/га или на 45 %!

По данным Н.М. Новиковой [17], деградация тугаев сопровождалась их заменой на тамарисковые заросли и галофитные кустарники. Типичный тугай сократился с 42 % в 1960 г. до 18 % в 1993 г. (рис. 7.6).

Важную роль в структуре растительного покрова дельты до ее осушения играли тростниковые заросли. До 1960 г. тростниковые заросли, занимавшие мелководья озер и ежегодно затоплявшие поймы, располагались на площади около 600 тыс.га. Это были основные высокопродуктивные пастбищные и сенокосные угодья низовьев Амударьи. К настоящему времени они сократились до 30-50 тыс.га. Продуктивность их упала с 30-40 до 13-15 т/га воздушно-сухой массы. Часть тростников, приуроченных к внутриводным понижениям, искусственно орошается затоплением с целью создания благоприятных условий для тростника с последующей его заготовкой на сено и выпасом скота. В настоящее время площадь ландшафтов с тростниковыми зарослями на лугово-болотных почвах в дельте Амударьи несколько восстановлена благодаря обводнению дельты попусками последних лет. Если несколько восстановлены бывшие разливы Акдарьи и Кипчакдарьи, то полностью высохли междуречные понижения внутренней дельты Кунядарьи. В левобережной части

дельты подобные ландшафты занимают лишь внутриводосборные равнины озерной системы Мошанкуль-Ходжакуль-Ильменкуль-Кипсыр и территорию к северу от озера Судочье. Своим существованием они обязаны сбросным водам.

Возросла площадь ландшафтов с кустарниковыми зарослями из тамариска пятитычинкового на луговых и лугово-болотных почвах. Они занимают в настоящее время, господствующее положение в северной части дельты и характерны для всех прирусловых и пойменных равнин.

Также возрастает площадь кустарниковых зарослей из тамариска щетинистоволосистого и карабарака на сильно засоленных почвах и солончаках, а также распространение таких ландшафтов на низких равнинах, примыкающих к озеру Судочье. Формирование этих ландшафтов наблюдается и во внутренней дельте протока Кунядарья.

Площадь ландшафтов с черносаксаульниками на такырных почвах и черкезниками на пустынно-песчаных почвах и песках увеличилась пока незначительно. Рост территорий, занятых такими ландшафтами, происходит главным образом за счет расселения земель бывшего орошения в восточной части дельты к северу от песков Туркменкырылган.

По сравнению с началом 1960-х годов площадь орошаемых земель, особенно в приморской части амударьинской дельты возросла незначительно. Ее увеличение вызвано освоением небольших земельных массивов в различных участках дельты.

В общем, для дельты характерно снижение площади луговых и тугайных ландшафтов и постепенное увеличение территорий с ландшафтами солончаковых, такырных и песчаных равнин.

8. ДИНАМИКА АКВАТОРИИ АРАЛЬСКОГО МОРЯ ПО ДАННЫМ ДЗ¹⁵

Аральское море, расположенное на границе Казахстана и Узбекистана, в центре среднеазиатских пустынь, до 1960 года было четвертым крупнейшим по площади озером мира. Однако за последние полвека площадь моря сократилась почти в десять раз, общий объем воды в море уменьшился в десятки раз, увеличилась засоленность, и почти исчезло рыболовство.

До 1960 года состояние Аральского моря оставалось вполне стабильным. За период наблюдений с 1850 до 1960 года колебания его уровня не превышали трех метров и были обусловлены исключительно природными факторами. Площадь Аральского моря в 1960 году составляла 68,9 тыс.км², объем вод — 1083 км³, высота над уровнем моря — 53,4 м.

¹⁵ Журнал ArcReview - 3 (74) | 2015 (https://www.esri-cis.ru/news/arcreview/detail.php?ID=22433&SECTION_ID=1081)



Рис. 8.1. Бассейн Аральского моря



1960



2016

Рис. 8.2.

На сегодняшний день показатели моря значительно изменились: общая площадь (*Большой Арал + Малый Арал*) уменьшилась в девять раз и составила почти 7,5 тыс.км², общий объем сократился в 21 раз, что составляет 50,1 км³, отметки уровней также сильно разнятся — 25 м в Большом Арале и 42 м в Малом по сравнению с 1960 годом (53,4 м).

Существует множество различных мнений относительно причин исчезновения Аральского моря. Кто-то говорит о разрушении донного слоя Арала и перетекании его в Каспийское море и прилегающие озера. Кто-то утверждает, что исчезновение Арала — процесс естественный, связанный с всеобщим изменением климата планеты. Некоторые видят причину в деградации поверхности горных ледников, их запылении и минерализации осадков, питающих реки Сырдарью и Амударью (рис. 8.3).

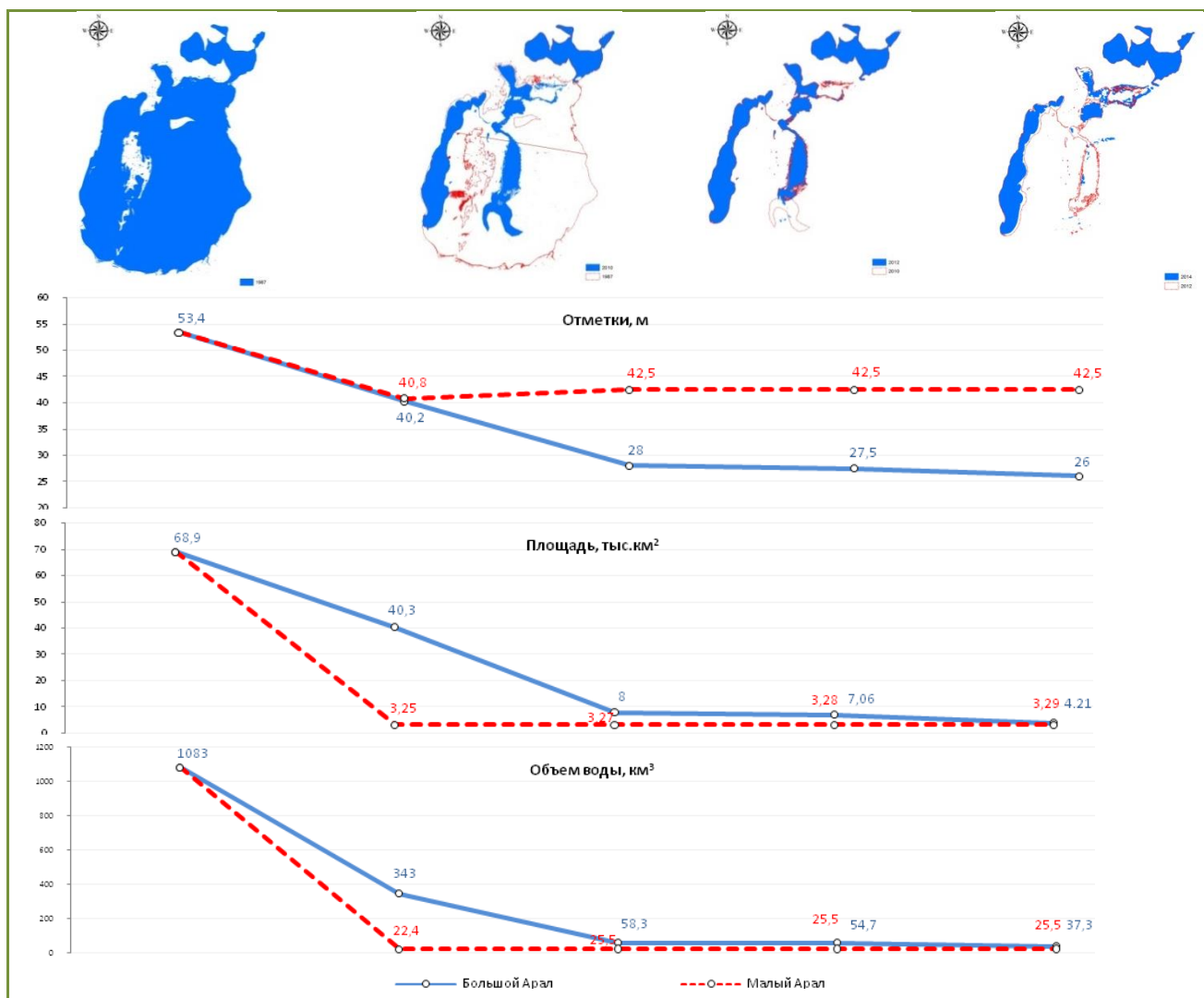


Рис. 8.3. Динамика показателей Аральского моря

Таблица 8.1.

Динамика показателей Аральского моря

Арал / Параметр	Отметка, м						Площадь, тыс.км²						Объем воды, км³					
	1960	1987	2010	2012	2014	2016	1960	1987	2010	2012	2014	2016	1960	1987	2010	2012	2014	2016
Большой Арал:																		
Восточная часть	53,4	40,2	28,5	27,5	26,5	25	68,9	40,3	4,13	3,19	0,97	1,25	1083	343	6,1	2,5	0,9	0,1
Западная часть			27,5		25,5	25			3,87	3,87	3,24	2,91			52,2	52,2	36,4	25
Малый Арал		40,8	42,5	42,5	42,5	42		3,25	3,27	3,28	3,29	3,29		22,4	25,5	25,5	25,5	25

Шаг 1. Для мониторинга за водной поверхностью и прибрежной акваторией Аральского моря группой ГИС специалистов НИЦ МКБК были скачаны и использовались снимки спектрорадиометра MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* – один из ключевых инструментов на борту американских спутников) TERRA «13A1 NDVI» и Landsat (спутник, предоставляющий фотоснимки планеты Земля) TM за 1987, 2010, 2012, 2014 и 2016 годы.

MODIS состоит из двух сканирующих спектрометров, один из которых (MODIS-N) снимает в надиr, а ось съёмки другого (MODIS-T) может быть отклонена. 36 спектральных зон MODIS охватывают диапазон с длинами волн от 0,4 до 14,4 мкм. Съёмка в двух зонах (620-670 и 841-876 нм) ведётся с разрешением 250 м, в пяти зонах видимого и ближнего инфракрасного диапазона с разрешением 500 м, а в остальных (диапазон от 0,4 до 14,4 мкм) – 1000 м (рис. 8.4.1, 8.4.2)

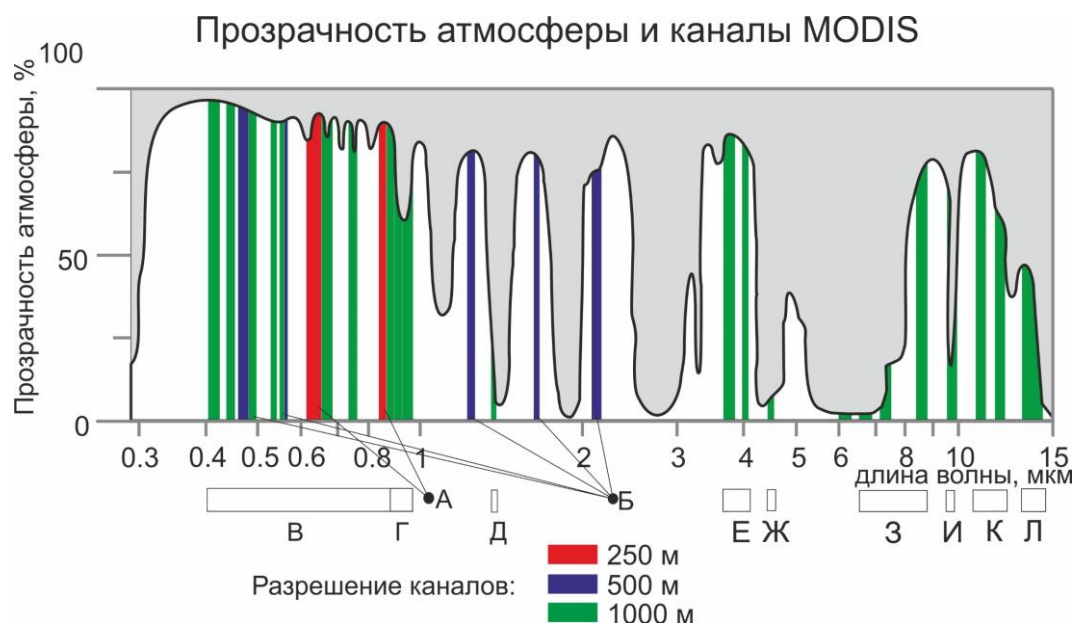


Рис. 8.4.1 Каналы космоснимка MODIS

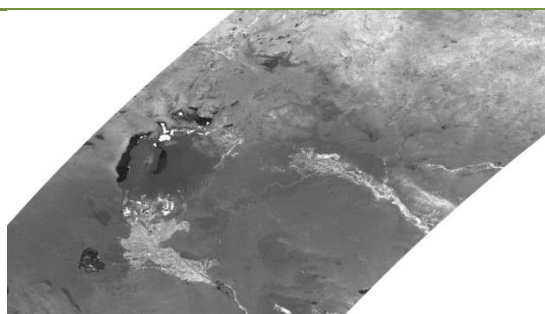


Рис. 8.4.2 Космоснимок MODIS Terra 13A1 NDVI

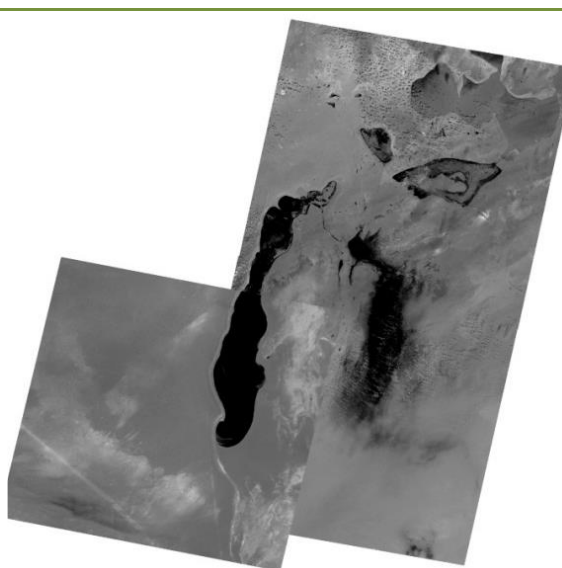


Рис. 8.4.3 Космоснимок Landsat TM NDVI

Landsat — наиболее продолжительный проект по получению спутниковых фотоснимков планеты Земля. Первый из спутников в рамках программы был запущен в 1972 году; последний Landsat 8 — 11 февраля 2013. Оборудование, установленное на спутниках Landsat, сделало миллиарды снимков. Снимки, полученные в США и на станциях получения данных со спутников по всему миру, являются уникальным ресурсом для проведения множества научных исследований в области сельского хозяйства, картографии, геологии, лесоводства, разведке, образования и национальной безопасности.

К примеру, Landsat 7 поставляет снимки в 8 спектральных диапазонах с пространственным разрешением от 15 до 60 метров на точку; периодичность сбора данных для всей планеты изначально составляла 16-18 суток (рис. 8.4.3).

Шаг 2. Используя программу ERDASIMAGINE 9.1 сделана геометрическая обработка и радиометрическая корректировка снимков LandsatTM. Разработана цифровая модель высот местности (*DEM*) и смоделированы следующие образы:

- FillDEM –заполнение отсутствующих пикселей, сглаживание (*геометрическая обработка и радиометрическая корректировка*);
- Flowaccumulation – расчет водосборной территории (*бассейн*);
- Создан контур (*граница бассейна*) бассейна моря с использованием снимков SRTMDEM.

Шаг 3. Метод вычисления вегетационных индексов заключается в выделении зеленой растительности с помощью простого арифметического преобразования и относится к полностью автоматизированным методам, в которых участие пользователя ограничивается лишь одним последним этапом – идентификацией выделенных объектов. Нормализованный вегетационный индекс (*NDVI*) - это стандартизированный индекс, показывающий наличие и состояние растительности (*относительную биомассу*). NDVI также используется для мониторинга засухи, **водной поверхности**, мониторинга и прогнозирования сельскохозяйственного производства и карт наступления пустыни.

Облака, вода и снег дают лучшее отражение в видимом диапазоне, чем в ближнем инфракрасном диапазоне, в то время как разница практически равна нулю для скал и голой почвы. Обработка NDVI создает одноканальный набор данных, который в основном представляет зелень. Отрицательные значения представляют воду и/или снег, а положительные значения близкие к нулю, представляют скалы и голую почву. Документированное уравнение NDVI, используемое по умолчанию:

$$NDVI = ((NIR - R)/(IR + R))$$

- NIR = коэффициент отражения в ближней инфракрасной области спектра
- R = значения пикселей из красного канала

Индекс выдает значения от -1,0 до 1,0, в основном представляющие зелень, где все отрицательные значения в основном образуют водную поверхность и снега(*зимние снимки*). Очень маленькие значения (*0,1 и меньше*) функции NDVI соответствуют пустым областям скал, песка или снега. Умеренные значения (*от 0,2 до 0,3*) представляют кустарники и луга, в то время как большие значения (*от 0,6 до 0,8*) указывают на умеренные и тропические леса. Алгоритм расчета NDVI встроен практически во все распространенные пакеты программного обеспечения, связанные с обработкой данных дистанционного зондирования

(ArcViewImageAnalysis, ERDAS Imagine, ENVI, Ermapper, Scanex MODIS Processor, ScanView и др.).

В целом, главным преимуществом NDVI является легкость его получения: для вычисления индекса не требуется никаких дополнительных данных и методик, кроме непосредственно самой космической съемки и знания ее параметров.

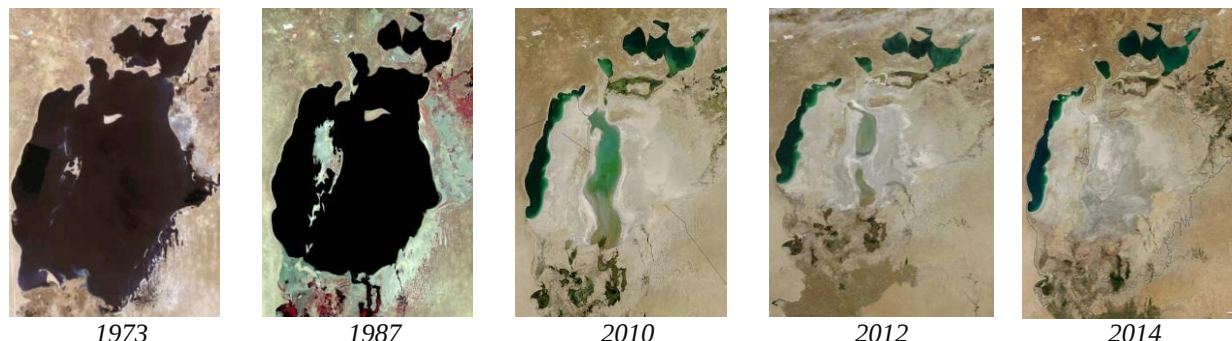


Рис. 8.5 Космические снимки Аральского моря в динамике

Шаг 4. С помощью программ GoogleEarth (проект компании Google, в рамках которого спутниковые фотографии всей земной поверхности собраны в одном месте) и SASPlanet (бесплатно распространяемая навигационная программа, объединяющая в себе возможность загрузки и просмотра карт и спутниковых фотографий земной поверхности с большого количества online-сервисов) были выделены характерные точки для вычисления значения отражения. Далее по точкам построены графики для выделения необходимой классификации и определены значения пикселей для **водной** поверхности. Для этой задачи использовался инструмент (*ZonalAttribute) в программе ArcGIS 9.3 (рис. 8.6.1, 8.6.2).

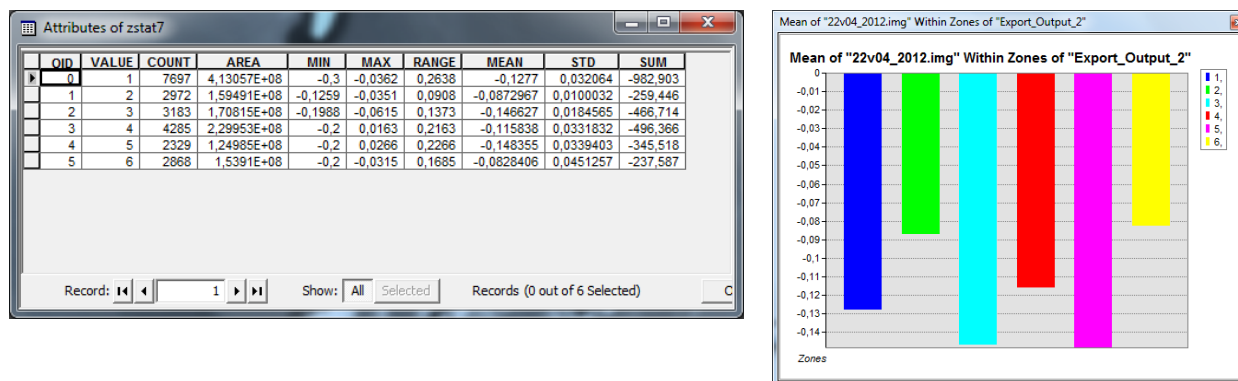


Рис. 8.6.1 Значения NDVIcLandsatTM

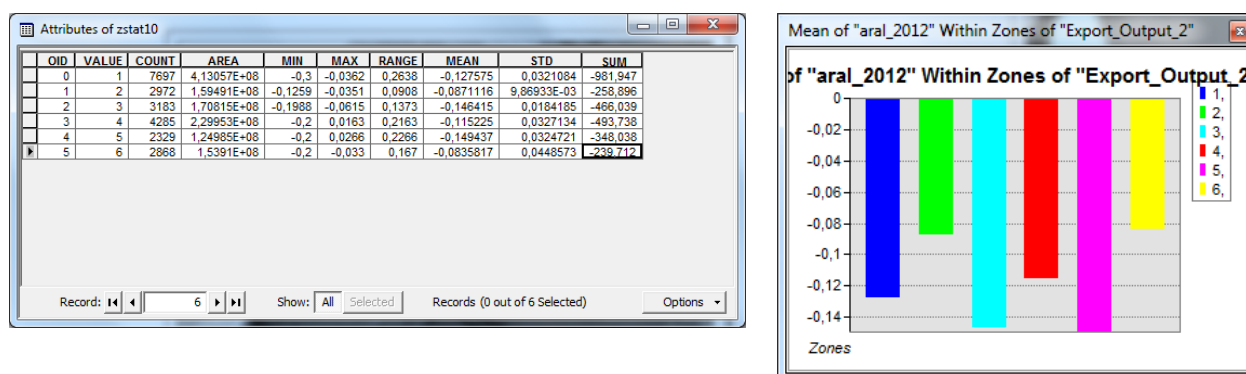


Рис. 8.6.2 Значения NDVIcMODISTerra

Шаг 5. Далее в программе ArcGIS 9.3 вычисляются площади водной поверхности, которые были получены из снимков LandsatTM и MODIS. Смоделированы растровые ГИС слои в динамике, характеризующие водную поверхность и голые почвы (*скалистая местность и деградированные земли*) в растровом формате для всех взятых лет исследований.

Проведен анализ (*сопоставление*) точности смоделированной информации. Имея всю необходимую информацию, а это: скаченные снимки и полученные из них с помощью моделирования классификации поверхности; онлайн анализ поверхности с помощью GooglePlanet и SASPlanet были составлены таблицы показывающие точность моделирования в ArcGIS 9.3 по, более чем, 500 характерным точкам.

На базе смоделированных образов и топографической основы были разработаны слои ГИС с помощью программы ArcGIS 9.3. Все слои представляют собой шейп(*.shp) файлы и в совокупности являются ГИС проектом. Все компоненты шейп-файла для одного слоя имеют одно имя. Файл с расширением .shp содержит пространственные данные в двоичном коде, файл с расширением .dbf - атрибутивные данные в таблице в формате dBASE. Файл с расширением .shx представляет собой пространственный индекс, в котором в сжатом виде описана структура файла .shp. Другими словами, файл с расширением .shx является ключом к пространственным данным, благодаря которому осуществляется быстрое чтение шейп-файла, а следовательно, все операции поиска и выборочного отображения объектов (рис. 8.7).

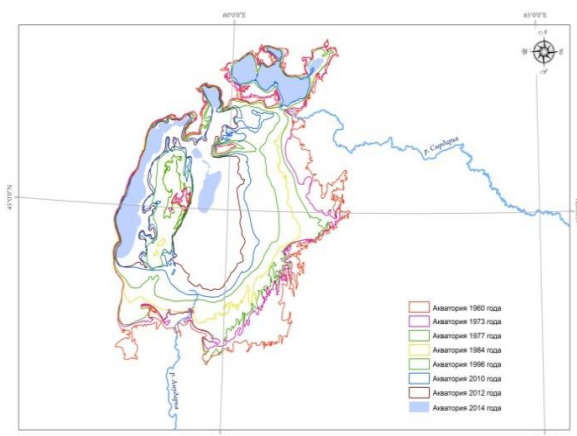


Рис. 8.7. Динамика акваторий Аральского моря, шейп (*.shp) файлы (векторный формат)

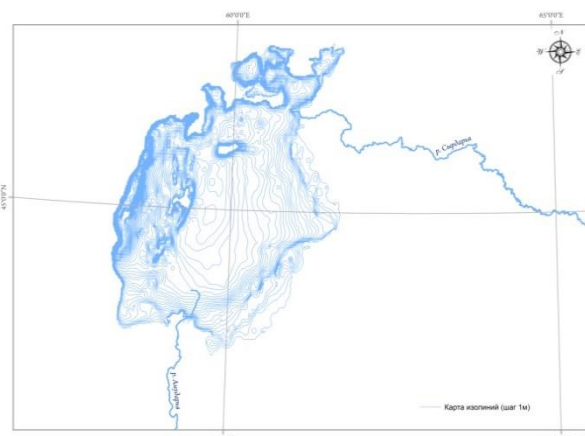


Рис. 8.8. Карта изобат с шагом в отметке в 1 м

Шаг 6. С помощью файла модели местности (*DEM*) были построены изолинии всей территории Аральского моря с шагом в отметке в 1 метр.

С помощью карты изобат была рассчитаны и составлена таблица отношения отметок высот с площадями поверхности Аральского моря. Используя батиметрические кривые, разработанные в 2001 году с помощью проекта ИНТАС-0511 REBASOWS, была составлена таблица зависимости объемов чаши моря от отметок высот местности с шагом в 1 метр (рис. 8.8).

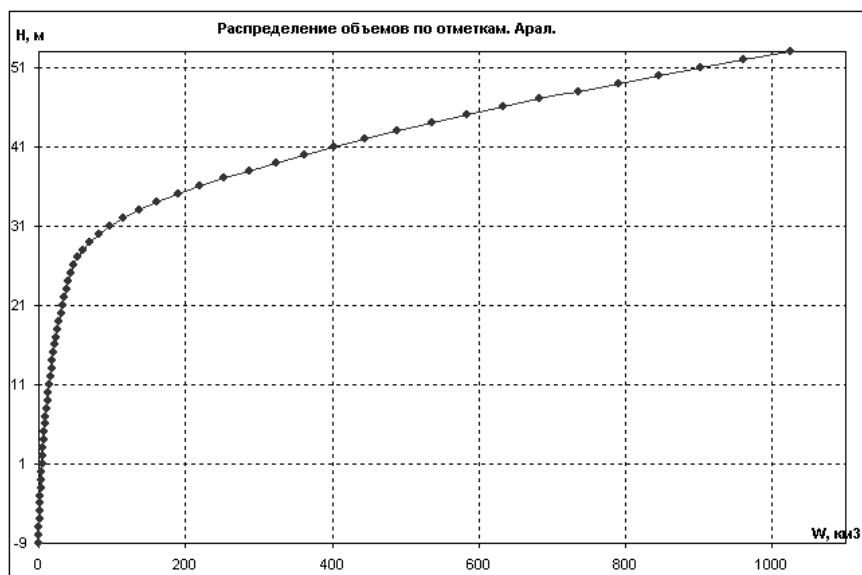


Рис. 8.9.1. Распределение по отметкам. Арал

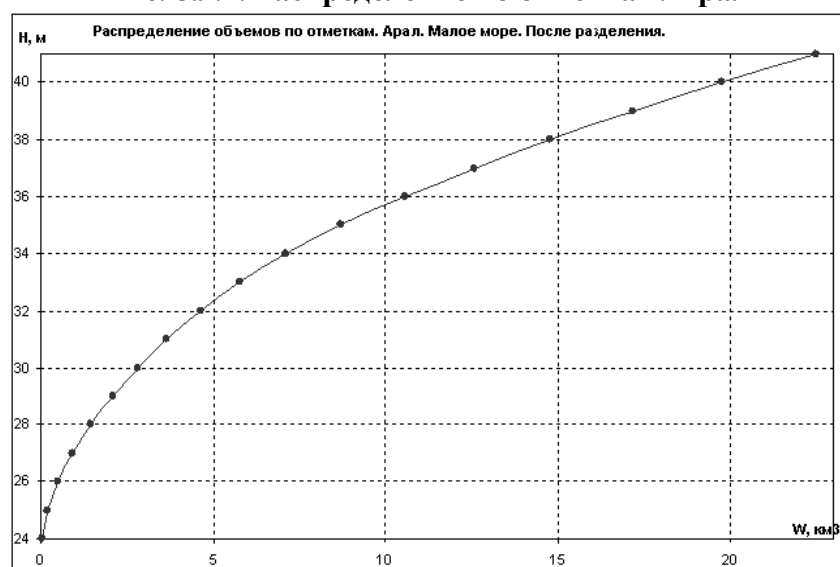


Рис. 8.9.2. Распределение объемов по отметкам. Арал. Малое море. После разделения

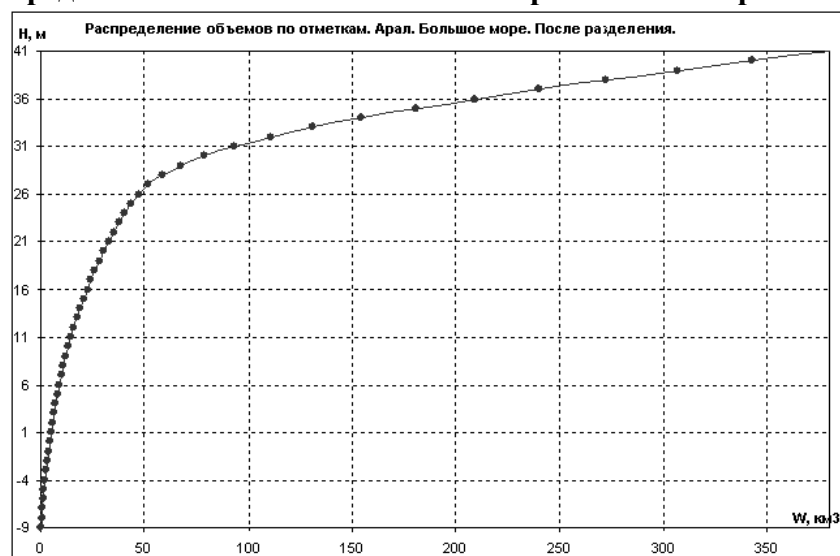


Рис. 8.9.3. Распределение объемов по отметкам. Арал. Большое море. После разделения

Выводы. Оценка площади зеркала водной поверхности Аральского моря с помощью ГИС технологий и сравнения с результатами моделирования показывает, что интенсивность уменьшения Западной части Аральского моря меньше, чем Восточной. Выполненные расчеты и анализ дистанционного зондирования подтвердили гипотезу о существовании подземного перетока из Восточной части Большого Арала в Западную часть. Это позволило откорректировать методику расчета водного баланса Большого Арала.

Так например, расчеты водного баланса за октябрь 2016 года по Западной части Большого Арала показывают, что потери воды на испарение составляют около $0,74 \text{ км}^3$, в то же время потери объема (при изменении площадей с $3,39$ до $3,38 \text{ км}^2$) оцениваются всего в $0,14 \text{ км}^3$; разница составляет фильтрационный расход в $0,6 \text{ км}^3$ в месяц (в это время поверхностный приток в западное море отсутствовал). В сентябре–декабре при снижении площади водной поверхности Восточной части фильтрационный расход резко снижается до $0,10\text{--}0,15 \text{ км}^3$ в месяц.

9. ФАУНА И ФЛОРА МОРЯ

9.1. Рыба

Ихтиофауна Аральского моря исходно была относительно бедной. Здесь обитало лишь 20 видов рыб, относящихся к 7 семействам, из которых к промысловым относилось 10–12 видов; это были в основном крупные коммерчески ценные рыбы, такие как аральский усач, лещ, сазан, жерех, плотва, щука, сом, судак и ряд других. От 80 до 85% уловов состояло из этих видов.

В дальнейшем в результате интродукций в 1950–1960-х гг. количество рыб в Арале возросло до 30 видов. Благодаря акклиматизациям ихтиофауна была существенно обогащена. Акклиматизации были начаты в 1927–1929 (Карпевич, 1975) с целью пополнить фауну для повышения промысловых уловов. Со временем стало превалировать направление перспективного формирования солеустойчивой ихтиофауны. Всего в Аральское море было вселено 18 видов рыб из 8 семейств. Все они, за исключением шипа, т.е. 95%, являются новыми для Арала. Из планово вселявшихся 9 видов прижились лишь 2 вида – балтийская салака и камбала глосса. Напротив, случайно завезенные 9 видов прижились все. Эти виды попали в Арал почти все одновременно в середине 50-х гг. при перевозке кефали из юго-восточной части Каспия. Большинство их, будучи неприхотливыми эврибионтными видами, за короткий срок набрали значительную численность. С ростом солености воды в 1970-х гг. большинство аборигенных видов вымерло. В 1981 г. рыболовство на Аральском море прекратилось. В 1980-х гг. все аборигенные и большинство интродуцированных видов рыб вымерло в Арале из-за высокой минерализации. К 1990 гг. только 5 видов сохранились в Большом Арале: балтийская салака, камбала-глосса, каспийская атеринка. В 1990 гг. пища камбалы состояла в основном из креветок, краба, нереиса, моллюсков и бычков. В начале 2000 гг. артемия была основным пищевым ресурсом камбалы (Мирабдуллаев и др., 2001).

В 2002 г. в Арале сохранились только 2 вида рыб: атерина и камбала.

Молодь атерины в Западном бассейне была отмечена в 2002 г., что указывало на ее размножение. В последующие годы атерина вероятно не выдерживала холодные зимы Большого Арала. Это подтверждается тем, что обнаружены береговые выбросы атерины в зимний период и тем, что атерина отмечалась в узбекистанской части Большого Арала только во второй половине года.

Вероятно, популяция атерины в Арале возобновлялась в результате весенних миграций из Малого Арала.

Мертвые особи камбалы были отмечены около Жидели Булак в 2002 г. Камбала была в 2002 г. отмечена также другими исследователями (Zavialov et al., 2003). Однако позднее в 2003-2005 гг. мы не отметили рыб. Очевидно, в настоящее время рыба отсутствует в Большом Арале.

9.2. Биопродуктивность Аральского моря

Исходная экосистема Аральского моря была сравнительно бедной и биологически низкопродуктивной, что связано с олиготрофным характером водоема. Тем не менее, до 1960-х гг. это был крупнейший рыбохозяйственный водоем Центральной Азии с ежегодным уловом 15-40 тысяч т. рыбы (в основном карповые, но также и осетровые). Для сравнения: все водоемы Узбекистана (за исключения рыбоводных прудов) производят около 8 тыс. т. рыбы ежегодно. С 1980 г. Большой Арал полностью потерял свое рыбохозяйственное значение.

Наиболее важным непосредственным фактором катастрофически изменившим биоту Арала является минерализация водоема возросшая за неполных 50 лет с 10 ppt до 100 ppt. Поэтому для оценки адаптивных возможностей автохтонной биоты мы оценили адаптации к минерализации воды. Полученные данные по солевыносливости гидробионтов позволяют прогнозировать состав биоты Аральского моря при различных уровнях минерализации. Снижение минерализации воды и соответствующие реинтродукционные мероприятия будут способствовать увеличению рыбопродуктивности. Рыболовство (основанное в основном на камбале и осетровых) на Аральском море возможно уже при минерализации 35-40 ppt. Однако это будет возможно лишь в случае регулярного зарыбления водоема мальками осетровых и использования Аральского моря в качестве нагульного водоема (т. н. пастбищная аквакультура).

При минерализации в пределах 40-75 ppt какое-либо использование биоресурсами Арала вероятно невозможно. Однако, при повышении минерализации выше 75 ppt в Арале формируется новый вид биоресурсов – жаброногий рачок артемия. Цисты артемии широко используются в аквакультуре и имеют коммерческое значение. Основными факторами лимитирующими развитие артемии являются пища (микроводоросли фитопланктона), конкуренты (зоопланктон) и хищники (рыбы). Развитие фитопланктона определяется в основном количеством биогенов (N, P) в море. Наличие конкурентов и хищников определяется в основном их солевыносливостью. При минерализации 70-80 ppt рыбы вымирают, и развитие зоопланктона значительно снижается, что позволяет популяции артемии доминировать в экосистеме водоема. Это в свою очередь создает возможность для промысла яиц (цист) артемии. Популяция артемии сохраняет свою продуктивность до минерализации 200-250 ppt. Артемия способна обитать в водоеме и при высшей минерализации (до 300 ppt), однако продуктивность рачка при этом остается незначительной для поддержания рентабельного промысла.

9.3. Рефугиум Аральской биоты

Большой Арал почти полностью утерял свою аборигенную и интродуцированную биоту. С целью выяснить сохранились ли рефугиумы Аральской биоты мы исследовали ряд водоемов Южного Приаралья. Данные о рефугиумах Аральской биоты необходимы для разработки

мер по возможному восстановлению исходной экосистемы Аральского моря, а также для сохранения уникального биоразнообразия Аральского моря.

Выявление остатков аральской фауны в озерах Южного Приаралья имеет значение как с точки зрения сохранения биоразнообразия республики, так и для повышения биопродуктивности внутренних водоемов. Используемая в Узбекистане и соседних государствах для орошения вода в значительной мере накапливается в сбросных конечных водоемах, таких как Айдаркуль, Сарыкамыш, Уллы-Шуркуль, Кара-Кыр, и др. Большинство озер в Узбекистане являются такими образовавшимися в последние десятилетия солоновато водными накопителями коллекторно-дренажных вод (концевые сбросы оросительных систем). Образовавшиеся солоноватоводные озера обладают, как правило, обедненной гидрофауной, сформированной на основе, главным образом, речной. Моллюски и донные ракообразные являющиеся основой кормовой базы для рыб в водоемах со сходными условиями (Аральское, Каспийское, Азовское моря) практически отсутствуют в них. Как результат, биомасса бентоса образующего основу кормовой базы большинства промысловых рыб, например в Айдаро-Арнасайской системе озер, в десятки раз ниже, чем вышеупомянутых солоновато водных морях. Недоукомплектованность экологических ниш в них приводит к пониженной биопродуктивности и в конечном итоге невысокой рыбопродуктивности. В этом отношении интродукция ряда гидробионтов аральского происхождения могла бы явиться эффективным средством повышения продуктивности основных рыбохозяйственных водоемов Узбекистана. Эти мероприятия позволили бы значительно повысить биологическую продуктивность озер, а в конечном итоге – и рыбопродуктивность (Мирабдуллаев И. и др., 2001).

В 2000-2004 гг. были исследованы расположенные в Южном Приаралье озера Сайкуль, Аязкуль, Акшакуль, Сарыкамыш, Муйнакский залив, Междуречье, Судочье, Сарбас, Восточный Каратерень, Атакул, Уллы-Шоркуль, Каладжик

Исследования выявили, что ряд элементов Аральской биоты все еще сохранились в некоторых водоемах Южного Приаралья, таким образом, являющимися рефугиумами (убежищами) аральской биоты. Наиболее важными рефугиумами являются озера Судочье, Сарыкамыш и Восточный Каратерень).

Наиболее богатое сообщество водных животных Аральского происхождения обнаружено в озере Судочье. Проведенные исследования выявили в составе фауны озера ряд видов водных животных морского происхождения: морские раковинные инфузории *Folliculina*, мшанки, морской кольчатый червь nereis, морские веслоногие и ракушковые ракообразные, аральский бокоплав, улитки *Caspihydrobia*, рыба атерина. В озере Сарыкамыш встречаются аральские моллюски *Cerastoderma* и *Theodoxus*, ракообразные *Podonevadnecamptonyx*, *Turkogammarus aralensis*.

Но для того чтобы воспользоваться остатками богатств животного мира Арала необходимо в первую очередь сохранить это богатство. А для этого нужно обеспечить стабильное существование водоемов Приаралья. Причем для остатков аральской фауны губительным может явиться как пересыхание водоемов (практически все озера в Приаралье мелководны), так и их чрезмерное распреснение. Крайне важный вывод из засухи 2000-2001 гг. то что экосистемы большинства озер Приаралья (например, озера Судочье, сарбыс, Шегекуль, Ходжакуль и др.) крайне нестабильны в условиях недостатка воды, что создает риск исчезновения ряда рефугиумов (Мирабдуллаев и др., 2004).

Нестабильность экосистем связана с мелководностью этих озер (глубина обычно в пределах 1-2 м) и высокой испаряемостью (более чем 1 м в год). В результате засуха вызывает резкое уменьшение размера озер и возрастание минерализации.

Другими факторами риска являются антропогенные изменения гидрологического режима и возрастание загрязнений. Например, отвод значительного количества воды от озера Аязкуль вызвал повышение минерализации и исчезновение из планктона большинства видов аральского комплекса отмеченного там в начале 1990-х гг (Мирабдуллаев, Гец, 1996). Не менее важно и то, что для аральской биоты представляет опасность не только засухи, но значительное снижение минерализации. Большинство представителей аральской фауны, будучи солоноватоводными гидробионтами, не в состоянии обитать в пресноводных условиях.

9.4. Растительные сообщества

Из-за высокой прозрачности и мелководности Аральского моря, большая часть органики продуцировалась фитобентосом, а не фитопланктоном, что делало экосистему этого водоема отличной от экосистем других внутренних морей. В целом доля биомассы фитобентоса достигала 90%, в то время как фитопланктона – только 10% (Карпевич, 1975). Харовые водоросли составляли около 75% и зеленая водоросль – около 13% биомассы фитобентоса. Из других важных бентосных водорослей были зеленая водоросль и красная водоросль (Карпевич, 1975). В 1990 гг. почти все эти виды, исчезли уже в 1995. В настоящее время единственными макроскопическими водорослями на Арале являются *Cladophorafracta* и *Vauscheriasp.*

В 1950-1960-е гг. в фитопланктоне диатомовые водоросли доминировали в Аральском море, как доминирующим видом (Зенкевич, 1963). Согласно Аладину и Котову (1989) с 1972 до 1983 гг. большинство видов солоновато водных планктонных водорослей исчезло из Аральского моря, включая такие доминанты как сине-зеленая и диатомовые. В 1980-е гг., когда соленость достигла 24 ppt не только солоновато водные, но и морские эвригаллинные виды водорослей начали вымирать в Арале (Ельмуратов, 1981).

В 1999-2002 гг. нами было отмечено 159 видов водорослей в перифитоне и 167 видов в планктоне. Это является примерно половиной разнообразия фитопланктона отмеченного ранее. Так, в 1920-х гг., Киселев (1927) отметил 375 видов в планктоне Аральского моря, в то время как в 1960-70-е гг. Пичкилы (1981) и Ельмуратов (1981) отметили соответственно 306 и 278 видов

Разнообразие фитопланктона в 2002-2005 г. было стабильно, но значительно ниже, чем в предшествующий период. Если в 1999-2001 г. в Арале было отмечено 159 видов водорослей, то в 2002-2005 г. только 81 вид. Причем, в каждый отдельный год встречалось не более 60 видов. В водоеме остались практически только морские и галофильные виды. Не все отмеченные виды водорослей истинно планктонные. Ввиду мелководности мест отбора (2-4 м), значительное количество отмеченных видов водорослей являются представителями фитобентоса и перифитона.

10. БУДУЩЕЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ

«Восстановление экосистем и биопродуктивности Аральского моря в условиях дефицита воды»

В качестве цели проекта было принята разработка прогноза будущего Аральского моря и Приаралья на основе моделирования, осуществляемого Институтом водного управления, гидрологии и гидравлической разработки – БОКУМ (Австрия), НИЦ МКВК, Центром

водных систем комплексных исследований, Институтом водных и экологических проблем Российской Академии наук при экологической оценке Института физиологии и биофизики, Института зоологии Академии наук Республики Узбекистан. Прогноз составлялся на 25 лет в различных вариантах сочетания притока воды к дельте Амударьи, социально-экономического развития, наличия инфраструктуры дельты, различной степени сотрудничества между странами на трансграничных реках. В качестве инструмента моделирования была принята модель ASBmm. Рассмотрены 7 сценариев будущего развития:

- Оптимистический вариант при тесном сотрудничестве
- Оптимистический вариант без сотрудничества
- Вариант пессимистический с усилением сотрудничества.
- Вариант пессимистический без сотрудничества
- Вариант «средний» между 1 и 6
- Вариант сохранения существующих тенденций
- Вариант «гипотетический», при котором вся вода, поступающая в оба водоёма Аральского моря из Амударьи и коллекторов, в варианте 6 направляется в глубокое Западное море.

Ниже приводятся результаты только двух вариантов - вариант сохранения существующих тенденций для сопоставления с фактом на 2015 год и гипотетический – имеется ли вообще возможность сохранить в экологически приемлемом виде Западное море. В этих вариантах принята современная инфраструктура дельты Амударьи.

Ниже даётся детальное описание предполагаемого гипотетического варианта и обоснование получения возможных для него объёмов воды.

Водно-экологический баланс в регионе при удовлетворении потребностей в воде производственных, продовольственных, коммунальных и энергетических нужд мог бы быть достигнут, если бы все страны региона организовали постоянное снижение водопотребления за счет водосбережения и повышения качества учета воды. Опыт ИУВР в Ферганской долине показал возможность реально снизить все водозаборы из трансграничных рек на 20%, что в целом может дать экономию к 2035 г. в 9 млрд. м³ воды в год. Водосбережение является очень кропотливой деятельностью, но темпы водосбережения в 1% в год вполне достижимы. Если эта работа будет базироваться на реальном сотрудничестве между странами и идеологически и политически подкреплена в виде организации в масштабах Центральной Азии глобальной программы водного образования, тогда в этот период будущее население и, особенно его молодое поколение, будут подготовлены к возможным последствиям водного дефицита, основываясь на традиционном уважительном и бережном отношении к воде как к святыне.

Кроме того в бассейне р. Амударья имеются ресурсы коллекторно-дренажных вод (система озерного коллектора 3,5 км³ и Ташаузских каналов Туркмении 1,5 км³), которые хотя и уменьшатся в связи с водосбережением на соответствующие 20%, составят 4,0 км³. До независимости институт Союзгипроводхоз разработал проект подачи этих вод по трассе в Западное Аральское море вдоль Устюрта через оз. Судочье и через бывший залив Аджибай. С наступлением независимости институт Узгипроводхоз, чтобы не затрагивать интересы Узбекистана, разработал схему подачи дренажного стока с расходом 150 м³/с на правый берег Амударьи или сброс в Амударью с объемом 3 км³ в год с последующей подпиткой этой водой Аральского моря в его Восточном водоеме. Учитывая мелководность этого

водоема, целесообразно подпитать через Приаралье и оз. Судочье непосредственно Западное море, чтобы при наличии дополнительной подачи сэкономленной воды постоянно наращивать водообеспеченность Приаралья на территории Казахстана и Узбекистана, а также наращивать уровень Западного Аральского моря. В Западное море могут быть также поданы сбросы из Северного моря в многоводные годы, как например это было в 2010 г. — 5 км³, которые, к сожалению, распластались в северной части Восточного моря. Если отсечь это маловодье в виде транзитного канала, направленного через протоку Восточное — Западное море, то Западный водоем может получить дополнительный объем воды. Осуществление такого комплекса водохозяйственных мероприятий позволит стабилизировать ландшафты за счет устойчивой работы водоемов и ветландов ориентировочно на площади только в узбекской части 500 тыс. га.



Рис. 10.1. Схема подачи воды в Западное Аральское море

Вариант сохранения существующих тенденций

Здесь во всех вариантах водности в Восточном море начинаются с 2010 года колебания воды в районе отметок 28-30 при минерализации воды между 100 и 200 грамм на литр, что вполне соответствует действительности с разницей в отметках на 1-2 метра. При этом в Западном море при низкой водности продолжается постоянное снижение и нынешней уровень соответствует 26 метрам. Минерализация здесь идёт вверх и достигает на современный уровень 130 г на литр, что соответствует действительности. Отклонение отметок стабильных колебаний в Восточной чаше от действительности определяется неточностью некоторых расчётных допущений, принятых в модели Восточного моря – вероятнее всего батиметрической кривой на выполаживающихся отметках чаши.

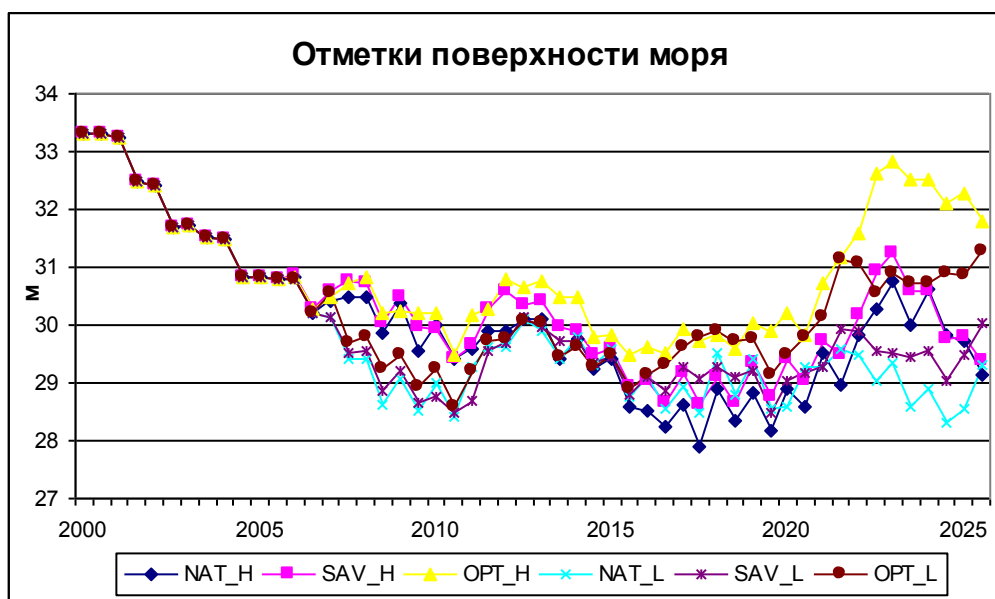


Рис. 10.2 Уровень поверхности воды Восточной чаши

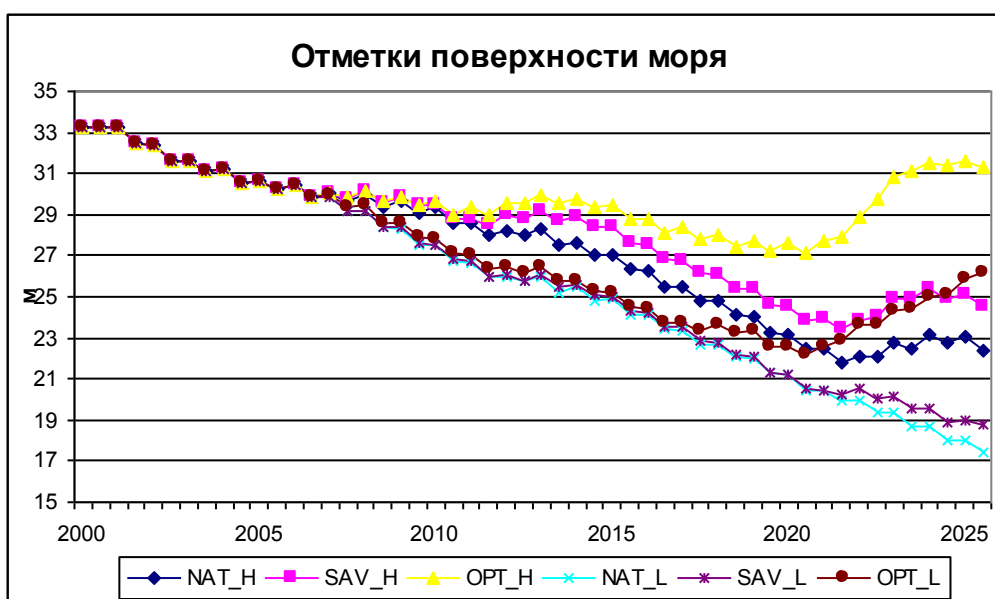


Рис. 10.3 Уровень поверхности воды Западной чаши

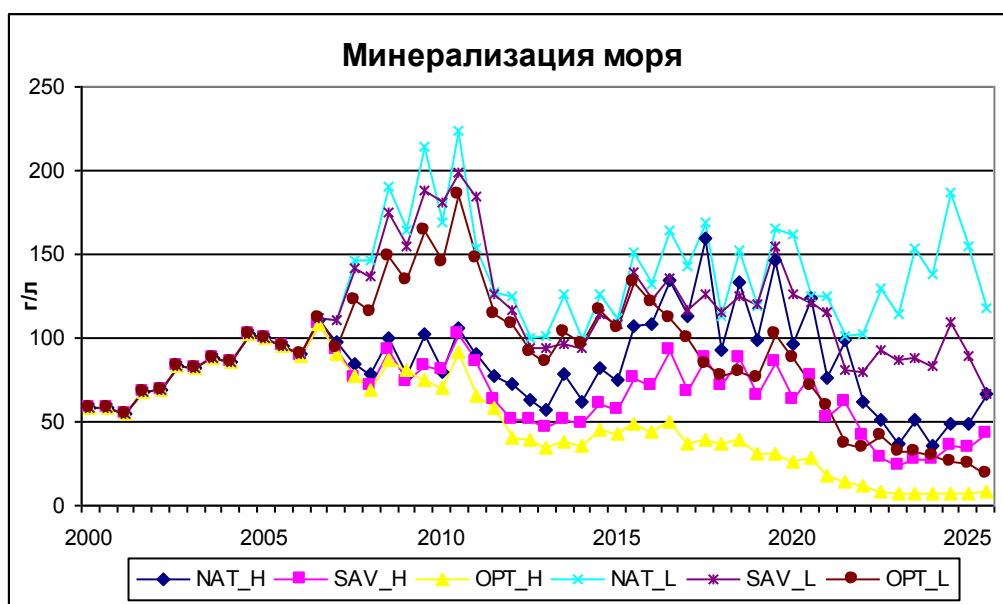


Рис. 10.4 Минерализация воды в Восточной чаше

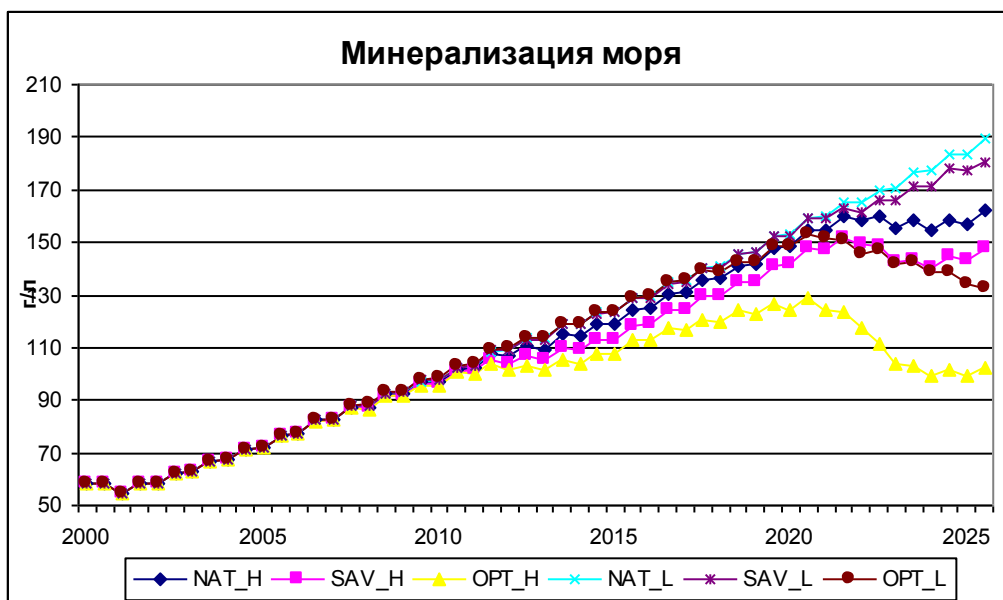


Рис. 10.5 Минерализация воды в Западной чаше

Вариант гипотетический притока воды в Западную чашу

Техническое выполнение этого варианта достаточно сложное, поэтому мы назвали его гипотетическим. Но, тем не менее — это единственный вариант, при котором имеется возможность сохранить Аральское море в резко уменьшенном, но активном состоянии при условии совместных действий всех стран региона и, особенно, Казахстана, Туркменистана и Узбекистана. Необходимо с правого берега дельты, минуя Междуреченское водохранилище, где резервировать не более 3,5 кубокилометров воды в год для водоёмов дельты, весь остаточный сток Амударьи от створа Парлытау или даже выше отвести через Аджибай — бывший залив вдоль Устюрта всю воду, включая воду Правобережного коллектора в Западную чашу. Что же мы будем иметь?

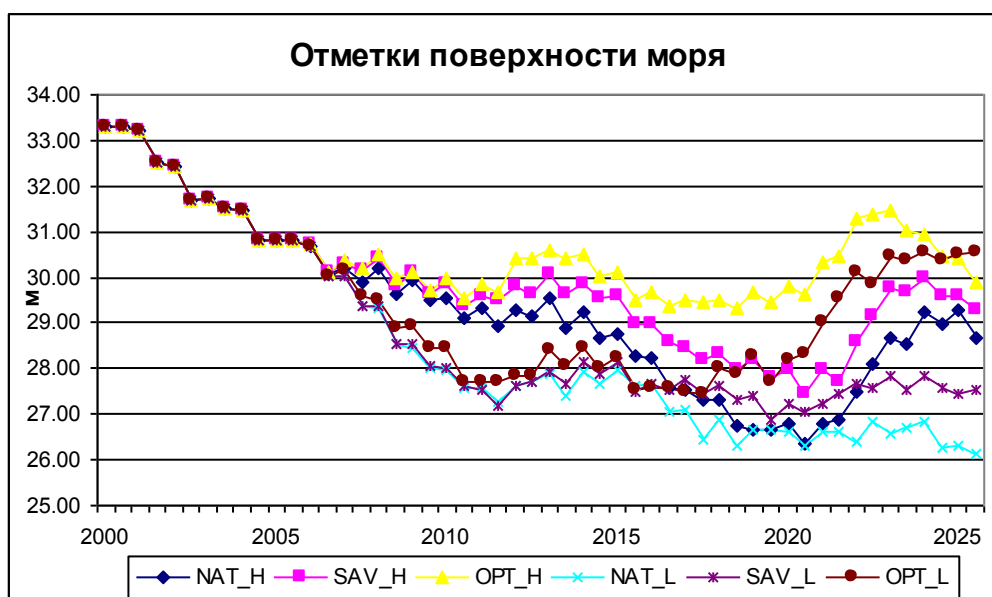


Рис. 10.6. Уровень поверхности воды Восточной чаши

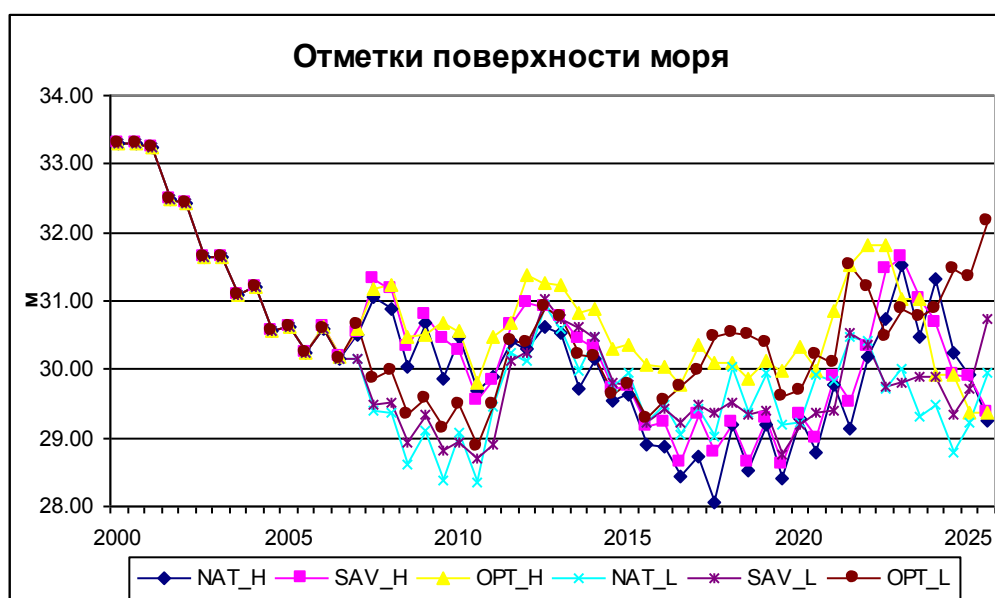


Рис. 10.7. Уровень поверхности воды Западной чаши

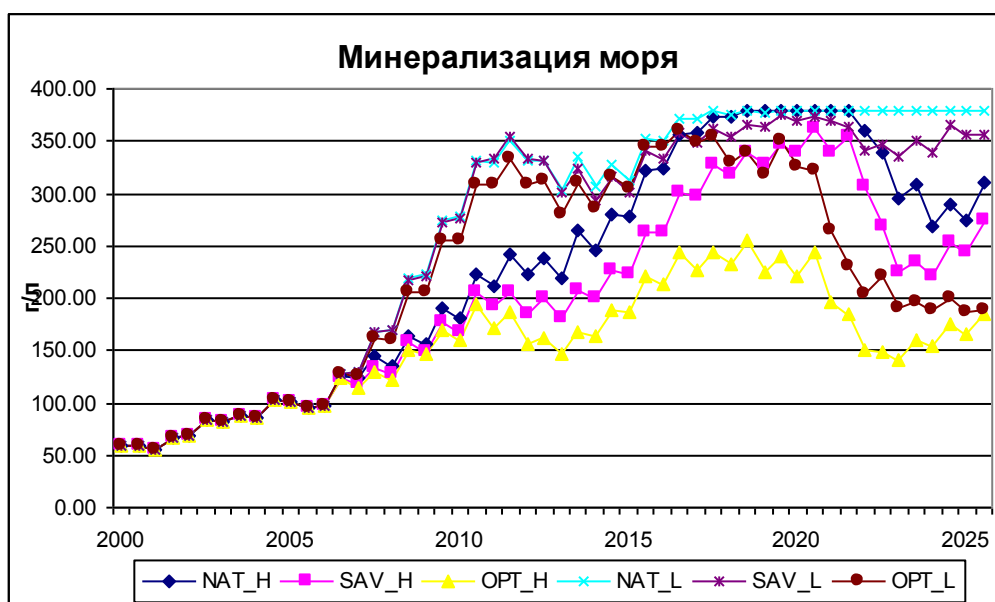


Рис. 10.8. Минерализация морской воды в Восточной чаше

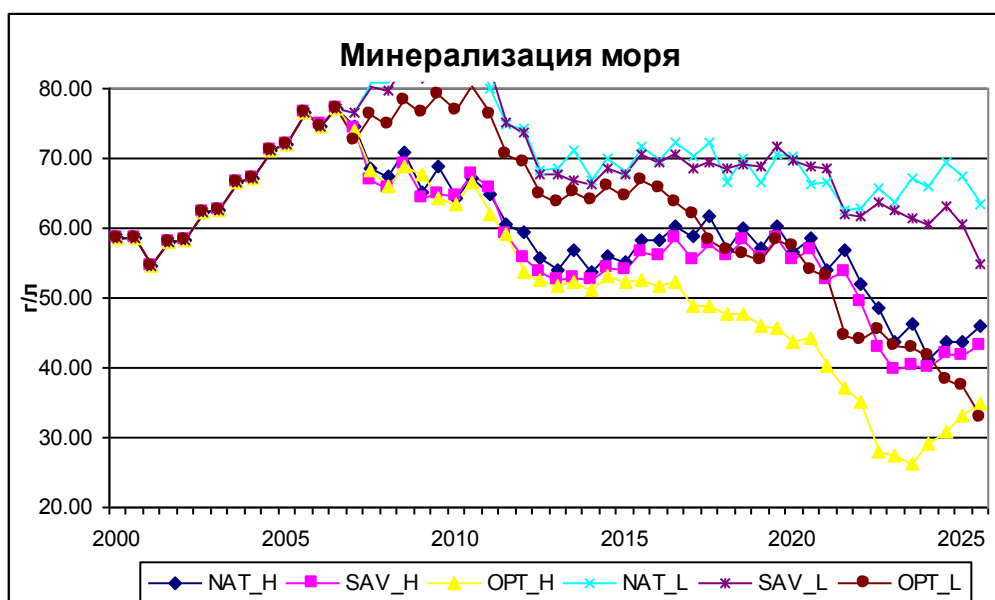


Рис. 10.9. Минерализация морской воды в Западной чаше

Предлагается, что водоснабжение Западной чаши будет осуществляться через вновь созданную систему водных путей Амударья-Судочье-Аджибай. Эта система полностью сосредоточена на более глубокий водоем. Восточное море стабилизируется при 26-27 м. Подъем до 30 м БС при оптимистическом варианте должен рассматриваться как не реальный. Оно окончательно превращается в солёный ветланд с минерализацией 200-350 г на литр и питается только при переливах из Западного моря. Во всех вариантах в Западной чаше горизонт воды устанавливается на отметках 29-31 м, с кратковременными минимумом в 28 м и максимумом в 32,3 м. Такой приток позволит достигнуть устойчивого тренда снижения минерализации в Западном море до 45 ± 16 г/л к 2025 г. Однако, минерализация в Восточной чаше увеличится до 380 г/л, хотя при такой минерализации допущения, принятые в модели, становятся недействительными и требуется детальное гидрохимическое моделирование высоко насыщенных растворов.

При рассмотрении отчета группа биопродуктивности, считает сомнительным и невозможным выполнение «гипотетического варианта» водообеспечения Западного моря из Амударьи в таком размере, чтобы добиться экономической эффективности сохранения Западного моря при действующих экологических показателях – когда минерализация меньше 30 г/л. Для этого было бы необходимо:

- следовать оптимистическому сценарию водопользования в бассейне;
- благоприятную естественную водообеспеченность по гидрологическим рядам;
- быстрое (в течение 5-6 лет) наполнение Западного моря;
- дополнительный запас коллекторно-дренажных вод из Озерного коллектора с перекачиванием воды - насосами в систему Главного Левобережного коллектора и далее в Судочье;
- денежные инвестиции в размере 1,500-1,800 миллионов долларов США.

Существует одна возможность получить такие инвестиции – привлечь денежные средства газовых и нефтяных компаний, которые осваивают Приаралье, учитывая их интересы по освоению запасов газа и нефти на дне Восточного Аральского моря.

ВЫВОДЫ

К настоящему времени в Аральском море осталось лишь около 6% от объема его вод середины XX века. Тем не менее, озеро остается значительным водоемом с горизонтальной протяженностью до 150 км и глубиной более 20 м. В региональном масштабе оно продолжает оказывать некоторое влияние на климат и циркуляцию атмосферы.

Экологический кризис Арала повлек за собой глубокую перестройку всех компонентов экосистемы. Прежде всего, коренным образом изменилось само гидрофизическое состояние водоема: из солоноватого он стал гипергалинным, из перемешанного - сильно стратифицированным, из хорошо вентилированного – подверженным аноксии и сероводородному заражению. Следует отметить, однако, что если до 2002 г снижение уровня Большого Арала составляло в среднем порядка 1 м в год, то за период с начала мониторинга (2002 г) до настоящего времени суммарное падение составило всего около 3 м. Анализ водного баланса моря указывает на то, что система близка к достижению равновесия, и если остаточные речные стоки и подземный сток сохранят значения, характерные для последних лет, в близком будущем можно ожидать стабилизации уровня и прекращения дальнейшего осолонения водоема. Однако и в этом случае в западном бассейне рост минерализации будет продолжаться еще некоторое время. Химический режим Арала находится в тесной взаимосвязи с его гидрофизическим состоянием. Ионно-солевой состав вод моря существенно изменился и продолжает меняться за счет осаждения карбонатов и гипса. Если в «условно естественный» период Арал считался водоемом сульфатного типа, то теперь содержание сульфат-иона по отношению к хлору существенно снизилось. Особенно радикальные изменения коснулись содержания кальция, которое уменьшилось почти в 7 раз. Истощение вод по отношению к кальцию может оказаться фактором, лимитирующим дальнейшее осаждение гипса. Если рост минерализации продолжится, то уже в ближайшем будущем начнется выпадение мирабилита (особенно в зимнее время при низких температурах), что приведет, в частности, к расходованию натрия и дальнейшим изменениям солевого состава. Изменения ионного состава вод влекут за собой изменения всех основных физических зависимостей, таких как зависимость плотности от

солености и температуры (уравнение состояния), зависимость температуры замерзания от солености (для современного Арала температура замерзания – около -5°C), зависимость электропроводности от солености, и других. Изучение этих обратных связей между гидрофизикой и гидрохимией Арала является важной задачей будущих исследований.

Происходящие изменения физического и химического режимов Аральского моря влияют на современное состояние его биологических систем. Следует отметить, что, несмотря на огромные потери в видовом разнообразии биоты, понесенные в ходе экологического кризиса, современные биологические сообщества Арала нельзя назвать мертвыми или умирающими. В море сложилась весьма специфическая, но достаточно активная экосистема, состоящая из видов планктона и бентоса, сумевших приспособиться к чудовищной солености. Общая биомасса их весьма значительна. Предпринимаются даже попытки коммерческой добычи доминирующего представителя зоопланктона Большого Арала – жаброногого рачка *Artemia* (Эволюция биологических сообществ, которая будет определяться в первую очередь изменениями физико-химического режима моря, должна находиться в фокусе дальнейших исследований).

Очень важный вопрос состоит в продолжение мониторинга осушенного дна моря и особо дельты реки Амударьи и реки Сырдарьи, также как и организация управления этой сложной человеко-природной системы. На осушенном дне моря в настоящее время происходят за короткий период такие критические изменения природной среды, на которые в другие периоды затрачивались столетия. Природа за счет самозарастания осушенного дна моря, которое теперь принято называть пустыней Аралкум, старается защитить себя. Задача обоих государств, которым принадлежит акватория Аральского моря, организовать наблюдения за этим важным процессом и в определенной степени помочь его прохождению. К сожалению, несмотря на целый ряд решений правительства Узбекистана и Казахстана, эти вопросы находятся вне приоритетных направлений инвестиционной политики государств.

Нам представляется необходимым продолжение программы натурного мониторинга экосистем Аральского моря в ближайшие годы. Такой мониторинг может быть только комплексным и междисциплинарным, а основное внимание должно уделяться взаимодействию гидрофизических, гидрохимических, метеорологических и биологических компонентов экосистемы. Ставится также задача использования данных мониторинга для экосистемного моделирования и прогнозирования экологических условий в регионе. Полученная в результате таких комплексных исследований информация может не только послужить для решения конкретных социальных, экономических и экологических проблем в Приаралье, но и оказаться полезной в более общем контексте. Аральское море есть своего рода «модельный объект» для исследования реакции водных экосистем на антропогенные воздействия, имеющие место и во многих других регионах планеты. В этом смысле Аральский кризис, несомненно, имеет мировое значение. Вместе с этим страны Приаралья (Узбекистан и Казахстан) едва ли могут в настоящее время организовать нужные исследования и мониторинг только собственными силами. Поэтому крайне необходимо участие со стороны международного научного сообщества.

Изучение Приаралья обсохшего дна моря и самого Арала должно иметь междисциплинарный характер, который позволил бы с одной стороны глубоко изучить каждую часть экосистемы: гидрогеологию, почву, растительность, животный мир и интегрировать затем, определяя взаимовлияние их друг на друга. С другой стороны изучение экосистемы должно включать и жизнь людей в этом регионе, изменение их образа жизни после того, как море отошло от населенных пунктов, находившихся на берегу моря, и их приспособление к новым условиям. Социально-экономический аспект позволит оценить

потери от нарушения экологического равновесия и определить возможные пути изменения ситуации, улучшения управления системой с целью улучшения жизни людей в регионе.

Благодаря инициативе Президента Республики Узбекистан Шавката Миромоновича Мирзиёева, озвученной им на Саммите Глав государств Центральной Азии 24 августа в г. Туркменбаши (Туркменистан), внимание к проблеме Арала и Приаралья резко возросло. Правительство Узбекистана утвердило План практических действий («Дорожную карту») по обеспечению реализации инициатив и предложений Президента Республики Узбекистан, озвученных на Саммите глав государств-учредителей МФСА. Одной из главных задач, определенных в данной Дорожной карте, является превращение осушенного дна моря и Приаралья в зону экологических инноваций и технологий. Для этого принято решение резко усилить работы по облесению осушенного дна моря засухоустойчивыми деревьями: саксаулом, черкезом, джиингилом на площади 500 тысяч гектаров. Кроме того, развитие условий, в первую очередь водной инфраструктуры подачи воды, обустройство дренажа, строительство дорог, атомной электростанции и коммуникаций.

Будет организован пионерный мониторинг осушенного дна моря для уточнения его состояния на 2019 год и создана система постоянного дистанционного и наземного мониторинга состояния поверхности, почв, посадок, грунтовых вод и состояниях водных объектов. Намечено здесь развитие рыбоводства, ондатроводства, животноводства, увеличение добычи и организация переработки артемии и лакрицы в медицинских целях, организация бальнеологического лечения на базе имеющихся минеральных вод и грязей. По опыту Израиля и Китая в пустыне намечено развитие тепличных хозяйств и гидропоники на основе гелиоэнергетики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Южное Приаралье - новые перспективы. Под ред. проф. В.А. Духовного и Ю. де Шуттера. - Ташкент: «Нори», 2003 - 154 с. Доступ: <http://www.cawater-info.net/library/rus/nato.pdf>
2. Комплексные дистанционные и наземные исследования осушенного дна Аральского моря», под ред. проф В.А. Духовного. - Ташкент: НИЦ МКВК, 2008. – 190 с. Доступ: http://www.cawater-info.net/library/rus/aryl_book_2008_ru.pdf
3. Братья по несчастью: аналоги проблемы бассейна Аральского моря / Информационный сборник НИЦ МКВК, вып. 3. - Ташкент: НИЦ МКВК, 1997. - 68 с. Доступ: <http://www.cawater-info.net/library/rus/inf/03.pdf>
4. Letolle R., Mainquet M. The Aral. Springer Verlag, Paris, 1993, 358 p.
5. Массон М. «Проблема изучения цистерн – сардоба», Ташкент 1935 г., стр.43
6. Аладин Н., Плотников И. Изменения уровня Аральского моря: палеолимнологические и археологические доказательства. В сб.: Биологические и природоведческие проблемы Аральского моря и Приаралья: Труды Зоологического института РАН, том 262, часть 1. - СПб, 1995. - С. 17-47 Доступ: http://www.cawater-info.net/bk/water_land_resources_use/russian_ver/pdf/aladin-plotnikov-1995-2.pdf
7. Геология Аральского моря / Рубанов И.В, Ишниязов Д.Н, Баскакова М.А, Чистяков П.А. - Ташкент 1987 год, 248 с.
8. Мониторинг состояния физических, химических и биологических систем Аральского моря в условиях экологического кризиса / П.О. Завьялов, Е.Г. Арашкевич, С.Н. Дикарев, Т.В. Кудышкин, А.К. Курбаниязов, А.А. Ни, Ф.В. Сапожников, Д.М. Соловьев, В.М. Хан // В кн: Современные проблемы аридных и семиаридных экосистем России / Г.Г. Матишов (ред). - Ростов: ЮНЦ РАН, 2006. - С. 529-562.
9. Масальский В.И. «Туркестанский край»; Санкт- Петербург, Издание А.Ф. Деврена, 1913, 861 с.
10. Dukhovny V.A., Sokolov V.I., Lessons on cooperation building to manage water conflict in Aral Sea Basin, Paris, UNESCO, СССР, 2003
11. Духовный В.А. и др. Научно-технический прогресс и мелиорация земель в Средней Азии, Ташкент, «Мехнат», 1985, 141 с.
12. Экономическая оценка локальных и совместных мер по сокращению социально-экономического ущерба в зоне Приаралья, Проект INTAS – Арал – 2000-1059Б. Вена-Амстердам-Москва-Алматы-Ташкент, 2004, 156 с. Доступ: http://www.cawater-info.net/library/rus/intas_2004.pdf
13. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2018. Журнал Института космических исследований РАН, Т. 15. №2. С. 267–271.
14. Исследование динамики подземных вод в осушенной части Аральского моря: Отчет / Госкомитет Республики Узбекистан по геологии и минеральным ресурсам, Госпредприятие «Институт Гидроингео», Ташкент, 2010
15. Н.Кипшакбаев, Ю. Де Шуттер, В.А.Духовный, И.М.Мальковский, Н.П.Огарь, А.С.Хайбуллин, В.В.Япрынцев, А.И.Тучин, К.К.Яхияева. Восстановление экологической системы в дельте Сырдарьи и северной части Аральского моря. - Алматы: «Эверо», 2010. – 220 с.

16. Treshkin, S.Y., Kamalov, S.K., Bahiev, A. et al. 1998. Present status of the tugai forests in the lower Amydarya basin and problems of their protection and restoration, in «Ecological research and monitoring of the Aral Sea deltas», UNESCO, pp. 43...53
17. Novikova, N.M. et al. 1998. Contemporary plant and soil cover changes in the Amu Darya and Syr Darya River Deltas. In: «Ecological research and monitoring of the Aral Sea deltas», UNESCO, pp. 100-128

ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВО ЮНЕСКО В УЗБЕКИСТАНЕ

АРАЛЬСКОЕ МОРЕ И ПРИАРАЛЬЕ

Обобщение работ НИЦ МКВК по мониторингу состояния и анализу социально-экономической и социально-экономической и экологической ситуации в данном ареале с 1994 по 2018 годы

Издательство «Complex Print», Ташкент, 2020

Главный редактор: А.Рахимов

Технический редактор: А.Сон

Лицензия издательства АИ № №004, 20.07.2018 г.

Издательство «Complex Print», г. Ташкент, ул. А.Навои, 24.
Тел.: +998 71 244 40 89

Подписано в печать ____ . ____ .2020 г.
Формат 60x84/8. Объем 17,0 усл.п.л.
Тираж 300 экз. Заказ № 32 от 17.07.19у.

Отпечатано в типографии ООО «Yangi Fazo Print»
Лицензия № 10-2943
г. Ташкент, ул. Афросиёб, 41. Тел.: +99871 252-60-80
E-mail: YangiFazo@mail.ru