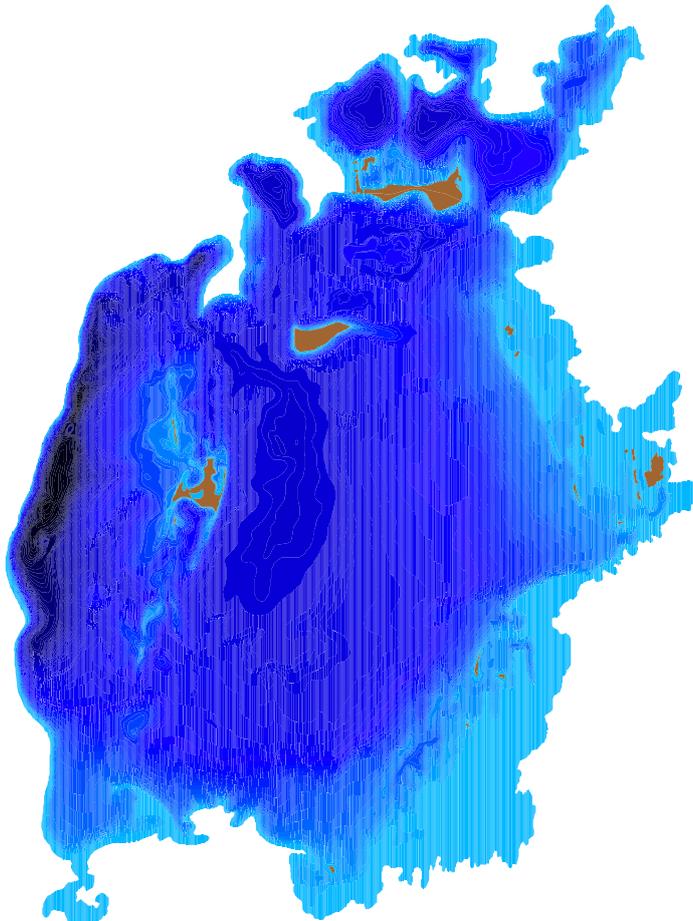


**Е.М. Рощенко**

## **О формировании новых ландшафтов в зоне Аральского моря и Приаралья**

В северной пустынной части Центральной Азии, в пределах Узбекистана и Казахстана, расположено Аральское море. Котловина Аральского моря имеет сложное строение. В период устойчивого существования экосистемы Аральского моря (отметка моря 53 м), что почти на 80 м выше уровня Каспийского моря, в период с 1900 по 1960 год (рис. 1.), 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.



**Рис. 1. Аральское море, 1960 г.**

На Аральском море в этот период насчитывалось около 1100 островов (площадью более 0,01 км<sup>2</sup>) суммарной площадью 2235 км<sup>2</sup>, все острова материкового происхождения. Крупными островами на территории водоема являлись:

- Кокарал, площадью 311 км<sup>2</sup>
- Барса-Кельмес, площадью 170 км<sup>2</sup>
- Возрождения, площадью 169 км<sup>2</sup>
- Малые прибрежные острова (периодически затопляемые водой), площадь - 1585 км<sup>2</sup>.

Гидрологический режим Аральского моря, как и большинства бессточных водоемов аридной зоны, подвержен значительным колебаниям под влиянием естественных и антропогенных факторов. Проводимые в районе Аральского моря геологические, геоморфологические и археологические исследования показали, что в предшествующие 4-6 тысяч лет амплитуда колебания его уровня составляла более 20 метров [1]. Колебания уровня Арала происходили и до 1960 г., но их амплитуда за последние 200 лет не превышала 4 м, а в первой половине прошлого столетия 1 м. До 50-х годов XX столетия экологическая обстановка в регионе была достаточно стабильной.

Режим уровня за 1700-1990 годы был восстановлен Л.С. Бергом и В.П. Львовым, они оценивают амплитуду колебаний уровня Аральского моря в этот период равной 3 метрам. С момента организации систематических наблюдений за уровнем Аральского моря выделяются два периода [2]:

1. Условно-естественный - 1911-1960 годы, характеризуется относительно стабильным гидрологическим режимом, с колебаниями уровня около абсолютной отметки 53 м и с амплитудой межгодовых колебаний не превышающей 1 метра.
2. С 1960 года и по сегодняшний день период активного антропогенного воздействия.

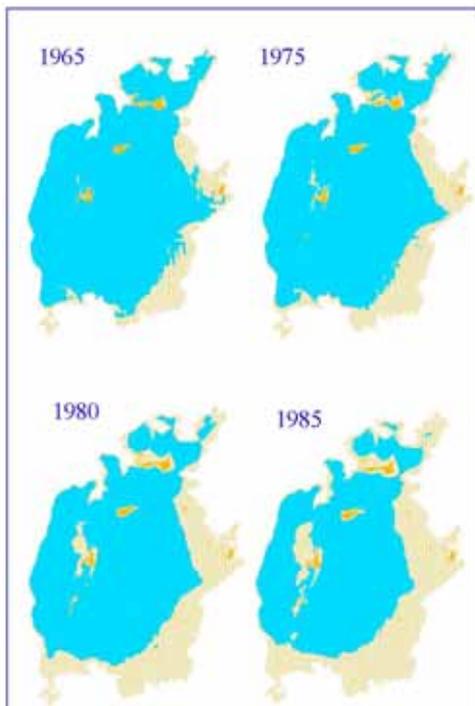
С шестидесятых годов прошлого века в Центральноазиатском регионе начался процесс освоения новых орошаемых земель, приведший к интенсивному использованию речного стока, что послужило основной причиной усыхания Аральского моря. С этого периода наблюдается неуклонное снижение уровня моря, приведшее к сокращению площади водной поверхности, уменьшению объема водных масс и глубин, а также к существенному изменению конфигурации береговой линии и увеличению прилегающей к Аральскому морю пустыни.

Море, служившее источником существования богатой флоры и фауны и природным регулятором для прилегающей орошаемой территории, приходит в

такой упадок, при котором образуется зона опустынивания, расположенная между пустынями Кызылкумы, Каракум и Устюрт. На бывшем дне моря появились обширные солончаки, сильно засоленные земли, очаги солепылевыноса. В прибрежной зоне (выше 53 м) полностью разрушилась формировавшаяся на протяжении многих веков экосистема дельты и прибрежной полосы, высохли озера, повысилась минерализация воды, на месте высохших болот появились солончаки, значительно сократилась добыча рыбы и пушного зверя, исчезли перелетные птицы, идут на убыль флора и фауна, претерпел изменения местный климат.

В период с 1960 по 1985 годы Аральское море было единым водоемом. Так, например, за период времени с 1960 по 1970 годы уровень моря снизился на 2 метра, то есть наблюдалось падение уровня моря за 5 лет в среднем на 1 метр. Падение уровня моря заметно ускорилось с середины семидесятых годов (рис. 2.), в связи с изъятием естественного речного стока на орошение, с 1975 по 1980 годы уровень моря упал уже на 3,26 метра, то есть в среднем за год уровень моря снижался на 0,65 метра. Наиболее интенсивное падение уровня моря наблюдалось, когда Амударья не доходила до Аральского моря (1973-1990 годы).

Кокарал - первый из крупных островов, соединившись на западе с береговой линией, ставший полуостровом, обособил Малое море на западе. К 1986 году полуостров и на востоке практически отделился от Большого моря (рис. 3.). Осталась лишь узкая протока.



**Рис. 2. Изменения уровня Аральского моря**



**Рис. 3. Полуостров Кокарал**

Начиная с этого времени, гидрологический режим Малого и Большого морей заметно отличается. Строительство Кокаральской дамбы длиной 12 км и высотой 8 м, разделившей Малое и Большое моря, изменило гидрологический режим водоемов. Несмотря на неоднократные прорывы дамбы, уровень Малого Аральского моря в 1990-2000 гг. был несколько выше, чем в Большом Аральском море. Площадь Малого моря в эти годы варьировала в пределах 2900-3200 км<sup>2</sup>.

В 2003-2005 годах в соответствии с проектом, финансируемым Всемирным Банком, строительство комплекса сооружений по Северному (как теперь стало называться Малое) морю было осуществлено на инженерном уровне китайской компанией «Синагидро» по договору с Комитетом водных ресурсов Казахстана. В результате чего, благодаря двум многогодным годам, удалось набрать проектную отметку 42,0 метра искусственного водоема, в последние годы уровень Малого моря фактически постоянно достигает проектной отметки. Строительство дамбы позволило стабилизировать уровень в Северном Аральском море, приостановить деградацию экосистем дельты Сырдарьи и прилегающих территорий.

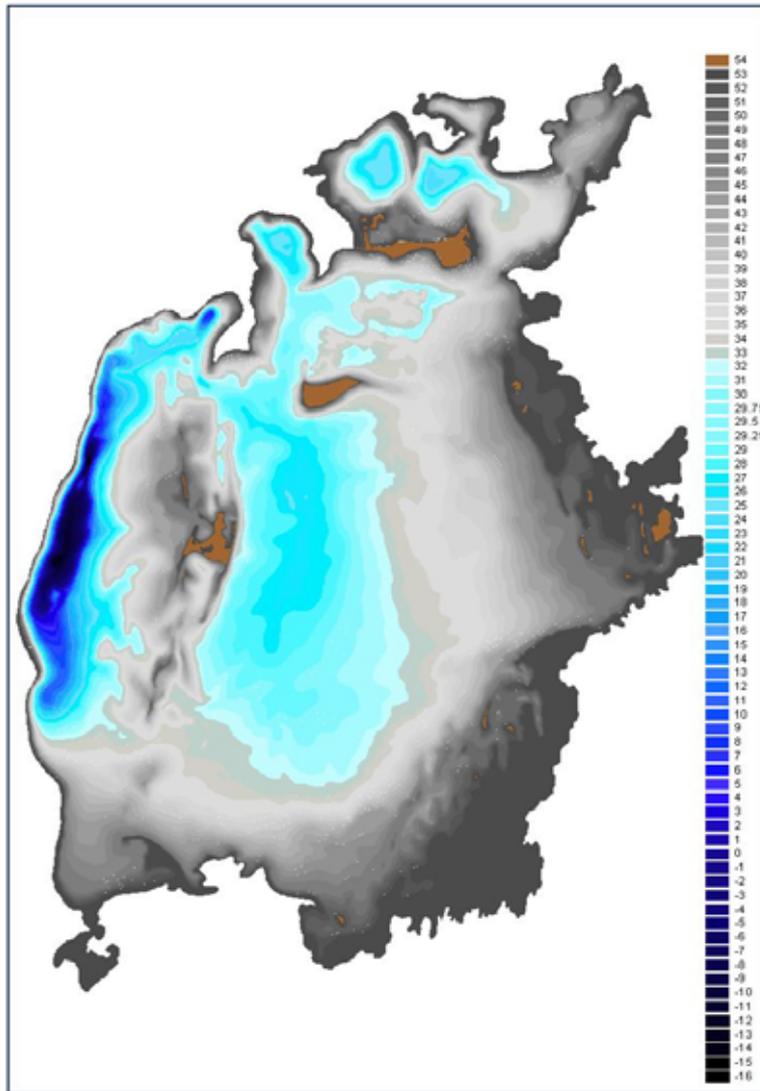
В 1985 году острова Возрождения, Комсомольский, Лазарева объединились (Завьялов П.О., 2005) в один большой остров (рис. 2.), который, постепенно увеличиваясь, все более и более отделял Западное море от Восточного. В 1998 г. этот огромный остров превратился в полуостров, который проявил ранее скрытую характерную особенность котловины Большого моря - гряды, протянувшуюся от полуострова Муйнак до полуострова Кулунда. Наиболее подвержено усыханию восточное побережье, где наблюдаются более пологие участки береговой отмели.

Котловина Аральского моря (рис. 4.), в формировании которой принимали участие тектонические, дефляционные и водно-эрозионные процессы, имеет сложное строение. Восточная и Западная части Большого моря и три менее глубокие впадины Малого моря сформировали асимметричную котловину Аральского моря, которая при понижении уровня моря с 1960 года последовательно разделяется на Малое и Большое моря при отметке 39 м, и на Восточную и Западную часть Большого Аральского моря при отметке 29 м. Западная котловина - наиболее глубокая, простирается с севера на юг вдоль Чинка Устюрта.

Рассматривая Большое море необходимо отметить, что западные и северные склоны котловины более крутые, восточные и южные очень пологи. Наиболее подвержено усыханию восточное побережье, где наблюдаются более пологие участки береговой отмели.

Для создания электронной карты изобат Аральского моря - Батиметрическая карта Аральского моря (рис. 4.) - были использованы различные тематические и топографические карты. Тематические карты - карта изобат Аральского моря, карта промеров глубин Аральского моря и топографические карты - были созданы в период с 1940 года по 1980 год, естественно, что эти карты не отражают полностью современное состояние

местности, так как основным источником для создания этих карт служили морские (лоцманские) карты. Таким образом, на первых этапах работы по созданию карты изобат Аральского моря были получены базовые тематические слои информации и произведен расчет площадей и объемов Аральского моря на отметках уровня через 1 м. По полученным данным (площади и объемы Аральского моря) были построены кривые зависимости площадей и объемов водной массы на отметках уровня Аральского моря.

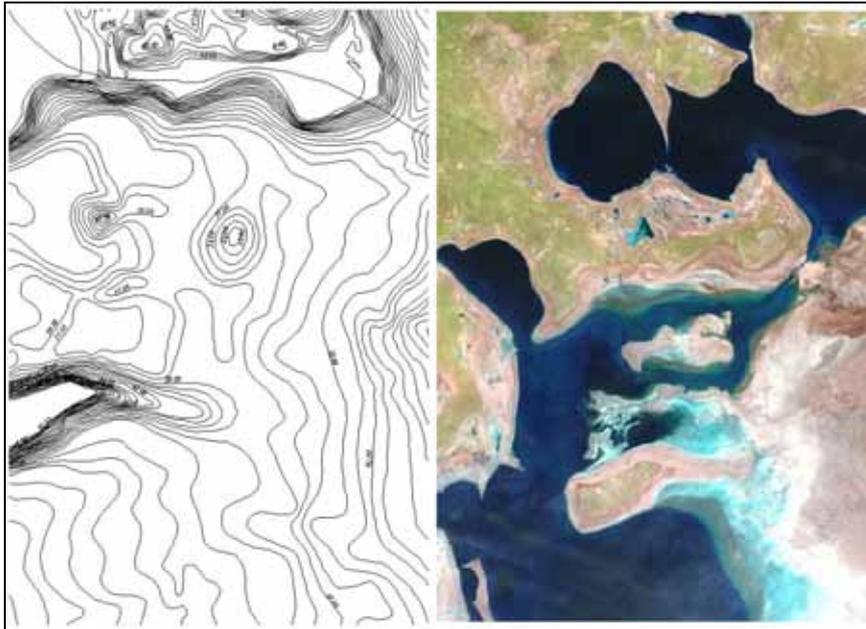


**Рис. 4. Батиметрическая карта Аральского моря**

С момента начала усыхания Аральского моря и по сегодняшний день наблюдается изменение гидротермального, гидрологического и биогенного режимов Аральского моря, что, в свою очередь, влечет за собой изменение естественных устоявшихся процессов формирования макрорельефа и микрорельефа дна Аральского моря. На осушенной части Аральского моря проходят денудационные процессы, вызванные в основном ветровой эрозией -

это приводит к изменению макро- и микрорельефа отдельных частей дна моря. Для оценки изменений макрорельефа и микрорельефа дна Аральского моря использовалась доступная спутниковая информация.

В качестве иллюстрации приводятся изменения рельефа дна Аральского моря в районе залива Тше-Бас (рис. 5), слева на рисунке рельеф местности, полученный по карте изобат Аральского моря, справа состояние местности - на апрель 2001 года.



**Рис. 5. Изменения рельефа дна Аральского моря в районе залива Тше-Бас**

Оценка степени достоверности информации полученной в результате обработки тематических карт и спутниковых снимков показала, что наблюдаются некоторые изменения микрорельефа Аральского моря. Исполнителем была проделана работа по корректировке базового покрытия цифровой карты изобат Аральского моря, получено окончательное тематическое покрытие и произведен окончательный расчет площадей и объемов водной массы Аральского моря.

Изучение Аральского моря, прилегающих к нему территорий и их влияние на природную среду районов так называемого экологического бедствия, относится к числу давних проблем водников, экологов и др. Капитальные работы Л.С. Берга нашли глубокое развитие в детальном и более или менее систематическом изучении территории с конца пятидесятых и начала 60-х годов прошлого столетия. За более чем вековой период изучения акватории моря получены интересные результаты по его режимным характеристикам (гидрохимические, гидрологические, гидробиологические и др.), а также по его

влиянию на климат прибрежных районов. Однако, начиная с 1970-х годов, когда темпы природной деградации развивались усиленными темпами, исследования большей частью систематически и взаимосвязано не проводилась. Они основывались на различных методиках в рамках локальных отраслевых программ. Многие из полученных результатов не только существенно различались, но и оказались трудно сопоставимыми между собой. Основной причиной этого явилось недостаточное внимание к самой проблеме, недооценка степени нарастания кризисной ситуации, особенно с позиции экологии. Поэтому, несмотря на большой объем исследований, достоверные материалы, позволяющие принимать ответственные решения относительно перспективы Аральского моря и его прибрежных районов, на закате Советского периода отсутствовали.

В деле демонстрации правительственным органам и Казахстана и Узбекистана необходимости принятия конкретных мер, большое значение имели 2 проекта:

- Проект INTAS – Aral 79998 REB: «Оценка социально-экономических последствий экологического бедствия – усыхания Аральского моря» (для Южной части Приаралья).
- Проект INTAS – Aral 2000-1059: «Экономическая оценка локальных и совместных мер по сокращению социально-экономического ущерба в зоне Приаралья» (для Северной части Приаралья).

Характеристики деградации природного комплекса Арала и Приаралья под влиянием усыхания Аральского моря приведены в работе «Оценка социально-экономических последствий от экологического бедствия - усыхания Аральского моря», выполненной в проекте INTAS/RFBR-1733 (август 2001 г.), НИЦ МКВК, “Resource Analyze” (Голландия), “Mountain Unlimited” (Австрия).

К основным последствиям усыхания Аральского моря, кроме уменьшения объема, площади водной поверхности Аральского моря, роста и изменения характера его минерализации, можно с уверенностью отнести образование на месте осушенного дна огромной солевой пустыни площадью к настоящему времени почти 5 млн га. В результате, уникальный пресноводный водоем уступил место огромному горько-соленому озеру в комбинации с колоссальной соленой пустыней на стыке трех песчаных пустынь.

Почвогрунты формирующейся пустыни, с засолением 5-20 кг/м<sup>3</sup>, слабо закрепленные растительностью, подвергаются интенсивной дефляции. Содержащиеся в них соли выносятся на окружающие их районы. Осушающееся дно Аральского моря является примером аридного соленакопления, где проявляется различный характер солончаков и засоленных почв. Близкое залегание высокоминерализованных грунтовых вод на пляжных участках осушки дна, способствует сплошному и маршевому засолению дна моря. Обсохшая часть дна моря, особенно Восточная и Северная, стали основными

источниками зарождения крупных пыльных бурь и очагами выноса пыли и соли ветром на окружающую территорию.

Анализ данных по розе ветров и наблюдений при помощи искусственных спутников земли показывают, что направление выноса солепылевых частиц с осушенного дна моря и солончаков дельты Амударьи совпадает с розой ветров, построенной для Приаралья, и засоленная пыль направляется, главным образом, в Хорезмский оазис (Республика Каракалпакстан и Хорезмская область).

Факторы, которые определили развитие интенсивного опустынивания, в этой части распределяются на 2 группы: первичные факторы опустынивания, вызвавшие наряду с опустыниванием снижение уровня Аральского моря и отступление его береговой линии, и вторичные, вызванные уже непосредственным уходом моря. Естественно, что те и другие факторы тесно взаимосвязаны, они не только не действуют независимо, но и усиливают взаимное негативное влияние на окружающую среду.

Основные последствия деградации (на территории Республики Узбекистан) приводятся ниже:

- сокращение площади озер в дельте р. Амударьи до 26 тыс. га, по сравнению с 400 тыс. га в 1960 году;
- снижение рыбопродуктивности в 20 раз по сравнению с 1960 годом;
- падение уровня грунтовых вод в зависимости от удаления от берега моря до 8 метров;
- развитие солепылепереноса в полосе до 500 км с интенсивностью от 0,1 до 2,0 т/га;
- изменение почвенного покрова - площадь гидроморфных почв в Южном Приаралье снизилась с 630 до 80 тыс. га;
- площадь солончаков возросла с 85 до 273 тыс. га;
- произошли существенные изменения климата;
- сократилась площадь тростниковой растительности и тугайных лесов и др.

Все это сопровождалось экономическим ущербом в 115 млн долл. США в год и социальным ущербом в 28,8 млн долл. США в год.

Аналогично Южному Приаралью социально-экономические и экологические последствия были определены нами по Северному Приаралью, где величина потерь по той же методике составила 49,5 млн долл. в год.

В НИЦ МКВК более десяти лет ведутся исследования территории дельты реки Амударьи и обсохшего дна Аральского моря, а с 2005 года совместно с GTZ ведется систематический мониторинг обсохшего дна Аральского моря. Процесс опустынивания на территории дельты рек Амударья и Сырдарья начался в шестидесятых годах прошлого столетия, в связи с чем возникла

необходимость мониторинга для оценки возможности снижения негативных последствий экологического кризиса, вызванного снижением уровня Аральского моря. Исследования данной территории показали, что возможность снижения негативных последствий существует, например, путем создания искусственных водоемов на территории обнажившегося дна, кроме того, необходимо выявление площадей для проведения фитомелиоративных работ (облесение).

Первым реальным объектом по улучшению ситуации в Приаралье является Компонент Е проекта GEF «Восстановление ветландов озера Судочье» – проектирование и реализация инженерно-технических мероприятий по воссозданию ветланда с управляемым водно-солевым режимом, социальный и экологический мониторинг. Тендер через Всемирный Банк и Dutch ODA Grant Funds, 750,000 USD, 1999-2002 гг. Цель проекта - организовать экологически стабильную ситуацию на территории ветланда озера Судочье.

К 1987 году широкие пространства дельт и речных русел высохли из-за прекращения паводков, дефицита постоянного увлажнения и падения уровня грунтовых вод с 3 до 5 м (местами до 8 м). В 2000-2001 гг. сток Амударьи оказался наиболее низким за всю историю гидрологических наблюдений. В результате маловодья водоёмы Приаралья потеряли свою проточность, что при высоком уровне естественного испарения и отсутствии притока воды привело к полному обмелению и усыханию большинства из них.

Наглядным примером негативного воздействия маловодья явилась экологическая ситуация ветланда Судочье - наиболее крупной озёрной системы Южного Приаралья. До 2000 г. водная поверхность озёр этого ветланда достигала 42 тыс. га, к концу 2001 г. она уменьшилась до 6,5 тыс. га. Ихтиофауна озёр претерпевала повсеместное ухудшение, замену высокопродуктивных видов рыб – толстолобика, белого амура, сазана на менее продуктивные – карася, плотву и малоценную, сорную рыбу. В результате обмеления и осушения озёр ветланда все тростниковые и рогозовые заросли, служившие источником пропитания и защитой для ондатры, местных и перелётных птиц, оказались на суше.

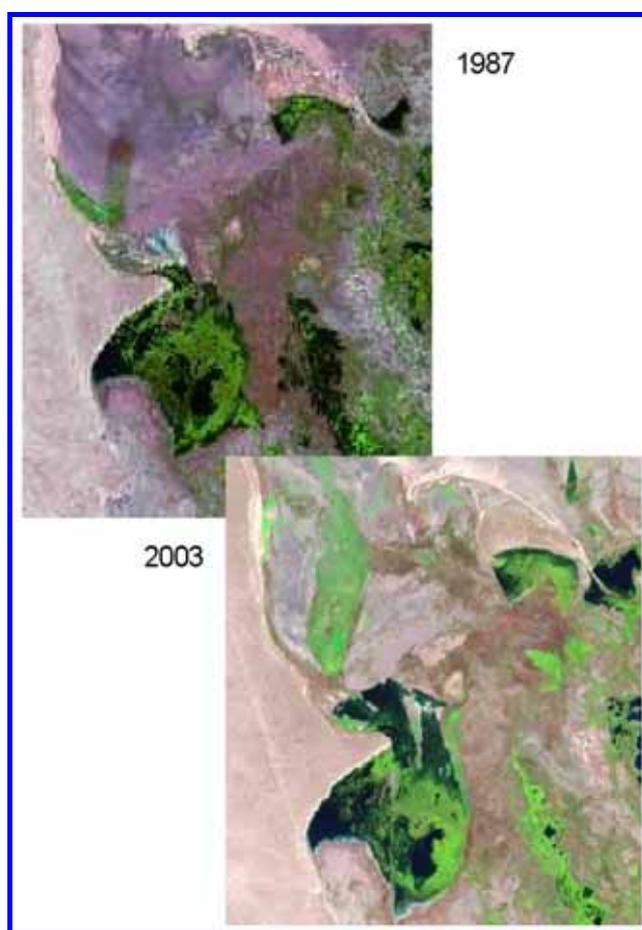
Тяжелая экологическая ситуация сложилась почти на всей территории дельты Амударьи. Наиболее сохранившимися водоёмами здесь оставались только Муйнакский и Рыбачий заливы. Но и здесь тростниковые и рогозовые заросли оказались на суше, а гнездовья водоплавающих птиц были уничтожены шакалами и лисами. Рыбное стадо водоёма подверглось интенсивному облову местными жителями и многочисленными бригадами рыбаков. В результате маловодья в Приаралье практически не сохранилось стабильных естественных ландшафтов. Здесь стали преобладать нестабильные, большей частью, медленно деградирующие ландшафты.

Работы по обводнению части осушенного дна моря были приняты в основу развития экологически устойчивого профиля Приаралья в его вновь формируемом виде.

Первенцем здесь явился Компонент Е проекта GEF «Восстановление ветландов озера Судочье», где было осуществлено проектирование и реализация

инженерно-технических мероприятий по воссозданию ветланда с управляемым водно-солевым режимом. Целью проекта являлось организовать экологически стабильную ситуацию на территории ветланда. Кроме того, осуществлялся социальный и экологический мониторинг на территории ветланда Судочье. В настоящее время проект полностью реализован и ветланд Судочье достаточно стабильно функционирует, снижая негативные последствия, вызванные усыханием Аральского моря.

Полевые исследования показали, что в период с 1999 до 2000 года основными ландшафтообразующими видами растений ветланда Судочье являлись солянки, карабарак и, в меньшей мере, гребенщик. Тростниковые луга из-за интенсивного перевыпаса, недостатка влаги и нападения саранчи находились в угнетенном состоянии.



**Рис. 6. Ветланд Судочье**

С августа 2000 г. началось интенсивное заполнение озер ветланда Судочье. В 2002 г. двухлетний период маловодья сменился достаточно высоким уровнем водности. Непременным следствием изменения режима водобеспечения ветландов является изменение экологической ситуации. Экспедиционные

обследования 2002 года показали, что проективное покрытие на ветланде Судочье увеличилось на 40-50 %. Таким образом, после прихода многоводного года комплекс сооружений начал работать, и режим озера Судочье по отметкам и распределению потоков показал, что он соответствует проектным проработкам.

Еще одним позитивным результатом воссоздания ветланда Судочье, являются процессы зарастания на территории бывшего залива Аджибай, так как осуществляются периодические сбросы воды из ветланда Судочье на территорию бывшего залива Аджибай. Эти работы положили начало осуществлению дистанционного мониторинга водных объектов Приаралья, которые были осуществлены в НИЦ МКВК и отражены в табл. 1. Здесь четко видна динамика ветландов, связанная с маловодным (2001 год) и многоводным периодом (2005 г.), когда площадь обводненных угодий возросла в 2,5 раза.

Таблица 1

### Площади ветландов дельты реки Амударьи, га

Наименование водоема	Дата				
	Апрель 2000	Июнь 2001	Август 2002	Июнь 2005	Август 2006
Судочье	41 897,73	9570,04	6497,2	62 146,73	59 302,73
Междуреченское	10 050,42	592,79*	18 375,21	19 738,06	5633,97
Рыбачье	5317,64	2019,68	5513,1	5631,72	6319,38
Муйнакское	8623,34	1292,23	5163,2	9514,86	16567,9
Джылтырбас	29 357,73	5277,33	27 620,5	125 938,9	80 993,93
Бывш. залив Аджибай	10 980,9	656,53	6784,7	39 887,68	29 676,83
Думалак	4576,89	927,23	6784,9	19 608,71	27 119,0
Аджибай 2*)	-	-	-	6025,87	4848,33
Макпалколь	-	-	-	4028,73	3590,45
Итого	127 639,83	21 062,1	79 552,71	329 285,69	234 052,5

Данные получены по результатам обработки снимков Landsat и NOAA

\*)Аджибай 2 – искусственное сооружение севернее Рыбачьего и Муйнакского водохранилищ.

Успешное осуществление этого проекта показало возможность создания устойчивого экологического профиля водоемов Приаралья на основе использования отечественных и европейских подходов, что и было использовано в проекте НАТО SFP 974357 «Комплексное управление водными ресурсами для восстановления ветландов в бассейне Аральского моря» 2000-2003, где был разработан комплекс инженерно-технических и организационных мероприятий по восстановлению экологического режима дельты р. Амударьи и южной части осушенного дна Аральского моря за счет создания системы ветландов с управляемым водно-солевым режимом. К сожалению, общая стоимость проекта в 90 млн долларов не была направлена донорам на комплексное внедрение, и осуществление пошло по линии местного финансирования, которое растягивается на десятки лет.

Однако даже сравнительно небольшие работы способствовали некоторому улучшению положения в Южном Приаралье, что видно по данным, представленным в табл. 2.

Таблица 2

### Площади ветландов дельты реки Амударьи, га

Наименование водоема	Дата
	<i>Апрель 2010</i>
Судочье	63 364,26
Междуреченское	19 548,23
Рыбачье	9014,13
Муйнакское	5125,59
Джылтырбас, ограниченный дамбой	41 059,73
Джылтырбас (вместе с бывшей правой и левой протокой)	89 653,79
Быв. Зал. Аджибай	7563,21
Думалак	5068,52
Аджибай 2*)	6306,59
Макпалколь	10 328,17
Машан-Караджар	6434,11
Ветланд южнее Муйнака	3989,95
<b>Итого</b>	<b>226396,55</b>

Данные получены по результатам обработки снимков NOAA

**Литература**

1. Рубанов И.В. и др. Геология Аральского моря. - Т.: Фан, 1987. – 247 с.
2. Берг Л.С. Аральское море. Опыт физико-географической монографии // Изв. Туркестанского русского географического общества. - 1908. - Т.5. - 580 с.