Title: МЕТОДЫ ПОДДЕРЖАНИЯ И СОХРАНЕНИЯ ЭКОСИСТЕМ И ИХ КОМПОНЕНТОВ — Агентство МФСА URL Source: https://aral.uz/wp/2020/10/07/07_10_2020_03 Markdown Content: _УДК_: 504.058 (262.83) ## ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АСПЕКТ АРАЛЬСКОГО КРИЗИСА ЧАСТЬ 1. РАЗВИТИЕ АРАЛЬСКОЙ ПРОБЛЕМЫ, ЕЕ ИЗУЧЕНИЕ, ОЦЕНКА И **РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ** **© 2019 г. Н.М. Новикова** _Институт водных проблем РАН_ _Россия, 119333, г. Москва, ул._ _Губкина, д. 3. E_ _—_ _mail_ _:_ _nmnovikova_ _@_ _gmail_ _._ _com_ Поступила в редакцию 10.02.2019. После доработки 20.02.2019. Принята к публикации 25.02.2019. Работа выполнена в рамках раздела 2.6. Эволюция наземных экосистем в изменяющихся природных условиях темы НИР Института водных проблем РАН «Моделирование и прогнозирование процессов восстановления качества вод и экосистем при различных сценариях изменений климата и антропогенной деятельности» (№ 0147-2018-0002), № государственной регистрации АААА-А18-118022090104-8 _._ В первой части статьи, сделана попытка восстановить последовательность в развитии кризиса, осознании причины и экологических последствий научным сообществом, признании кризиса властями. Кратко рассмотрены постановка и содержание научных исследований динамики природной среды, развитие эколого-географического прогноза, мониторинга, представление о пределах антропогенного воздействия, осмысление результатов и подходы к разработке практических мероприятий по решению экологических проблем, возникших в связи с падением уровня моря и опустыниванием Приаралья. Новизна содержания статьи заключается во включении в рассмотрение новых материалов, характеризующих этап развития проблемы после 1991 года: выполненные научные исследования, анализ последствий осуществления ранее запланированных практических мероприятий по решению вопросов смягчения опустынивания в Приаралье, а также краткий обзор выявленных новых экологических проблем и мероприятий, планируемых для их решения. Во второй части статьи будут более подробно рассмотрены постановка, результаты исследований и научно-практических работ в разных ландшафтных регионах Приаралья по изучению и предотвращению развития негативных экологических последствий падения уровня и усыхания Аральского моря. _Ключевые слова_: Аральское море, падение уровня, опустынивание, экологические последствия, Аральский кризис, причины, обсохшее дно моря, Приаралье, дельты рек, Амударья, Сырдарья, исследовательские программы, географический прогноз, мониторинг; документы по проблеме: доклады, постановления, решения. **DOI****: 10.24411/2542-2006-2019-10026** Аральский экологический кризис, начавшийся в 1960-х годах, развивается более 50 лет на памяти двух поколений. За этот период уровень моря опустился на 26.7 м, единый водоем разделился на Малое и Большое море; площадь водной поверхности уменьшилась в 7-8 раз, объем – в 12-13 раз (Большое Аральское …, 2012). Обсохшее дно моря все еще является источником выноса пыли и солей, а 1.4 млн. га территории Приаралья подвержено опустыниванию (МКВК …, 2002). Эти показатели – только верхняя часть айсберга Аральского кризиса, включающая огромный массив серьезных негативных экологических, социально-экономических и медико-биологических последствий большой Аральской проблемы. Вторая ее часть, которая пока не обсуждается, чуть менее остро развивается там, где развернулось широкомасштабное орошение на площади около 8 млн. га. Оно сопровождается созданием водохозяйственных систем, замещающих естественную гидрографическую сеть и изменяющих водный режим территории в средней и верхней частях бассейна Аральского моря. Здесь пока в латентном докризисном состоянии развиваются переувлажнение и засоление земель, накапливаются

ядохимикаты, применяющиеся для дефолиации при сборе урожая хлопка и обработке посевов риса и др. Кризис на этой части территории Аральского бассейна связан с тем, что не решается все сильнее обостряющееся противоречие между ростом населения, его основной занятостью в водоемком сельском хозяйстве и ограниченностью количества и качества водно-земельных ресурсов. В настоящее время признано, что Аральский кризис – один из крупнейших экологических и социально-экономическтих кризисов, созданных человеком в XX веке из-за желания получить экономические выгоды, не придавая значения возможным негативным экологическим последствиям. Хотелось бы думать, что если бы в те годы, когда принималось решение о полном использовании вод речного стока в бассейне Аральского моря на орошение, экологический прогноз был бы на современном уровне и была бы получена полная картина последствий усыхания моря, власти СССР в первую очередь реализовали бы проект предложенный учеными в 1991 году, учитывая рост населения и ограниченность водных ресурсов региона, который включает: изменение общей стратегии развития производительных сил Среднеазиатского региона, структурную перестройку хозяйствования, корректировку стратегии его развития. Хозяйство должно быть ориентировано на развитие трудоемких, экономически и социально эффективных маловодоёмких производств (Глазовский, 1990; Основные положения …, 1991). Первоочередные меры должны были бы быть направлены на экономию водных ресурсов и сохранение их качества. Падение уровня моря запустило процесс опустынивания в Приаралье, в результате чего снизилось качество среды проживания и ухудшились социально-экономические условия для трех миллионов человек. В течение десятилетия население использовало для питья воду с чрезмерным содержанием солей и присутствием ядохимикатов; до сих пор пыльные бури – обычное явление; были утеряны рабочие места и дополнительные природные источники питания (исчезли охотничье-промысловые животные из-за гибели тугайных лесов и высокотравья; потеряли рыбохозяйственное значение реки, водоемы, море), ухудшилось плодородие почв, снизилась урожайность с/х культур. Эта экологическая ситуация в Приаралье в настоящее время стала нормой. Аральское море располагается на территории Туранской низменности в административных границах Узбекской и Казахской республик (рис. 1). В 1960 г. объем моря достигал 1066 км3, а площадь – 66000 км 2, уровень моря – 53.5 м н.у.м. БС, соленость воды – 10 г/л (Большое Аральское …, 2012). Аральское море питают две реки – Амударья и Сырдарья. Их основные притоки Вахш, Пяндж, Сурхандарья, Кафирниган, Зарафшан, Нарын, Чирчик, Карадарья и др. Возобновляемые водные ресурсы в бассейне Аральского моря оцениваются в 130 км3 в год. Бассейн Аральского моря имеет площадь более 2.7 млн. км2, располагается на территории Афганистана, Таджикистана, Киргизстана, Туркменистана, Казахстана и Узбекистана (рис. 2). Эта территория в мировой истории была центром цивилизации и сельского хозяйства. В 1960-е годы равнинные территории бассейна были основным районом орошаемого земледелия в СССР, благоприятным для выращивания многих сельскохозяйственных культур, в том числе хлопчатника, риса, винограда, плодовых и цитрусовых. Плодородие почв и большая продолжительность вегетационного периода позволяют получать на поливных землях в южной части бассейна по два-три урожая в год. Площадь орошаемых земель в бассейне Аральского моря в 1960-е годы была около 4.7 млн. га, а к концу 1990-х возросла до 7.4 млн. га (рис. 3), к 2000 г – до 7.99 млн. га. Численность населения, проживающего на этой территории, в настоящее время достигает 40 млн. человек, в зоне экологического кризиса, в Приаралье – около 3-х млн. человек. Современная водохозяйственная сеть насчитывает 80 водохранилищ объемом более 100 млн. м3; общая длина оросительной сети – 315.8 тыс. км; общая длина коллекторно-дренажной

сети – 191.9 тыс. км (МКВК …, 2002). **Рис. 1.**Положение Аральского моря до его усыхания в Средней Азии на физико- географической карте (географические координаты: 48-42° с.ш.; 55-65° в.д.). **Fig. 1.**Position of the Aral sea before it dries in Central Asia on a Physical-geographical map (geographical coordinates: N 48-42°; E 55-65°). **Рис. 2.**Бассейн Аральского моря и его функциональные зоны (Vostokova, 1999). _Условные обозначения_: 1 – речная сеть, большие каналы; 2 – водоемы; 3 – озера; 4 – зона экологического кризиса; 5 – граница бассейна Аральского моря; 6 – граница нарушенных территорий; 7 – государственные границы. Функциональные территории: I – область питания рек; II – область первичного использования речного стока; III – область вторичного использования речного стока; IV – Аральское море и обсохшее дно; V – не обводняемые территории пустыни. **Fig. 2.**The Aral sea basin and functional areas (Vostokova, 1999). _Legend_: 1 – river network, large canals; 2 –reservoirs; 3 – lakes; 4 – zone of ecological crisis; 5 – border of the Aral sea basin; 6 – border of disturbed territories; 7 – state borders. Functional areas: I – area of water supply of the rivers; II – the area of the primary use of the river flow; III – area of secondary use of river runoff; IV – the Aral sea and dry bottom; V – non-flooded areas of the desert. К настоящему времени Аральское море разделилось на 5 периодически сообщающихся водоемов (рис. 4). Живая память о времени до кризиса и о десятилетиях его развития безвозвратно уходит вместе со свидетелями, остаются только формальные свидетели – документы и публикации, но и прочитать их, объединить информацию и восстановить цельную картину развития множества процессов и явлений, непросто. Поэтому в настоящей статье поставлена цель и сделана попытка восстановить последовательность в развитии кризиса, осознания его научным сообществом, властями, рассмотреть постановку и содержание научных исследований, осмысление результатов, установление причины развития кризиса и предпринятые практические действия, по решению различных проблем, возникших в связи с падением уровня моря и опустыниванием Приаралья и, самое главное, разработку – стратегии развития хозяйства для государств Средней Азии в условиях дефицита водных ресурсов и роста населения. **Рис. 3.**Изменение во времени площади водной поверхности моря (1), притока речной воды к морю (2) и площади орошаемых земель (3; Micklin, 1996). **Fig. 3.**Changes in time of the sea surface (1), the river’s water inflow to the sea (2) and irrigated land (3; Micklin, 1996). **Рис. 4.**Водоемы на месте Бывшего Аральского моря (снимок MODIS 22.05.2015; Миклин и др., 2016). **Fig. 4.**Reservoirs on the site of the Former Aral sea (MODIS Image 22.05.2015, Миклин и др., 2016). Близкие по подходу работы: монография Н.Ф. Глазовского «Аральский кризис» (1990) и монография «Creeping environmental problems …» (1999), написание которой было инициировано американским ученым Майклом Гланцем. Данная статья отличается от указанных публикаций не только меньшей формой, но и ограничением рассмотрения в Аральской проблеме только эколого-географического аспекта (изменения природной среды). Новизна содержания статьи в сравнении с указанными работами заключается во включении в рассмотрение новых материалов, характеризующих современный (после 1991-х года) этап развития проблемы и научные достижения, анализ последствий осуществления ранее запланированных практических мероприятий по решению вопросов по улучшению качества речных вод, стабилизации уровня отдельных частей моря и смягчению опустынивания в Приаралье, а также краткий обзор выявленных новых экологических проблем и планируемых к осуществлению для их решения научно-практических мероприятий по современным научным публикациям. ## Методический подход и методика работы Статья состоит из двух частей. В данной, первой части, более детально рассмотрены официальные материалы, касающиеся Аральской проблемы – доклады, сборники и монографии оценивающие состояния среды, причины

возникновения и концепции, стратегии и конкретные мероприятия, разработанные для решения Аральской проблемы, постановления руководящих государственных органов, планируемые государством решения в связи с развитием кризиса. Кратко характеризуется постановка программ научных исследований, их выполнение и результаты. Научные исследования охарактеризованы кратко, в виде перечисления решаемых задач и фамилий исследователей. Более детально рассмотрены статьи, имеющие значение для понимания развития каких-либо вопросов. Отдельное внимание уделено географическому прогнозу как основному инструменту научного обоснования принимаемых решений, его эволюции в ходе работ по Аральской проблеме. Основным методическим подходом в работе в первой части статьи избрано разделение всего времени развития кризиса на отдельные периоды, характеризующиеся однотипностью изменения природной среды и рассмотрение в границах каждого периода осознания причин происходящего и экологических последствий научным сообществом, постановка и выполнение научно-исследовательских программ, научный прогноз развития негативных процессов и явлений, разработка мероприятий по их компенсации, ослаблению или ликвидации. Во второй части статьи будет рассмотрено развитие природных комплексов Аральского моря и Приаралья в условиях кризиса и его современное состояние (ведущие процессы, изменение характеристик компонентов природной среды, постановка исследований, методы, прогноз, рекомендуемые мероприятия), анализ постановки научных исследований, полученные результаты. Изложение дано по ландшафтным районам Приаралья (рис. 5): для сохранившихся участков акватории Аральского моря (Малого и Большого моря); территории обсохшего дна моря; пустынных территорий и дельт Амударьи и Сырдарьи. ## Аральский кризис – его содержание, изменение понимания проблемы, тематика и результаты исследований, принятие решений Определение, данное Аральскому экологическому кризису Н.Ф. Глазовским (1990), в настоящее время является общепринятым. Из определения следует, что кризис, по сути, является экологическим, т.к. заключается в снижении качества окружающей среды, деградации экосистем и их отдельных компонентов в бассейне Аральского моря, ухудшении здоровья населения, снижении эффективности хозяйства, росте социальной напряженности, а также в усыхании самого Аральского моря: падении уровня, повышении минерализации воды и гибели солоноватоводной экосистемы. В качестве основной причины развития этого явления указывается неверная стратегия развития производительных сил региона, развитие сельского хозяйства за счет производства водоемких культур, без учета ограниченных водных ресурсов региона. **Рис. 5.**Ландшафтные районы Приаралья (Novikova, 1999). _Условные обозначения._ 1 – береговая линия моря в 1950-х годах, 2 – обсохшее дно моря к 1990-м годам, 3 – государственные границы, 4 – метеостанции, 5 – границы районов, 6 – номера ландшафтных районов: I – Устюрт; II – северное Приаралье; III – восточное Приаралье, в т.ч. и современная и древняя дельты Сырдарьи; IV – юго-восточное Приаралье; V – южное Приаралье, в т.ч. современная и древние дельты Амударьи. **Fig. 5.**Landscape areas of the Aral sea region (Novikova, 1999). _Legend_. 1 – coastal line of the sea in the 1950-ies, 2 – the dry bottom of the sea to the 1990s, 3 – the state borders, 4 – meteorological station, 5 – boundaries of districts, 6 – number of the landscaped areas: I – Ustyurt; II – the North Priaralye; III – East Priaralye, including modern and ancient Delta of the Syr Darya; IV – South-East Priaralye; V – the southern Priaralye, including modern and ancient Delta of the Amu Darya. Рассмотрение хронологической цепи: начало падения уровня моря – 60-е годы XX в., официальное признание существования «Проблемы Аральского моря» – 1970 г. (Доклад …, 1970), официальное признание причины, определение Аральского кризиса как экологического, его многоаспектности и

разработанная концепция по выходу из кризиса – 1991 г. (Котляков, 1991; Основные положения …, 1991), – показывает, что от начала процесса до понимания его экологических последствий, официального признания и разработки мероприятий по решению прошло 40 лет. Рассмотрение развития проблемы удобно проводить по периодам, объединенным по каким-либо событиям. Н.Ф. Глазовский (1990) разделил время развития экологического кризиса с 1960 по 1990 гг. на три периода в соответствии с изменением осознания проблемы: в _первый –_ 60-е годы – середина 70-х – наблюдалось «Отсутствие внимания к проблемам, связанным широким развитием орошения в регионе. Предполагалось полное исчезновение моря» (Глазовский, 1990, стр. 61); во _второй_– с середины 70-х по середину 80-х происходила постепенное осознание учеными острой экологической ситуации, возникающей в Приаралье, определение задач по её улучшению, по-прежнему поддерживалось расширение орошения; и в _третий_– с середины 80-х по начало 90-х, когда произошло осознание причин Аральского кризиса, были проведены анализ результатов изучения, широкое обсуждение общественностью, создание общественных комитетов по спасению Арала. В этом период изменились позиции руководителей среднеазиатских республик, ряда министерств и ведомств, мелиораторов, тенденция признания необходимости ограничения орошения и разработки мероприятий по решению кризиса. Предложенная временная периодизация оказалось удачной, т.к. в эти периоды не только по-разному складывалось понимание проблемы учеными и обществом, но и по-разному проводились научные исследования, менялись концепции природопользования и предлагались мероприятия по решению проблемы, принимались решения государственными органами. Н.Ф. Глазовский кратко сам охарактеризовал эти периоды. В данной статье мы дополняем данное им описание более детальным рассмотрением публикаций и документов. Е.А. Востокова (Vostokova, 1999) поддержала периодизацию, предложенную Н.Ф. Глазовским (1990) и сочла, что следующий, четвертый период следует отнести к 1991-1996 гг., считая, что этот период, как и предыдущий, выделяется большим вниманием к экологическим проблемам и разработкой практических решений по реализации проблемы. Мы, соглашаясь с уже имеющейся периодизацией и продолжая ее, но отдалившись от 90-х годов почти на 30 лет, считаем, что четвертый период как раз характерен тем, что от слов перешли к делу и были реализованы основные ранее разработанные мероприятия. Они осуществлялись на инвестиции Мирового банка развития и зарубежных фондов. В этот период исполнилось предсказание Н.Ф. Глазовского о том, что «… улягутся страсти в результате широкого обсуждения проблемы и решения будут приниматься с учетом научных выводов и рекомендаций» (Глазовский, 1990, с. 61). Окончание четвертого периода мы относим к 2011 г., когда по мнению П.О. Завьялова и его коллег (Большое Аральское …, 2012) произошла стабилизация уровня западной части Большого моря, а перед этим появилась информация о восстановлении экосистемы Аральского моря в границах Малого моря (Миклин и др., 2016). Новый, пятый период в Аральской проблеме, таким образом, приходится на текущие годы, начиная с 2012 г. и далее. Можно предположить, что на этот период должно прийтись некоторое увеличение притока речных вод к дельтам из-за переустройства водного хозяйства Казахстана и Узбекистана, сокращения посевов риса и хлопчатника и перехода на менее водоемкие культуры, о чем заявляли руководители этих стран. Нет сомнений, что продолжатся работы по фитомелиорации обсохшего дна и, возможно, будет далее осуществляться управление водным режимом остаточных водоемов на месте моря и в дельтах. Следует сказать, что начало Аральской проблемы принято датировать 1961 г., когда уровень моря впервые резко опустился ниже среднемноголетнего значения. Однако, на самом деле этому событию предшествует

предварительный этап, длительный период освоения «внутренних резервов» водных ресурсов речного стока в бассейне Аральского моря. Первоначально развитие орошаемого земледелия шло в долинах рек и оазисах, где происходила замена естественной влаголюбивой растительности сельскохозяйственными орошаемыми землями и водный баланс, еще благодаря тому, что вода с подземным стоком с полей вновь возвращалась в русла рек, оставался близким естественному. Л.В. Дунин-Барковский (1977) приводит в качестве примера освоение почти 1 млн. га земель в верховьях бассейна реки Сырдарьи в Ферганской долине, Приташкентском районе, Голодной степи, при этом сток реки в нижнюю часть бассейна (створ Чардаринской плотины) почти не уменьшился. Следующий «резерв» находился в дельтах рек. Обсыхание дельты Амударьи началось до 1950-х годов, т.к. к 1953 г. из-под воды вышла большая часть ее территории – прирусловые валы основных проток, остров Муйнак причленился к дельте и стал полуостровом. К 1963 году обсохли обширные территории приморских равнин, и только в 1990 г. обсохли наиболее пониженные участки межрусловых понижений, ранее занятые озерами. Таким образом, к началу 1960-х годов были исчерпаны «внутренние резервы» водных ресурсов в речных бассейнах. Дальнейшее развитие орошения уже шло за счет безвозвратного изъятия вод речного стока Амударьи и Сырдарьи и вело к его сокращению и уменьшению притока к морю, что и стало непосредственной причиной падения его уровня. Для освоения новых обширных орошаемых массивов пустынных территорий необходимо было повысить их водообеспеченность, поэтому было развернуто строительство новых водохранилищ и каналов, осуществлялись межбассейновые переброски стока, что в итоге приводило к дополнительным потерям воды. **Первый период**относится к началу 60-х годов – середине 70-х, когда наглядное изменение параметров моря еще отсутствовало, активно обсуждалась необходимость расширения орошаемого земледелия в Средней Азии и Южном Казахстане, преобладала концепция экономической необходимости полного исчерпания водных ресурсов речного стока Амударьи и Сырдарьи для максимального получения продукции на орошаемых землях. Ориентировочно это должно было произойти к 1985 г. Исчезновению моря как реальной проблеме не придавалось значения, последствиями падения уровня пренебрегали и считали их несущественными, предполагалось привлечь для хозяйственного использования и пополнения недостающих водных ресурсов в Приаралье воды сибирских рек. Аральская проблема рассматривалась как часть проблемы переброски стока сибирских рек, которые были необходимы для поддержания уровня моря и освоения земель его обсыхающего дна. Одна из первых публикаций, определивших формирование отношения к проблеме и оценку последствий падения уровня, – монография «Проблема Аральского моря», появилась в 1969 г. (Проблема …, 1969), а это обозначает, что осознание проблемности ситуации произошло еще раньше. Падение уровня рассматривалось как неизбежная данность, и, более того, в статье С.Ю. Геллера (1969) из этой книги дан оптимистический прогноз, в основе которого лежало представление о медленном опускании уровня моря. Он полагал, что в дельтах будут обнажаться плодородные почвы, пригодные для сельскохозяйственного освоения, а в отношении обсыхающего дна моря и считалось, что грунты будут пропитаны пресной речной водой, и это также позволит использовать обширные территории для сельскохозяйственного производства, в том числе и рисосеяния. Нам сейчас понятно, что в сделанном прогнозном предположении не было учтено то, что сразу после выхода на дневную поверхность обсыхающие участки суши в условиях аридного климата начинают засоляться из-за подтягивания к поверхности засоленных грунтовых вод. Именно этот оптимистический прогноз появления плодородных земель стал обоснованием

привлечения сибирских вод для сельскохозяйственного освоения территорий обсохшего дна и дельт в виду планируемого сокращения притока речных вод к морю. Отсутствие понимания сути проблемы и серьезности экологических последствий падения уровня моря в 1970-х годах становится понятным при рассмотрении материалов, изложенных в «Докладе по проблеме Аральского моря» (1970; далее Доклад), подготовленного по поручению Государственного Комитета Совета Министров СССР по науке и технике (ГКНТ) и Президиума Академии наук к заседанию Бюро и Временной подкомиссии Научного совета «Комплексное использование и охрана водных ресурсов» АН СССР (Доклад …, 1970). Постановка доклада была связана с планируемой интенсификацией орошаемого земледелия – расширением площади орошаемых земель не только в бассейне Арала, но и в бассейнах других рек (рис. 6). Предмет Доклада – прогноз будущего режима Аральского моря и влияние ожидаемых его изменений на природу и экономику хозяйства Приаралья. В этот период существовала, и ни кем не оспаривалась, концепция максимального использования местных водных ресурсов на получение ценной сельскохозяйственной продукции в Средней Азии в предвидении компенсации потерь притока речных вод в Арал водами сибирских рек. **Рис. 6.**Схема комплексного использования водных и земельных ресурсов бассейна Аральского моря (Доклад …, 1970). **Fig. 6.**Scheme of integrated use of water and land resources of the Aral sea basin (Доклад …, 1970). В разделе Доклада «Водные ресурсы бассейна Аральского моря» (Доклад …, 1970) констатируется, что естественные водные ресурсы бассейна Аральского моря равны 120 км3/год, из них в системе Сырдарьи формируется 40 км3/год, в системе Амударьи – 80 км3/год. При существующем тогда водном хозяйстве, сложившемся к 1979 г., к морю доходило только 47 км3/год, т.е. меньше половины. Остальная вода разбиралась на орошение, испарялась с поверхности водохранилищ и других бывших тогда переувлажнённых территорий. Расходы воды естественной тугайной растительностью считались «непроизводительными затратами». Водный режим моря в течение 50 лет с 1911 г. по 1960 г. был относительно стабилен. Средний годовой уровень колебался около отметки 53 м н.у.м. БС, амплитуда сезонных колебаний уровня составляла, в среднем, около 0.3 м. Устойчивость уровня моря в этот период обеспечивалась стабильностью притока речных вод. В последнее десятилетие первого периода, с 1960 г. по 1970 г., объем воды, поступающей в реки с их бассейнов был ниже обычного на 6 км3/год, а поступление воды в море снизилось по сравнению со среднемноголетним значением примерно на 14 км3/год. В качестве причины сокращения притока речных вод к морю в Докладе также указывается возрастающее водопотребление. При этом часть стока, недополученного морем в объеме около 6 км3/год, в Докладе относят к естественным потерям, обусловленным пониженной водностью ряда лет. Таким образом, антропогенно обусловленное сокращение притока воды к морю к 1970 г. составило около 8 км3/год. В таблице 1 представлены рассчитанные в Докладе средние многолетние величины водных ресурсов бассейна Аральского моря за условно-естественный период до 1960 г. и «современный», за десятилетие с 1960 по 1969 гг. **Таблица 1.**Водный режим Аральского моря (Доклад …, 1970). **Table 1.**Water regime of the Aral sea (Доклад …, 1970). **Источник питания****Средний годовой сток рек, км****3****/год****Безвозвратные потери воды (потребление и потери воды, включая** **потери в дельтах рек), км****3****/год****Сток в Аральское море, км****3****/год** **До 1960 г.****1961-1969 гг.****До 1960 г.****1961-1969 гг.** Бассейн Сырдарьи 39 25 29 14 10 Бассейн Амударьи 69 29 33 40 36 ИТОГО 108 54 62 54 46 Подземное питание 1——1 1 ВСЕГО 109——55 47 В числе основного потребителя воды для водохозяйственного комплекса в бассейне Аральского моря указано (табл. 2) орошение земель на площади

4.25 млн. га (2.2 млн. га – на Сырдарье и около 2 млн. га – на Амударье). На 2.2 млн. га орошаемых земель (52% всех орошаемых площадей) возделывался хлопчатник, которому отдавалось предпочтение среди других с/х культур. На этих полях производилось около 95% (5.6 млн. тонн в год) всей продукции хлопка в стране при урожайности 25 ц/га. В это время в верховьях Амударьи, в Афганистане уже орошалось около 230 тыс. га (на 1965 г.) и планировалось довести эти площади до 2 млн. га. Одним из водопотребителей в бассейне моря являлось животноводство на обводняемых пастбищах, на площади около 80 млн. га. Каракулеводство – выгодная отрасль хозяйства. Подача воды на водопой скота на пастбищах не указана и безвозвратные потери не известны. В таблице 2 они отнесены к графе «прочие затраты». Важным водопотребителем в бассейне является коммунальное хозяйство и промышленность. Суммарный объем воды, используемый ими на 1970-й год был оценен равным 2 млрд. м3/год, в том числе безвозвратный – в 0.5 млрд. м3. Около 80% воды в то время расходовалось в бассейне Сырдарьи. Водопотребление одним жителем оценивалось равным 50-100 л/сутки, и перспективное безвозвратное водопотребление было экспертно оценено в размере 1 км3/год и отнесено к бассейну Сырдарьи, т.к. именно там планировалось развитие промышленности и строительство новых объектов (табл. 2). Важный участник водохозяйственного комплекса – гидроэнергетика. В те годы планировалось завершить создание ряда крупнейших гидроэлектростанций, общая годовая выработка электроэнергии на которых составила бы около 20 млрд. квтч. Экономически эффективные гидроэнергетические ресурсы района были определены в объеме 145 млрд. квтч. в год. Следует сказать, что гидроэнергетика – водопользователь. Гидроэлектростанции (ГЭС) в своей работе не требуют безвозвратного расходования воды, а основные потери следует рассматривать при создании водохранилищ при ГЭС и при испарении воды с поверхности этих водохранилищ. К 1970 г. потери воды в гидроэнергетике оценены не были, в Докладе отсутствовали, и суммарное безвозвратные потери должны были бы быть отнесены к графе «прочие затраты». Оценить объемы построенных в бассейнах рек Амударья и Сырдарья водохранилищ и величину их водной поверхности позволяет составленная нами таблица 3. Из нее видно, что в искусственных водоемах в бассейнах рек с 1954 г. по 1981 г. было аккумулировано около 53 км3 воды (почти половина объема их суммарного годового стока), а общая водная поверхность составила 1985 км2. **Таблица 2.**Безвозвратные потери воды в стоке Аральского моря (Доклад …, 1970). **Table 2.**Irretrievable water losses in the Aral sea runoff (Доклад .., 1970). **Бассейн****Средний годовой сток рек км****3****/год****Безвозвратные затраты воды, км****3****/год****Сток в Аральское море, км****3****/год** **орошение****водоснабжение****прочие** **затраты****суммарные** **затраты** **1*****2******1*****2******1*****2******1*****2******1*****2**** Сырдарья 39 24 30 1 1 4 3 29 34 10 5 Амударья 69 25 50—1 8 6 33 57 36 12 Итого 108 49 80 1 2 12 9 62 91 46 17 Подземный приток 1 3 Расчетный сток в море 47 20 **Примечания к таблице 2:**1*– существующие параметры; 2**– планируемые параметры. **Note to Table 2:**1*– existing parameters; 2**– planned parameters. В это же время в большом количестве коллекторными и речными водами заполнялись обширные депрессии, образовывались нерукотворные и не учтенные в таблице 3 водоемы – Арнасайская озерная группа, Сарыкамыш, и др. К середине 70-х годов в них было сосредоточено соответственно 12.5 и 15.3 км3 воды (Никитин, 1977; Санин и др., 1991). Поэтому в ряде научных работ того же периода, обращенных к проблеме падения уровня моря (Коренистов и др., 1972; Воскресенский и др., 1973), высказывалось мнение, что падение уровня и сокращение площади моря связано не столько с увеличением орошаемых земель в бассейне Аральского моря, сколько с безвозвратным изъятием её, из-за отвода речных и

дренажных вод за пределы бассейна. В следующем разделе Доклада «Современное состояние и развитие водного хозяйства в бассейнах Сырдарьи и Амударьи» констатируется, что развитие ирригации и гидроэнергетики превратило бассейны этих рек в сложные водохозяйственные системы, включающие естественные и искусственные водотоки – реки, каналы, коллекторы, а также гидроузлы и водохранилища. При этом отмечалось, что состояние оросительных систем нельзя признать удовлетворительным и перечислялось большое число недостатков, снижающих эффективность орошения. Среди них: отсутствие инженерного оборудования у 80% систем; отсутствие противофильтрационной защиты у каналов; отсутствие спланированности на полях, отчего возрастали затраты воды на полив; разреженность или отсутствие дренажной сети, что приводит к подъему уровня подземных вод, росту непроизводительных потерь на испарение, засолению земель и потерям урожайности хлопчатника (на слабо засоленных почвах – на 4-5 ц/га, на среднезасоленных – до 12 ц/га). **Таблица 3.**Основные показатели водохранилищ, построенных в 1954-1981 гг. в бассейнах рек Сырдарья и Амударья (Авакян, Шарапов, 1977). **Table 3.**Key indicators of the reservoirs built in 1954-1981 in the basins of the rivers Amu Darya and Syr Darya (Авакян, Шарапов, 1977). **№****Водохранилище****река****Годы****заполнения****Полный объем, км****3****Площадь водного****зеркала, км****2****Виды использования******* **_В бассейне Сырдарьи_** 1 Чардаринское Сырдарья 1967-1968 0.37 63 И 2 Кайраккумское Сырдарья 1956-1959 4.16 513 Э, И, Р, Н, От 3 Фархадское Сырдарья 1947-1953 0.35 48 Э, И 4 Токтогульское Нарын (приток Сырдарьи)1973-1974 19.50 284 Э, И 5 Курпсайское Нарын (приток Сырдарьи)1981 0.35 12 Э 6 Андижанское Карадарья (приток Сырдарьи)1976 1.75 67 И, Э, Н 7 Учкурганское Нарын (приток Сырдарьи)1961-1962 0.05 4 Э, И 8 Ходжикентское Чирчик (приток Сырдарьи)1976 0.031 3 Э **ИТОГО:****26.561****994** **_В бассейне Амударьи_** 1 Тюямуюнское Амударья 1979 7.34 780 И, Э, С, Рое 2 Южносурхан- ское Сурхандарья (приток Амударьи)1962-1965 0.8 65 И, Р, Н, В, От 3 Учкызыльское Сурхандарья (приток Амударьи)1954-1960 0.16 10 И, В, Р 4 Талимарджан- ское Наливное из Аму-Бухарского канала 1974-1.24 60 И 5 Копетдагское Каракумский канал 1972 0.55 48 И 6 Ашхабадское Каракумский канал 1962-1963 0.10 11 И, От 7 Хауз-Ханское Каракумский канал 1962-1966 0.88 136 И, Р **ИТОГО:****26.53****991** **Примечания к таблице 3.***Виды использования: Э – гидроэнергетика, В – хозяйственно-питьевое водоснабжение, И – ирригация, Р – рыбное хозяйство, Н – борьба с наводнениями, От – рекреация (отдых), С – судоходство. **Notes to Table 3.***Use: Э – hydropower, В – drinking water supply, И – irrigation, Р – fish farming, Н – flood control, От – recreation, С – with the shipping. При увеличении засоления почв орошаемые массивы выпадают из использования, поэтому, несмотря на ежегодный ввод новых орошаемых земель, общая площадь орошения возрастал очень медленными темпами. Вода на ирригацию расходовалась неэкономно: затраты воды росли быстрее, чем расширялись орошаемые площади. Указывалось, что основной причиной и препятствием для рационализации ирригационного хозяйства в Средней Азии являлось отсутствие контроля и учета использования воды. Признавалось, что в каждом из речных бассейнов имеются большие возможности экономии воды. Все высказанные замечания имели конкретный адрес, как и планируемые мероприятия по реконструкции имеющихся систем и строительству новых, созданию гидроузлов и водохранилищ в целях многолетнего регулирования стока рек не столько для расширения орошаемых площадей, сколько для повышения надежности снабжения водой имеющихся систем. В итоге делался вывод о необходимости обеспечения требований к воде в каждом из речных бассейнов, упорядочении водного хозяйства и выполнении больших и сложных работ по

преобразованию водного режима. В разделе Доклада «Режим Аральского моря» было сказано, что регулярные наблюдения за уровнем моря начались в 1911 г. и в течение первых пятидесяти лет он колеблется около отметки 53 м н.у.м. БС, амплитуда межгодовых колебаний не превышала 1 м. При таком положении уровня площадь моря составляла 66 тыс. км2, объем воды в нем превышает 1 млн. км3, средняя глубина была равна 16 м, а наибольшая – 65 м. Снижение уровня началось с 1961 г. и к 1968 г. он опустился до отметки 51.3 м. н.у.м. БС. Благодаря многоводному 1969 году, к середине 1970 г. уровень поднялся до отметки 51.7 м н.у.м. БС, но уровень тяготения при существующем использовании водных ресурсов, соответствует отметке 45.0 м. н.у.м. БС, что почти на 7 м ниже современного уровня. В разделе Доклада «Ожидаемые изменения режима Аральского моря» констатировалось, что будущий режим моря зависит от развития ирригации в бассейнах питающих море рек. В период до 1985 г. намечалось в бассейнах рек Амударьи и Сырдарьи увеличить безвозвратное водопотребление до величин, соответствующих практически полному использованию местных водных ресурсов. Это приведет за 15 лет, начиная с 1970 г., при ежегодном приросте изъятия стока на 3.5% к снижению уровня моря на 4 м (до отметки 47.5 м н.у.м. БС) при сохранении условий средней водности, и на 5.5 м (до отметки 46.2 м н.у.м. БС) при снижении естественной водности. При этом в первом случае акватория моря уменьшится до 54 тыс. км2, объем воды – до 720 км3, средняя глубина составит 13 м, соленость повысится с 11 г/л до 15 г/л. Рассчитанные прогнозируемые характеристики моря при запланированном сокращении ежегодного притока речных вод на 3.5% приведены в таблице 4. В докладе предполагалось, что после 1985 г. приток воды стабилизируется на уровне 20 км3/год, уровень моря будет продолжать понижаться, т.к. уровень тяготения при таком притоке находится на отметке 33 м н.у.м. БС. При таком уровне море превратится в соленое, площадь его уменьшится почти втрое – до 24 тыс. км2, объем воды – до 160 км3, средняя глубина – до 7 м. **Таблица 4.**Прогнозируемое изменение характеристик Аральского моря (Доклад …, 1970). **Table 4.**Projected changes in the characteristics of the Aral sea (Доклад …, 1970). **Характеристика****Реальные данные на 1970 г. и прогноз на ближайшие годы****Отдаленная перспектива** **1970****1985****2000** Отметка уровня, м 51.5 47.5 43 33 Акватория, тыс. км 2 63 54 46 24 Объем моря, км 3 970 720 500 160 Средняя глубина, м 15.5 13 11 7 Соленость, г/л 11 15 22 70 Выполненные расчеты по изменению уровня Аральского моря, основываясь на гипсометрической карте дна, позволили получить соответствующее очертание водной поверхности в разные годы (рис. 7). Сопоставление прогнозируемых падения уровня и изменения очертаний моря, сделанных в Докладе с реальными, получившими отражение на материалах космической съемки, позволяет понять, что скорость падения уровня оказалась больше предполагаемой, и ключевые отметки уровня 43 м н.у.м. БС и 35 м н.у.м. БС были достигнуты в реальности раньше, чем это прогнозировалось в 1970 г. А Б **Рис. 7.**Сокращение водной поверхности Аральского моря, прогнозируемое в 1970 г. (**А**– Доклад …, 1970) и произошедшее в настоящее время (**Б**– по материалам космической съемки, Миклин и др., 2016). **Fig. 7.**Reduction of the water surface of the Aral sea, predicted in 1970 (**A**– Доклад…, 1970) and what has happened at the present time (**Б**– based on space imagery; (Миклин и др., 2016). Так, прогнозируемое снижение уровня к 1985 г. было достигнуто в 1976 г, прогноз снижения уровня к 2000 г. был достигнут уже в 1989 г.¸ на 24 года раньше. Существование восточной части Большого моря по прогнозу оставалось на длительную прспективу, а в реальности эта часть Большого моря полностью обсохла в первый раз в 2009 г., затем вновь появлялась и исчезала. В разделе Доклада, посвященном последствиям падения уровня, этот вопрос рассмотрен очень

узко, была учтена только в ориентировочном денежном выражении потеря прибыли, приносимой несколькими отраслями хозяйства, прямо связанными с определенными морфометрическими характеристиками моря и его биологическими ресурсами: судоходство, рыболовство, ондатроводство и запасы тростника. В качества аргумента, уменьшающего значимость потери каждого вида отрасли хозяйства, была показана существующая альтернатива: для перевозок по морю из Нукуса в Аральск – строительство со временем железной дороги Кунград-Бейнеу (Устюрт); для ондатроводства – возможность его расширения по новым технологиям на искусственных водоемах; потеря естественных зарослей тростника, используемых в качестве корма для животноводства и строительства, – возможностью производства кормов лучшего качества на искусственно заливаемых лугах; потеря товарного рыболовства – возможностью воспроизводства рыбохозяйственных водоемов в дельтах. Приблизительный подсчет ожидаемых потерь от всех перечисленных видов хозяйства составил примерно 15-30 млн. руб. в год. Этим потерям в качестве убедительного аргумента противопоставлялись доходы от дополнительного ввода орошаемых земель в миллиарды рублей в год. Как видим, в расчет была принята только стоимость лежащих на поверхности убытков от потери некоторых видов хозяйства. Из экологических последствий были упомянуты возможные изменения климата и их воздействие на прилегающие территории и вынос солей в результате ветровой эрозии. Однако тут же была сделана оговорка, что это не поддается экономической оценке и необходимы специальные исследования. Основным аргументом для необходимости научных исследований было то, что ожидаемое изменение уровня моря, дельт рек и других последствий необходимо заблаговременно предвидеть, чтобы направлять, рационально планировать и организовывать хозяйственную деятельность в Приаралье на основе вод сибирских рек. В Докладе были намечены важнейшие направления исследований, необходимых для обоснованного решения проблемы, которая была обозначена шире, чем «Аральская проблема», а именно: «Перспективная схема водного благоустройства Срединного региона СССР». Планируемые исследования рассматривались, в первую очередь, применительно к проблеме использования собственных водных ресурсов бассейна Аральского моря. Вопросы, связанные с переброской в Среднюю Азию сибирских вод для компенсации потерь (количество, маршрут, экологическая совместимость), были выделены в этом проекте в самостоятельный второй раздел. Круг вопросов, намеченных к исследованию по первому разделу, предполагал разработку теоретических, методических и практических вопросов земле- и водопользования в бассейне Аральского моря для целей переустройства хозяйствования с целью его рационализации на основе учета и контроля используемых водных ресурсов и совершенствования гидромелиоративных систем; получение характеристики современного состояния оросительного хозяйства по отдельным водохозяйственным районам; разработку гипотезы развития основных отраслей народного хозяйства; разработку методов, обеспечивающих оптимальные условия для развития орошения в хлопководческих зонах бассейна; разработку природоохранных мероприятий; прогноз гидрологического и солевого баланса Аральского моря и его изменений; разработку перспективного водного баланса; влияние усыхания моря на разные отрасли хозяйства и климатические условия прилегающих территорий. В заключении к Докладу было записано, что уровень развития водного хозяйства, соответствующий практически полному использованию местных водных ресурсов, может быть достигнут через 15-20 лет (к концу 1990-х годов). Дальнейший рост орошаемых площадей может быть связан только с привлечением водных ресурсов извне. В качестве таковых в ряде вариантов рассматривались реки Сибири. Поэтому будущее Арала и

Приаралья еще в течение шести лет, вплоть до 1976 г. по-прежнему рассматривалось как один из многочисленных разделов технико-экономических проработок по проекту переброски части вод сибирских рек в Южный Казахстан и Среднюю Азию и до тех пор Аральская проблема не была выделена в качестве самостоятельной. В эти годы проводились научные проработки по определению необходимых объемов воды для решения экологических задач (они назывались природоохранными) на фоне экономии и рационального использования всех водных ресурсов, которыми располагают ландшафтные регионы Приаралья. Более прочих внимание привлекала дельта Амударьи, где вследствие падения уровня моря от воды освобождались обширные массивы плодородных земель. Так, И.А. Клюканова и Н.Т. Кузнецов (1971) подсчитали, что для сохранения естественной продуктивности пастбищ и сенокосов, развития озерных и охотничьих хозяйств, сохранения генофонда дельты, необходимо около 8 км3 воды в год, примерно такое же количество воды етественные экосистемы дельты расходовали в 1960-е годы. Аральский экологический кризис в Докладе в 1970-м году был обозначен как «Проблема Аральского моря» и еще почти десятилетие официально считался только проблемой усыхания моря. У ученых по этому поводу имелись два противоположных мнения. Одни считали, что усыхание Аральского моря не вызовет сколько-нибудь значительных изменений в природной среде его бассейна, а экономический ущерб от потери моря как рыбохозяйственного водоема, транспортного пути и от ондатроводства с избытком компенсируется той продукцией, которая будет получена на вновь освоенных орошаемых землях (Геллер, 1969) и это стало официальной позицией в Докладе (1970). Другие, считая Аральскую проблему, прежде всего, экологической, уже тогда полагали, что падение уровня моря приведет к существенным изменениям природной среды Приаралья, и, в частности, отмечали неблагоприятное воздействие песчано-солончаковой пустыни, которая будет формироваться в пределах осушающейся части морского дна на прилегающие территории пустынных пастбищ и дельт (Кузнецов, 1976, 1977, 1986). Одна из первых публикаций об экологических последствиях падения уровня моря – тезисы доклада А.Б. Бахиева и Т.Н. Бутова (1976), сделанного на Секции III «Растительность и пастбища пустынных территорий» Всесоюзной научной конференции по комплексному изучению и освоению пустынных территорий СССР (Ашхабад, 1976). Это был единственный доклад по проблеме Арала на этой секции. Авторы начало изменений гидрологического режима моря относят к 1954 г. и выстраивают экологически обусловленную цепочку изменений: сокращение зарослей тростника с 600 тыс. га в 1961 г. до 100 тыс. га в 1974 г, последовавшее за этим ухудшение охотничье-промыслового хозяйства; падение уровня моря и обсыхание более 30 озер общей площадью водной поверхности более 7 тыс. га, резкое сокращение площадей для нереста рыбы и последующее сокращение ее численности. Отмечаелось, что лугово-болотные почвы, занятые ранее тростником и обсохшие днища озер в дельте засоляются, создавая условия для широкого развития солончаков и галофитов. Снижение уровня грунтовых вод в дельте стало причиной гибели древесных тугаев (Бахиев и др., 1994). Они сохранились только в виде узких лент вдоль основного русла Амударьи. Обнажающееся дно моря в авандельте заселяется тамариксами; растительность южных берегов Арала развивается в сторону сокращения гидрофильных сообществ с заменой их ксеромезофильными и галофильными видами. По мнению авторов дело большой государственной важности – сохранить оставшиеся озера в дельте как основу для развития комплексного хозяйства северных районов Каракалпакии (автономной республики Узбекистана). Авторы доклада обращались с этим вопросом и с пожеланием поддержать научные исследования растительного покрова берегов моря, адресно, к «Временной научно- технической

комиссии по оценке влияния понижения уровня Аральского моря на окружающую среду и экономику прилегающих районов». Эта Комиссия была образована 21 июля 1975 г. в связи с тем, что выполненные к тому времени экономические проработки были весьма грубыми, требующими уточнения. Создание Комиссии было одобрено на Бюро Межведомственного научно-технического совета по комплексным проблемам охраны окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов ГКНТ. Председателем стал академик И.П. Герасимов. Уже в декабре 1975 г. Комиссия представила на рассмотрение доклад, в котором подчеркивалось, что снижение уровня моря связано с безвозвратным потреблением на новых орошаемых землях и что без принятия специальных мер следует ожидать глубокие отрицательные изменения в природной среде и экономике региона. Был сделан важный вывод о том, что научные исследования до этого времени проводились в ограниченном объеме и отражены лишь в единичных публикациях (Геллер, 1969; Доклад …, 1970; Вопросы колебания …, 1970; Коренистов и др., 1972; Современный и перспективный …, 1972; Влияние межбассейнового …, 1975), поэтому имеющихся знаний по проблеме недостаточно. Бюро Междуведомственного совета ГКНТ, где рассматривался доклад, постановило одобрить его и поручить Комиссии разработать проект плана научно- исследовательских работ для обоснования мероприятий по предотвращению отрицательного воздействия понижения уровня Аральского моря на окружающую среду региона и социально-экономические последствия. Междуведомственный совет отметил целесообразность включения исследований по Аральской проблеме в планы работ Академии наук СССР и республик Средней Азии и Казахстана, Главного управления Гидрометеослужбы СССР и Министерства мелиорации и водного хозяйства. К концу первого периода, к 1976 г. приток воды к морю снизился до 10 км3 (Аральское море …, 1990; Bortnik …, 1999), уровень моря упал почти на 5 м до отметки 48.3 м н.у.м. БС, минерализация повысилась с 10 г/л до 14 г/л (Миклин и др., 2016; The Aral sea …, 2014). **Второй период**приходится на середину 70-х годов – середину 80-х. В этот период закончилось обсыхание большей части территорий дельт рек Амударьи и Сырдарьи, приток речных вод к морю приблизился к 5 км3, уровень моря к концу периода упал до 46.3 м, из-за быстрого отступания береговой линии, обнажились обширные площади морского дна. За период с 1975 по 1982 г. было зафиксировано 35 пыльных бурь, пылевые выносы которых достигали в длину 200-400 км (Григорьев, 1985; Молоснова и др., 1987). Развитие мощных пылевых бурь и выносов в этом районе стало возможным при возрастании полосы обсохшего дна до 20-25 км и постепенного высыхания грунтов. Происходит осознание большей частью ученых основных причин возникновения и развития Аральского кризиса, серьезности ситуации и возможности развития негативных экологических последствий, затрагивающих условия занятости и качества жизни населения. Именно в этот период были выполнены обширные исследовательские работы по выявлению экологических последствий по проблеме в рамках государственной программы ГКНТ (Государственного комитета по науке и технике СССР) 1976-1980 гг. Согласно этому решению в 1976 г. в планы ГКНТ включено задание 05.14 научно- технической проблемы 0.85.01 «Изучение влияния на окружающую среду и оценка социально-экономических последствий снижения уровня Аральского моря, разработка научных основ мероприятий по предотвращению негативных последствий этого снижения». В задании к программе были предусмотрены несколько разделов (подзаданий) научно-исследовательских работ (Городецкая и др., 1979; Кузнецов и др., 1980): * – разработка научного обоснования рекомендаций по регулированию гидрологического, гидрохимического и гидробиологического режимов Аральского моря (головная организация Государственный океанографический институт им. Н.Н. Зубова –

ГОИН); * – изучение современного состояния и разработка прогноза изменений природной среды и экосистем на территории Приаралья и на обсохшей части дна моря в целях научного обоснования мероприятий по предотвращению их отрицательных последствий (головная организация – Институт географии – ИГ АН СССР); * – оценка социально-экономических последствий снижения уровня Аральского моря и разработка научных основ мероприятий по максимальному сокращению его отрицательного воздействия (головная организация – Совет по изучению производительных сил – СОПС АН УзССР). Из перечня направлений исследований видно, что они все подчинены одной цели – разработке научных основ мероприятий, направленных на уменьшение или ликвидацию нежелательных и отрицательных экологических и социально-экономических последствий снижения уровня моря. Работы по оценке и прогнозу изменений природной среды и экосистем Приаралья (подзадание 05.14.Н2) были чрезвычайно ответственны: выводы и рекомендации, которые сделаны или еще сделают, будут положены в основу решений по следующему заданию (05.14.Н3) и обеспечат решение проблемы в целом. Именно в рамках задания Н2 предстояло решить судьбу Аральского моря: сохранять его как самостоятельный водоем или рекомендовать создание системы гидрографически связанных между собой сбросных и проточных водоемов. Цели, задачи, рабочая гипотеза и общая методика исследований работ по заданию 05.14.Н2 были сформулированы Институтом географии АН СССР и согласованы с институтами-соисполнителями. Эта программа включала решение нескольких первоочередных задач (Городецкая и др., 1979): * изучение современного, связанного с падением уровня Аральского моря, состояния среды Приаралья и выявление происходящих здесь изменений климатических, гидрологических, геоморфологических, гидрогеологических, почвенных, геоботанических условий и животного мира, а также пастбищных угодий; * изучение закономерностей становления природных комплексов и развития природных процессов на обсыхающей поверхности дна Аральского моря в условиях продолжающегося снижения его уровня, связанного с использованием в народном хозяйстве водных ресурсов Средней Азии и Казахстана; * прогнозирование дальнейших изменений природной среды и научное обоснование мероприятий по максимальному предотвращению отрицательных природных последствий падения уровня моря путем управления его режимом. В итоге работ 1976-1980 гг. должны были быть разработаны: * научно обоснованный прогноз изменений основных компонентов природной среды в системе «бассейн – Аральское море»; * научные основы мероприятий по максимальному предотвращению отрицательных последствий падения уровня моря; * научные основы управления режимом моря, обеспечивающие минимальное проявление нежелательных последствий падения уровня моря. В решении задач, поставленных в Программе по заданию ГКНТ 05.014, приняли участие более 20 научно-исследовательских и научно-производственных организаций. При составлении программы исследований в Приаралье был реализован территориальный ландшафтно-экологический подход, исследования планировались в границах конкретных ландшафтных районов в пределах союзных республик Узбекистана и Казахстана (рис. 5). Получилось так, что северо-восток и восток Приаралья попадали в зону исследований Казахстана, а запад и юг – Узбекистана. Специфика выполнения подзадания 05.14.Н2 состояла в необходимости проведения согласованных по времени полевых исследований методом комплексных полустационарных наблюдений на профилях (створах), что позволяло получать как качественные, так и количественные данные, характеризующие состояние различных компонентов в пространственно-временном аспекте. С этой целью по единой методике профили (створы) были заложены в разных природных условиях Приаралья: на юге, в пределах дельты

Амударьи (три створа вдоль проток), на западном побережье – на плато Устюрт, на юго-востоке и востоке – в пределах Акпеткинского архипелага, на широте бывшего острова Уялы, в Приаральских Кызылкумах, в дельте Сырдарьи и на севере – западнее Аральска. Кроме изменений компонентов природной среды на профилях должно было проводиться изучение изменения круговорота веществ и энергии в системе «бассейн – Аральское море». В ходе исследований по заданию ГКНТ и после их завершения, центр проектно- изыскательских работ по проблеме переместился в республики Казахстан и Узбекистан. В Казахстане с этой целью при Академии наук КазССР была создана специальная Комиссия по проблеме Аральского моря под руководством чл.-корр. КазССР, профессора В.М. Боровского. В задачу Комиссии входило составление программ и планов, всестороннее обсуждение результатов исследований и утверждение рекомендуемых практических мероприятий по различным аспектам проблемы. Такая Программа научно- исследовательских и изыскательских работ по изучению современного состояния и прогнозу изменений природной среды и экосистем территории в связи с усыханием моря была составлена и включила актуальные вопросы природопользования, экологии и социально- экономического развития казахской части Приаралья. К выполнению Программы были привлечены более 15 научно-исследовательских и проектных институтов Казахстана. Координацию работ осуществлял Совет по изучению производительных сил АН КазССР. Для проведения полевых, камеральных и лабораторных работ распоряжением Президиума АН КазССР от 16 июня 1977 г. была организована Аральская комплексная экспедиция. По результатам предварительных полевых исследований в 1976 г. институтами- участниками проекта была подготовлена работа «Влияние снижения уровня Аральского моря на окружающую среду» (1979), в которой были приведены первые фактические данные, характеризующие грунтовые воды, особенности строения и формирования рельефа, почвенного покрова, галогенеза, формирования растительности, характеристику фауны и изменения животного населения обсыхающей части дна Аральского моря. Исследования всех специалистов проводились организованно на инструментально проложенных створах (профилях), расположенных в разных ландшафтных условиях восточной и северной частей обсыхающего моря (рис. 8). Все профили располагались перпендикулярно береговой линии моря, пересекали всю осушенную полосу моря, террасы и выходили на поверхности, никогда ранее не затоплявшиеся морем (Городецкая и др., 1979). Полустационарные наблюдения на этих профилях положили начало комплексным исследованиям, продолженным в последующие годы в режиме мониторинга. В этой книге В.П. Богачев с соавторами (Богачев и др., 1979) впервые высказывает мнение о том, что судьба Арала не может быть решена только чисто экономическими расчетами, т.к. его бассейн представляет собой огромный природный комплекс со сложной структурой связей, процессов и явлений. Было высказано и сомнение в отношении прогноза о галогеохимических особенностях обсыхающего дна моря, высказанного в работе С.Ю. Геллера (1969). Проведенные в 1976 г. натурные наблюдения не подтвердили представленную им последовательность выпадения солей и появление галита, щитом покрывающего поверхность и предотвращающего солепылевынос на прилегающие территории. В качестве доказательства реальных последствий падения уровня авторы приводят количественные характеристики высокого засоления и химизма солей грунтов обсохшего дна, а влияние выноса солей оценивалось на основании данных о выпадении засоленных атмосферных осадков в Приаральском Устюрте (0.32 г/л). Таким образом, вопрос изучения выноса солей воздушным путем с обсыхающего дна моря, его качественно- количественных характеристик, направлениях выноса, в данных работах получил обоснование как один из

важнейших и необходимых для включения в программы исследований, так же, как и последствия этого выноса для пустынных пастбищ и оазисов. **Рис. 8.**Схема расположения профилей (створов) для организации наблюдений в режиме мониторинга на восточном побережье Арала (Влияние снижения …, 1979). _Условные обозначения:_ 1 – гидрометеорологические станции; 2 – положение береговой линии по состоянию на 1979 г.; 3 – профили (створы) для проведения комплексных наблюдений: II-II – Карабулакский, II-III – Казалинский, IV-IV – Казалинский, V-V – Кызылкумский. **Fig. 8.**Layout of profiles (lines) for the organization of observations in the monitoring mode on the Eastern coast of the Aral sea (Влияние снижения …, 1979). _Legend:_ 1 – hydrometeorological station; 2 – position of the coastline as of 1979; 3 – profiles (sections) to undertake comprehensive observations: II-II – Karabulaksky, II-III – Kazalinsky, IV-IV – Kazalinsky, V-V – Kyzylkumsky. В книге (Влияние снижения …, 1979) отмечалось, что следует непременно изучать последствия падения уровня моря и для диких животных Приаралья, часть из которых представляет промысловую ценность, и для тех, которых не учли при экономических подсчетах в 1970 г. в Докладе. Раздел по почвенному покрову, подготовленный Т.Ф. Некрасовой и Р.Х. Киевской (1979), имел целью представить данные о развитии процессов почвообразования на обсохшем дне моря за весь период их субаэрального развития, обратить особое внимание на миграцию солей и оценить перспективу их сельскохозяйственного использования. В соответствии с поставленной целью, в разделе приведено описание почвенных разрезов в разных ландшафтных условиях обсохшего дна, проиллюстрированное данными лабораторных анализов проб, отобранных на определение запаса и валового состава солей, их химического (ионно-катионного) состава, содержание гумуса и биогенных элементов (азота и фосфора). Обобщающий вывод из этого раздела краток и констатирует то, что эволюционное развитие почв ЮВ побережья Аральского моря существенно отличается от СВ, что связано с различиями литологического состава отложений – глинистых на севере и песчаных на юге, а также с характером их засоления. В почвах Кызылкумского профиля (створа; рис. 8) отмечается снижение концентрации солей в поверхностном слое от береговой полосы к коренному берегу. На северном Карабулакском створе картина оказалась обратной. На южном створе грунтовые воды имели более близкое залегание к поверхности, более высокую минерализацию (42-91 г/л) и процессы солеобмена протекали более активно, в солевом составе увеличивалось содержание гипса, затем карбонатов. На северном створе минерализация грунтовых вод ниже (24-37 г/л), в почвах преобладали хлориды натрия. Таким образом, анализ полученных данных показал наличие двух резко отличающихся ландшафтных районов на северо-востоке Аральского моря по галогеохимическим условиям, процессам почвообразования и формирующимся почвам. Результаты геоботанических исследований, изложенные Л.Я. Курочкиной и Н.Ф. Можайцевой (1979), включили характеристику коренных растительных сообществ Приаралья, описание формирования первичных сообществ и направление смен на всех створах. Пространственный ряд описывался от уреза воды через обсохший участок дна моря вглубь суши. Отмечалось, что общая направленность смен растительных сообществ при отступании моря, характерна для всех створов: пионерная растительность, представленная однолетними галофитами семейства маревых, характеризующимися нитрофильностью, со временем сменяется типичными пустынными растительными группировками. На Карабулакском створе эволюция почвенно-растительного покрова шла по пути формирования галофильных сообществ и такырных почв; для Кызылкумского створа было характерно формирование песчаной пустынной растительности на побережье 60-х годов и галофильной – на обнажающемся дне. На створах III-III IV-IV (рис.

8), примыкающих к дельтовой равнине Сырдарьи, отличительной особенностью было наличие дополнительного экологического ряда от приморских тростников через луговые солончаки с галофильной луговой растительностью к солончакам и такыровидным почвам под гало-ксерофильной и ксеро-галофильной растительностью. Сделан вывод, имеющий принципиальное значение – пространственный ряд не являлся временным. В эти исследования по изучению опустынивания в Приаралье впервые были включены работы по изучению фауны, формирующейся на обсохшем дне моря. Исследования показали (Мазин, 1979а), что ее ядро представлено фоновыми видами коренного берега: типично пустынными видами песчанок, тушканчиков, домовой мыши и серого хомячка. Изменение животного мира в связи с падением уровня моря связывалось с развитием ряда процессов (Афанасьев, Кенесарин, 1979): 1) повышения доступности человеком мест обитания животных, ранее защищенных обширными плавнями; 2) увеличения минерализации морской воды, становящейся непригодной для питья животных, обитающих на побережьях (кабана) и способных к миграции (джейрана); 3) обеднения растительности прилегающих пустынь видами, служащими кормом для диких животных; 4) ухудшения условий обитания в дельте в связи с исчезновением зарослей тростника, что привело к снижению численности кабана и фазана, барсука, камышового кота, а также хищников (лисицы, шакала, а также волка); 5) высыхания дельтовых озер, приведшего к снижению общей рыбопродуктивности района, сокращению численности водоплавающих и болотных птиц; 6) изменения на Устюрте состава и численности животных и насекомых (в связи с микроклиматическими изменениями), снижения биопродуктивности прибрежных участков. Таким образом, были прослежены цепочки экологических связей в сообществах в разных районах Приаралья. В заключении к сборнику В.М. Боровский (1979) признал, что проблема Аральского моря – прежде всего, экологическая, требующая комплексного системного подхода на всех этапах планирования, организации, проведения работ и, особенно, на стадии обобщения материалов; комплексные исследования и прогноз отличаются от частных исследований и необходима разработка новых подходов, критериев и показателей для оценки состояния и изменений. В.М. Боровский считал принципиальным, что при прогнозировании развития природных комплексов необходим дифференцированный подход, учитывающий особенности конкретных природных районов и ландшафтов, что необходимо подключить медико-географические и зоо-эпидемиологические исследования с целью изучения и своевременного выявления формирования естественных очагов опасных инфекционных заболеваний на вновь образующейся территории. Площадные картографические исследования должны были преследовать цель получения информации в двух основных направлениях: 1 – характеристики, которые можно использовать для площадной экстраполяции и экстраполяции во времени – прогноза; 2 – данных природно- мелиоративных условий для разработки и обоснования практических мероприятий по максимальному предотвращению отрицательных последствий и рациональному использованию природных ресурсов. В этот период 1976-1980 гг. результаты исследований по Программе Аральского моря и Приаралья обсуждались на совещаниях и Всесоюзных научных конференциях, которые имели место в Алма-Ате в декабре 1977 г. («Второе координационное совещание по изучению влияния на окружающую среду и оценке социально-экономических последствий снижения уровня Аральского моря»), в Москве в ноябре 1979 г. («Научные основы мероприятий по предотвращению отрицательных последствий снижения уровня Аральского моря»), в Нукусе в декабре 1980 г. (выездное заседание Президиума АН УзССР в форме конференции «Проблемы Аральского моря и дельты Амударьи») и др. Именно в этот период произошло изменение отношения к

парадигме максимального использования водных ресурсов Средней Азии на орошение, вплоть до полного их исчерпания, и необходимости осуществления переброски вод сибирских рек. И, как основание для принятия решения по этому вопросу, – стала обосновываться необходимость в разработке ТЭДа (Технико- экономического доклада) по Аральской проблеме. К сожалению, в открытой печати заслушанные на конференциях доклады не были опубликованы. Мы об этом знаем только по кратким информационным сообщениям. Полное представление о достигнутых результатах по Аральской проблеме в эти годы дает журнал «Проблемы освоения пустынь» (1979, № 2), издававшийся в Ашхабаде (Республика Туркменистан), где находился центр по борьбе с опустыниванием и Институт пустынь АН ТуркмССР, силами которого раз в два года проводились научные конференции по текущим проблемам освоения и охраны пустынь. К этому времени прошли уже три года исследований по Программе ГКНТ. 14-16 декабря 1977 г. на координационном совещании были заслушаны и обсуждены вопросы методического характера, рабочая гипотеза выполнения задания и предварительные результаты конкретных исследований. К 1979 г., за год до окончания работ по Программе ГКНТ, уже были получены ответы на многие вопросы, возникшие при постановке исследований в её рамках (Влияние снижения …, 1979), для обсуждения которых ранее недоставало фактического материала, и эти результаты были опубликованы. В журнал «Проблемы освоения пустынь» (1979) были включены материалы и других исследователей. Вступительная статья, подготовленная директором Института пустынь, академиком А.Г. Бабаевым (1979), была посвящена охране природы Аральского бассейна, Из нее следовало, что он считает этот вопрос делом государственной важности. Отмечая возросшую актуальность проблемы охраны в условиях освоения природных ресурсов пустынь, Агаджан Гельдыевич признал, что решение этой проблемы надо понимать как рациональное природопользование, и предупреждал, что в период бурной научно-технической революции антропогенное воздействие на природу становится необратимым, поэтому не следует обольщаться сегодняшней выгодой и эффективностью, надо думать о возможных отрицательных явлениях, которые могут возникнуть, т.к. потери невозместимы, то, что совершено, – непоправимо. Он высказал нетривиальную мысль, что в биологическом отношении море погибнет раньше, чем высохнет. Для него не было сомнения в том, что основная причина Аральской проблемы – расширение орошения, но он все еще полагал, что эта проблема может быть решена с помощью вод, привлекаемых извне. В этом номере журнала большая часть статей (Барыкина и др., 1979; Ишанкулов и др., 1979; Грязнова, 1979; Малайсаров, Ледяйкина, 1979; Мазин, 1979б; Вухрер, 1979; Некрасова, 1979б; Кабулов, 1979) посвящена итогам комплексных исследований на створах (топо- экологических профилях) и представляет собой бесценный материал полевых работ, выполненных по единой методике, с предварительным анализом и прогнозом пространственно-временного развития компонентов природных комплексов и процессов. В отличие от этих работ статья, представленная Л.Я. Курочкиной с соавторами (1979) представляет собой научно-теоретическую поисковую разработку актуального вопроса об определении границ воздействия снижения уровня моря на окружающую среду. Анализ существующих публикаций, выполненных авторами статьи показал, что внешняя граница воздействия моря на прилегающие территории разными исследователями проводится на расстоянии от 20-30 до 100 км. Они предложили свой принцип выделения границ и разработали картосхему, на которой выделили зоны и пояса разной силы воздействия (рис. 9), и таким образом, определили глубину воздействия падения уровня моря на прилегающие территории. В статье В.М. Боровского и Н.Т. Кузнецова (1979) рассматриваются различные аспекты и возможности использования вод

сибирских рек в объеме 11 км3/год для решения проблемы Арала. В основном это – стабилизация падения уровня моря и, таким образом, косвенным путем решение проблемы опустынивания в Приаралье, в том числе выноса солей с обсыхающего дна, решения природоохранительных задач, социально-экономических вопросов. Никаких количественных расчетов не было дано. Представляется, что цель статьи – обосновать необходимость разработки ТЭДа (Технико-экономического доклада) по проблеме Аральского моря. В ТЭДе по мнению авторов предлагалось рассмотреть: 1) изменения природной среды Приаралья и социально-экономические последствия падения уровня Арала при условии поступления в него использованных в народном хозяйстве вод среднеазиатских рек; 2) возможности уменьшения опустынивания при переброске части стока сибирских рек, представленных в виде конкретных мероприятий, призванных ослабить опустынивание, вызванное падением уровня Аральского моря. Таким образом, можно считать, что этот номер журнала Проблемы освоения пустынь представляет собой уникальное собрание результатов и выводов из исследований, проведенных в период 1976-1979 гг. Несмотря на еще остающиеся надежды на привлечение стока сибирских рек, в научных кругах постепенно сформировалось понимание необходимости, прежде всего, наведения порядка в мелиоративном хозяйстве в бассейне Аральского моря, экономии воды и сохранении ее качества при использовании в орошаемом земледелии, необходимости комплексного переустройства и реконструкции оросительных систем, совершенствовании способов и техники полива, очистки дренажных вод, обеспечении населения Приаралья качественной водой. **Рис. 9.**Зоны и пояса влияния снижения уровня Аральского моря и процесса усыхания дельт рек на окружающую природную среду (Курочкина и др., 1979). _Условные обозначения_: А – дельтовая зона, пояса: _а_– активного проявления, _б_– пассивного проявления, _в_– отсутствие гидродинамического воздействия дельтовых проток; Б – приморская зона, пояса: _а’_– ближайшего, _б’_– ближнего, _в’_– дальнего, _г’_– сверхдальнего воздействия. **Fig. 9.**Area and zone of influence of decrease in level of the Aral sea and the process of drying up of the river deltas on the environment (Курочкина и др., 1979). _Legend_: A – Delta zone, belts: _a_– active manifestation, _б_– passive manifestation, _в_– in-the absence of hydrodynamic effects of Delta ducts; Б – coastal zone, belts: _a’_– nearest, _б’_– near, _в’_– far, _г’_– ultra-far impact. Основные итоги работ по проблеме Аральского моря и антропогенного опустынивания Приаралья в рамках государственной программы с 1976 по 1980 гг., были изложены И.П. Герасимовым (Герасимов и др., 1980). Он справедливо отмечал, что в результате этих исследований были собраны обширные и разносторонние, иногда уникальные материалы. Были восстановлены основные этапы голоценовой истории Арала, охватывающие последние 5 тысяч лет (Кесь, 1991; Маев и др., 1983; Рубанов, 1982), получены новые данные о природе Приаралья и тенденции ее изменения (Ахмедсафин и др, 1981, 1983; Богданова, Кабулов, 1980; Боровский, 1978; Боровский, Корниенко, 1979; Кабулов, 1979, 1984; Кувшинова, 1980; Курочкина, 1979; Кузнецов, 1986; Можайцева, 1975 и др.), о формировании почвенного покрова на обсохшем дне моря и трансформации почв в дельтах (Некрасова, 1979а; Жоллыбеков, 1983, 1987; Можайцева, Некрасова, 1984), зарастании обсохшего дна моря и динамике растительности в дельтах (Боровский и др., 1983; Бахиев, 1979; Бахиев и др., 1977; Вухрер, 1979; Кабулов, 1979, 1984; Кабулов, Новикова, 1982; Курочкина, 1979; Курочкина, Макулбекова, 1984; Курочкина, Можайцева, 1979; Макулбекова, 1979 и др.), закономерностях ландшафтообразования на обсохшем дне моря (Ишанкулов и др., 1979; Киевская, 1979, 1983; Можайцева, 1979; Жалгасбаев и др., 1980; Рафиков, 1982, 1984). Впервые получены натурные данные об очагах накопления солей, их ветрового выноса с обсохшей части моря (Богданова, Костюченко,

1977, 1978; Бельгибаев, 1981; Бельгибаев и др., 1983; Григорьев, Липатов, 1979, 1982; Духовный и др., 1984; Костюченко, 1979, 1984; Костюченко, Богданова, 1979). Были сделаны попытки определить границы воздействия Аральского моря на разные компоненты природных комплексов (Барыкина и др., 1979; Курочкина и др., 1979). Особое внимание было уделено оценке состояния и изменению природной среды дельт Амударьи и Сырдарьи, где вызванное снижением моря антропогенное опустынивание усиливалось ликвидацией естественной обводненности, связанной с сокращением разливов речных вод из-за сокращения притока воды и врезанием русел рек (Бахиев, 1979, 1985; Бахиев и др., 1977; Жалгасбаев и др., 1981; Жоллыбеков, 1983, 1987; Киевская, 1979, 1983; Киевская и др., 1980; Корниенко и др,, 1983; Некрасова, 1979б; Новикова и др., 1981; Рафиков, Тетюхин, 1981; Чалидзе, 1973). Большую работу по оценке медико-санитарной обстановки в ряде районов Приаралья провели специалисты Минздрава КазССР и др. Однако результаты исследований остались разрозненными, не было сделано крупного комплексного обобщения. В то же время собранные данные об изменениях природной среды были очень важны, они послужили основой для комплексной оценки социально-экономических последствий снижения уровня Аральского моря. Произошедшие изменения природной среды Арала и Приаралья к этому времени оказались более серьезными, чем это предполагалось в начале исследований по проблеме. В докладе признавалась целесообразность использования сибирских вод для поддержания уровня моря и снижения экологической напряженности, были намечены возможные пути их использования (рис. 10). В 1980 г. на совещании в ГКНТ было принято решение о составлении технико- экономического доклада по проблеме Арала и дано поручение Союзгипроводхозу подготовить его к 1985 г. Одновременно ГКНТ дал задание на проведение научно- исследовательских работ «Исследовать воздействие водохозяйственных мероприятий на режим Аральского моря и связанные с падением его уровня социально-экономические процессы развития Приаралья. Разработать научные основы и мероприятия по рациональному использованию и охране природных ресурсов в условиях антропогенного опустынивания Приаралья». Головной организацией по проведению этих исследований был назначен Институт географии АН СССР. Основываясь на результатах проведенных комплексных специальных наблюдений, полученных по заданию ГКНТ, Институт географии АН СССР при участии СОПС Госплана СССР и Союзгипроводхоза в 1983 г. подготовил и передал в плановые органы и ЦК КПСС «Докладную записку по вопросу деградации экосистем Аральского моря, дельт Амударьи и Сырдарьи и антропогенном опустынивании Приаралья, вызванном безвозвратным изъятием стока среднеазиатских рек с целью интенсификации орошаемого земледелия». В этом материале были отражены результаты всех организаций и учреждений – соисполнителей этого задания, было показано, какие изменения произошли в Приаралье, как они оцениваются, и какова концепция и основные мероприятия, направленные на решение этой проблемы (Герасимов и др., 1983). В качестве основной причины падения уровня моря названа интенсификация орошаемого земледелия в Средней Азии и Южном Казахстане, в результате чего в результате безвозвратного изъятия речного стока только в 1961-1975 гг. море недополучило 215 км3 воды при среднем многолетнем питании 56.4 км3. Начиная с 1970 г. в отдельные годы в Аральское море уже не поступают воды реки Сырдарьи, а после 1985-1990 гг. прогнозировалось прекращение и стока по Амударье. В докладе впервые говорится о том, что снижение уровня Аральского моря и обсыхание речных дельт привели к развитию антропогенного опустынивания и необратимой кризисной экологической ситуации в Приаралье и негативным социально-экономическим последствиям. Для решения возникших проблем считалось необходимым проведение

ряда комплексных научно- исследовательских работ, плановых, экономических и социальных мероприятий. Их перечень приводился в специальном разделе – Технико-экономическом докладе (ТЭДе). Основой для определения состава мероприятий в ТЭДе являлся разрабатываемый научный прогноз географических изменений природной среды Арала. Н.Ф. Глазовский (1990) считал, что, несмотря на ограниченность рассмотренных вопросов и дискуссионность отдельных положений, докладная записка представляла собой первое достаточно полное и авторитетное заключение о существе проблемы Аральского моря и Приаралья. Учитывая важность содержания записки, автором данной статьи материалы в конспектном изложении представлены здесь в виде таблицы (табл. 5). **Рис. 10**. Использование вод сибирских рек для ослабления опустынивания в Приаралье (Герасимов и др., 1980**).****Fig. 10.**Use of waters of Siberian rivers to mitigate desertification in the Aral sea region (Герасимов и др., 1980). В это же время по проблеме Арала существовало иное мнение, которое было высказано в связи с появлением докладной записки в ответе на нее, министром мелиорации и водного хозяйства Н.Ф. Васильевым и в приложенном к нему отзыве ВАСХНИЛ, подписанном президентом и рядом академиков этой академии. Принципиальное положение отзыва сводится к тому, что противопоставление развития орошаемого земледелия в бассейне Аральского моря возникшей проблеме разрушения природных комплексов и собственно моря – дело антигосударственное. Причины падения уровня моря, по мнению авторов отзыва, следует связывать с наступлением сверхострозасушливых лет и сверхинтенсивной антропогенной деятельностью на пустынных пастбищах и на Устюрте. Авторы этого отзыва отметили, что хотя записка и является итогом научно-исследовательских работ, но содержит ряд необоснованных и предвзятых суждений и рекомендаций, которые неправильно отражают существо важной народохозяйственной проблемы и не дают каких-либо конструктивных предложений по улучшению экосистем Аральского региона. В ответ на это официальное заявление последовало мнение специалистов, непосредственно вовлеченных в Аральскую проблему, из СОПС АНУзССР. Выраженное в их отзыве, было противоположным и в нем было сказано, что докладная записка является исключительно важным документом, в котором проявилась обеспокоенность за судьбу региона. Авторы этого отзыва на конкретных примерах показали некомпетентность авторов отзыва ВАСХНИЛ по существу затронутых вопросов (Глазовский, 1990; Кузнецов, 1986). С течением времени в исследованиях по Аральской проблеме усиливалось конструктивное направление – работы, в которых делались попытки обоснования мероприятиий по использованию речных вод для экологических целей и решения природоохранных вопросов. В первую очередь обсуждались объемы санитарных попусков, т.к. предполагалось, что в перспективе в дельты речная вода будет поступать только для этих целей. Так, В.А. Духовный с соавторами (1984) рассчитали, что в дельте Амударьи и прилегающей к ней обсохшей аванделъте воды санитарных попусков могут быть использованы для рисосеяния в объеме 3 км3/год, и еще 5 км3/год вод коллекторного стока могут быть использованы для решения природоохранных вопросов. Именно такое количество воды расходовалось в дельте природными экосистемами в 1960-е годы. В то же время в научных публикациях началось обсуждение вопроса о предельно допустимых (критических) уровнях антропогенных нагрузок на экосистемы и основные компоненты ландшафта. В развитие дискуссии по этому вопросу в работе И.А. Клюкановой и Е.Н. Минаевой (1986) было рассчитано, что санитарные попуски для дельт рек Амударьи и Сырдарьи на перспективу 2000 г. должны быть в объеме соответственно 3.0 и 1.6 км3 в год. Одновременно было подсчитан сток биогенных веществ, в поступающем вместе с

водой в твердом стоке, необходимый для поддержания почвенного плодородия. Как раз на 1980-е годы приходится минимальный приток речных вод к морю. В 1980 г. сток Сырдарьи был практически равен нулю и обсуждение этих вопросов было актуально. Как теперь стало известно (Глазовский, 1990), при первых признаках осознания общественностью проблем, возникающих при гидромелиорации и, особенно, при территориальном перераспределении стока, всякое открытое обсуждение этих проблем было запрещено, а публикации, в которых рассматривались эти проблемы, ограничивались и могли выходить только в закрытой печати. Такая же судьба постигла и Докладную записку. Общественного обсуждения ее не было. Как реакция на ее появление, в апреле 1985 г. прошел Пленум ЦК КПСС, и в его решении было записано требование нового подхода к проблеме Арала, включающего не только ясное изложение целей, но и способов их достижения. **Таблица 5.**Произошедшие к 1983 г. и ожидаемые изменения в связи с проблемой Аральского моря и мероприятия по борьбе с антропогенным опустыниванием (составлена на основе работы И.П. Герасимов с соавторами (1983)). **Table 5.**Expected changes in connection with the Aral sea problem and measures to combat anthropogenic desertification by 1983 (by Герасимов и др., 1983). **До падения уровня моря****Изменения к 1982****Оценка****Прогноз** **_Море_**– **_Деградация экосистем Аральского моря_** Физические параметры: Уровень 53.0 м н.у.м. БС Площадь 66 тыс. км2 Объем воды около 1000 км3 Минерализация около 10‰ Микроорганизмы Пресноводные и пресноводно- солоноватоводные организмы фито- и зоопланктона Рыбы: 20 видов, в т.ч. 12 промысловых Физико-химические процессы: Осаждение карбонатных солей из морской воды Грунтовые воды Горизонт ранее не существовал— снизился на 8.4 м — сократилась почти на 25%, приращение суши более 15 км2 — уменьшился почти на 50% более чем на 430 км3. — возросла почти в 2 раза, до 17-18‰. Численность микроорганизмов снизилась в 1.5 раза. Уменьшение биомассы бактерий – около 30%. Биомасса и численность фитопланктона сократились в 3-5 раз. Произошла замена более солелюбивыми формами. Обсыхание нерестилищ, уменьшение кормовой базы, нарушение воспроизводства. Замена на сульфат натрия (мирабилит), при обезвоживании легко выносимый ветром на прилегающие территории Приток к морю 50 млн. м3/год, поступает около 1.1 млн. т/год солей Снижение уровня моря и изменения дельт привели к деградации экосистем и кризисной экологической ситуации в Приаралье. Экологические изменения необратимые – антропогенное опустынивание, негативные социально-экономические последствия.К середине 90-х годов приток вод к Аральскому морю прекратится; уровень упадет ниже 40 м н.у.м БС. Соленость морских вод достигнет 28.5‰, а к 2000 г. превысит эту величину. Исчезнет аборигенная морская флора и фауна и акклиматизанты. После 2010 г. начнется интенсивное осаждение сульфата натрия; ориентировочно выбросы с поверхности обсохшего дна могут составить около 100 тыс. т/год. **Что делать?**Необходимо: неотложное проведение, комплексных научно-исследовательских плановых, экономических и социальных мероприятий для ослабления уже происходящих и неизбежных в дальнейшем негативных последствий процессов опустынивания. Основой для проведения является разрабатываемый научный прогноз географических изменений природной среды Арала и Приаралья. **До падения уровня моря****Изменения к 1982****Оценка****Прогноз** **_Обсыхающее дно_** Обсыхающего дна не было Выделяется **6**этапов развития почв и растительности, различающихся взаимосвязями почвообразующих факторов. **1 и 2 этапы**. Переформирование маршевых солончаков в приморские с редкой солянковой растительностью. На 1980 г. площадь под приморскими и маршевыми солончаками на казахстанской части обсохшего дна составила 217 тыс. га с запасами солей в слое 0-30

см –14.6 млн.т и 0-100 см – 32.6 млн. т. **3 этап**наступает на 3-4 год после обнажения дна. Поверхность иссушается, навевается песчаный чехол (до 30 см), внедряются пустынные ксерофиты. **4 этап**– переходный этап к началу формирования пустынных биогеокомплексов. Наступает на 4-5 год на песчаных грунтах и на 5-7 год на глинистых и суглинистых. Навеянный песчаный чехол до 50 см, развиваются пустынные песчаные почвы в комплексе с солончаками. Внедряются ксерофиты-многолетники. **5 этап**. Предпосылки к формированию пустынных ландшафтов на 10-11 год после обсыхания. Для почв характерно рассоление. На песчаных грунтах идет эоловая дефляция и аккумуляция, на тяжелых – отакыривание. **6 этап**. На 14-16 год после обсыхания происходит опустынивание ландшафтов и устойчивое сезонно-необратимое рассоление.Не оправдался прогноз в отношении первоначального зарастания сочными кормовыми солянками. Урожайность однолетних галофильных сообществ в 1977 г. была 2.7 ц/га, в 1978 увеличилась до 24.4 ц/га, затем снова упала. Формирование и развитие природной среды на обсыхающем дне в конечном итоге приведет к формированию зональных типов почв и растительности. **Опасность.**Произошло развитие пыльных и солевых бурь Накопление солей на осушенном дне происходит за счет капиллярного поднятия минерализованных грунтовых вод глубиной 0-3 м, минерализацией от 50 до 100 г/л. Пыльные бури начали формироваться после 70-х годов. Сейчас за год в теплое время года проходит 6-9 бурь. Зона выноса распространяется в основном на запад и юго-запад на расстояние 300- 450 км от очага зарождения.В 1990, 1996, 2000 гг. формирование растительности будет зависеть от литологии осадков, скорости обсыхания, водного режима, засоления грунтов. Пространственный ряд не будет соответствовать временному. К 2000 г. на обсохшем дне моря будут преобладать солончаки маршевые, приморские, соровые первого и второго этапов развития. Их площадь составит 480 тыс. га. К 1990 г. количество солей, остающихся в зоне аэрации на обсохшей территории, составит 2.4 млн. т/год, а к 2000 г. – около 4.1 млн. т/год. После 2000 г. в выносе солей будет преобладать мирабилит. Его выбросы составят около 100 тыс. т/год. **До падения уровня моря****Изменения к 1982****Оценка****Прогноз** **_Опустынивание в Приаралье_** Микроклиматическое влияние моря распространялось на расстояние до 150- 200 км.Опустынивание зональных комплексов Приаралья контролируется изменением гидрогеологических условий и микроклиматической обстановки. Снижение уровня грунтовых вод распространяется от берега моря, где достигло 5-6 м, далее, вглубь суши на расстояние до 60- 80 км. Повышение весенних и летних температур и понижение осенних и зимних.Сокращение площади Арала будет способствовать усилению континенталь- ности климата Приаралья Ослабление влияния моря приведет к повышению температуры июля на 2- 2.5оС, понижению температуры января на 1-2°С. Ожидаются более поздние весенние заморозки и более ранние осенние. Сокращение площади Арала будет способствовать усилению континентальности климата: безморозный период сократится до 170-180 дней. Теплообес- печенность в теплое время года увеличится на 200-300°. Изменение влажности воздуха будет существенным в теплый период и малозаметным – в холодный. Изменение растительности будет определяться выпадением видов, связанных с изменениями среды. Возможна гибель животных, использовавших морскую воду для водопоя. **_Опустынивание в дельтах Амударьи и Сырдарьи_** Раньше вдоль речных русел протягивались полосы, занятые аллювиально-луговыми почвами под тугайными лесами и гидро фильной растительностью, использовавшими пресные речные воды, которые фильтровались в борта русел. Большая часть территории заливалась высокими паводками на срок до 3-6 месяцев. Паводковые разливы вымывали соли из почв, которые накапливались в

межпаводковый период. Между руслами располагались луга, пашни, а в понижениях рельефа – озера и болота, густо заросшие тростником. В дельте Амударьи до 60-х: _заросли тростника_ площадь – 600 тыс. га, урожайность – 40 т/га. _Тугаи,_ площадь – 1300 тыс. га _Сенокосы_: площадь 420 тыс.га, урожайность – 15-40 ц/га _Пастбища_: площадь 728 тыс.га урожайность 145 ц/га Обитало ценных животных – 173 вида Прекращение разливов и уменьшение речного стока в Аральское море привели к необрати- мым последствиям: погибают тугайные комп- лексы, заливные луга, деградируют и засоля- ются почвы, высыхают озера и болота, а в оставшихся озерах возрастает минерализация воды. Деградация тугаев и тростниковых зарослей повлекла за собой обеднение животного населения, в котором исчезли кабаны, уменьшилось количество фазанов. Сильно размножились грызуны, с которыми связаны вспышки ряда инфекционных заболеваний. К концу 70-х годов _заросли тростника_ имеют площадь 40 тыс. га, урожайность 5 т/га. _Тугаи,_ площадь около 50 тыс. га _Сенокосы_: площадь 75 тыс.га, урожайность 5-16 ц/га _Пастбища_: площадь 145 тыс.га урожайность 1.5-15 ц/га Сохранилось 38 видов.Главная причина деградации дель- товых экосистем – прекращение весенне-летних разливов, обусловленное сокращением притока речных вод к дельтам. **_Экономический ущерб и социальные последствия_** _Море._ Рыболовство в Аральском море (уловы, 320-480 тыс. ц.) Судоходство: _Дельты._ Промысловый лов ондатры 70- 230 тыс. шкурок в год.— прекращено. — прекращено. — нет, разводят фермеры. _Приаралье_: Скотоводство: — снизились надои молока; — потеря поголовья овец, крупного рогатого скота. Социальные проблемы: — необходимо трудоустройство значительной части населения, которая раньше была занята в традиционных отраслях хозяйства (рыболовство, судоходство, охота); — возникли медико-санитарные проблемы населения в связи с ухудшением качества питьевой воды (увеличение минерализации, содержанием химикатов).В начале 70-х годов, оценивая возможный экономический ущерб от усыхания Аральского моря, полагали, что он не превысит 60 млн. руб. в год, включая потери рыболовства и связанные с ним отрасли народного хозяйства (флот, причалы, портовые сооружения, консервные заводы и др.). К 1980 гг. выяснилось, что потери шире, и составляют до 90 млн. руб. в год. **_Борьба с антропогенным опустыниванием_** Все произошедшие и ожидаемые негативные экологические изменения и социально-экономические последствия послужили научной основой для разработки комплекса мероприятий по борьбе с антропогенным опустыниванием Приаралья. Выделяются _неотложные_ и _перспективные_ мероприятия, преследующие решение _общих_ и _частных_ задач. _Общие задачи_ включают: — ослабление и устранение происходящих и возможных неблагоприятных изменений окружающей природной среды; — рациональное развитие народного хозяйства Аральского региона в настоящее время и в перспективе в условиях изменяющейся природной обстановки; — возможность дальнейшей разработки прогноза географических изменений и социально- экономических последствий с тем, чтобы исключить их будущие нежелательные последствия; — сохранение бесценного генофонда растительности и животного мира. _Состав неотложных мероприятий_. Выдвинут различными организациями и учреждениями. Они объединены в 4 группы: 1._Исследовательские и проектно-изыскательские мероприятия_. Направлены на проведение экологического непрерывного мониторинга, включающего системы наблюдения, контроля, географического прогнозирования и управления изменениями окружающей природной среды на территории, где отмечено влияние снижения уровня моря и обсыхание дельт Амударьи и Сырдарьи. В первую очередь следует сосредоточить внимание на экспериментальных работах по фитомелиорации и оценке возможного ветрового выноса солей и их воздействия на растительность.

2._Социально-экономические мероприятия_. Включают изменение текущих планов социально-экономического развития, проведение мероприятий по обеспечению выполнения Продовольственной программы – создание культурных пастбищ, развитие лиманного орошения, строительство озерно-прудовых хозяйств для рыбоводства и др. Ряд неотложных экономических мер, направленных на трудоустройство лиц, лишившихся работы путем создания новых для региона отраслей народного хозяйства. Улучшение медико-санитарной обстановки путем обеспечения населения в дельтах качественной питьевой водой. 3._Водохозяйственные мероприятия_. Складываются из мероприятий, направленных на упорядочение водного хозяйства региона и мероприятий, связанных непосредственно с Аральской проблемой и Приаральем и направленных на сокращение безвозвратного изъятия стока, максимального сохранения воды в дельтах путем строительства щитовых плотин, повышения качества речных вод. Основной путь – корректировка генеральных схем использования речных вод бассейна Амударьи и Сырдарьи. _4._ _Мелиоративные мероприятия_ Первоочередные мероприятия направлены на борьбу с ветровой эрозией путем фитомелиорации обсохшего дня, закрепления наиболее опасных участков защитными пленками и др. средствами. _Перспективные мероприятия_. Концептуальное положение: нет природной и социальной систем, а есть – единая социально-экологическая система. Ее оптимизация возможна только путем разработки перспективных мероприятий, учитывая, что опустынивание Приаралья еще не стабилизировалось, а продолжает поступательно развиваться. Решать проблему следует в рамках создания и разработки целевой научно-технической программы «Арал и Приаралье». Цель этой программы – разработка и осуществление долгосрочных комплексных мероприятий, обеспечивающих выполнение перспективных планов экономического и социального развития Приаралья и сведение к минимуму неопределенности в развитии наиболее нежелательных и необратимых экологических мероприятий. **Третий период**приходится на середину 80-х годов – начало 90-х (1991 г.). К 1987 г. уровень моря снизился до отметки 40 м н.у.м. БС, Малое море отделилось от Большого, шло осмысление полученных экспериментальных данных по Программе ГКНТ, продолжились работы теоретического плана, развивающие представления о географическом прогнозе, мониторинге, закономерностях развития опустынивания в разных ландшафтных условиях, и обо всем объеме экологических последствий усыхания моря. В апреле 1987 г. была создана Правительственная комиссия по экологической ситуации в бассейне Аральского моря, возглавленная Ю.А. Израэлем. Ее выводы не получили широкого освещения, но на основании представленных ею материалов ЦК КПСС и Совет министров СССР в сентябре 1988 г. приняли постановление «О мерах по коренному улучшению экологической и санитарной обстановки в районе Аральского моря, повышению эффективности использования и усилению охраны водных и земельных ресурсов в его бассейне» (1988). Это постановление имеет важное значение как первое практическое решение в отношении Аральской проблемы. Впервые был предложен комплекс мер по оздоровлению природной среды, восстановлению экологического равновесия в Приаралье и роста производительных сил. Для основных мероприятий было установлены количественные показатели: * осуществлять обязательный приток в дельты рек Амударьи и Сырдарьи и в море речных вод в объеме не менее 8.7 км3 в 1990 г.; 11 км3 – в 1995, 15-17 км3 – в 2000; и до 20-21 км3(включая коллекторно-дренажные воды) – к 2005 г.; * в 1988-2000 гг. выполнить реконструкцию оросительных систем на площади 2- * млн. га; переустройство коллекторно-дренажной сети на площади 1.7-1.8 млн. га; * сократить удельное водопотребление на орошение на 15% к концу текущей пятилетки и на 25% – к 2000 г.; * с 1991 г. приостановить строительство новых крупных оросительных

систем в бассейне Аральского моря и одновременно уменьшить ввод в действие запланированных орошаемых земель. Наряду с положительными сторонами постановления, в нем имелось и большое количество недостатков: несогласованность осуществления отдельных этапов; отсутствие выделения приоритетных направлений, ответственных исполнителей и отсутствие адресности выполнения; отсутствие предварительных проработок социально-экономического развития региона на перспективу. Параллельно Академии наук СССР был поручен ряд важных научных исследований, но деньги на их выполнение не были выделены. В частности, было запланировано создание в г. Нукусе (Каракалпакстан, УзССР) нового Института водных и экологических проблем Академии наук СССР. Однако Институт географии АН СССР предложил организовать в Нукусе не институт, а научно- исследовательский и координационный центр «Арал». В его функции необходимо было включить кроме координации формирование научных программ исследований, определение приоритетных направлений, осуществление их финансирования на конкурсной основе, проведение экспертиз научных программ и результатов исследований; подготовку рекомендаций в Верховный Совет СССР и Правительство, направленных на улучшение экологической и социальной ситуации в Аральском регионе. Это предложение было принято и Научный центр начал создаваться как международная организация при Каракалпакском государственном университете в г. Нукус. Здесь же был организован и активно работает в настоящее время Центр геоинформационных систем и дистанционного зондирования в статусе лаборатории. В 1985 г. в СССР началась «перестройка», и, благодаря ей, изменилась ситуация в научных исследованиях по проблеме Арала. Прежде всего, в связи с демократизацией общества было снято ограничение на публикации и хлынул поток публицистических работ и обсуждений проблемы Арала. Были созданы Узбекский и Казахский Комитеты спасения Арала, ежегодно проходило большое число конференций по этой проблеме. Однако, несмотря на признание серьезности экологической ситуации обществом, научной общественностью страны (СССР), только к 1990 г. государственные органы официально признали, что в Аральском регионе развивается экологический кризис. Этому была посвящена научная конференция, организованная осенью 1990 г. в г. Нукусе (Каракалпакия, Узбекистан), в постановлении которой признавался факт экологического кризиса в Приаралье, порожденного высыханием Аральского моря в результате сокращения притока речных вод. Было признано, что решение проблемы Аральского моря и Приаралья может быть только в результате комплексного решения социальных, экологических и экономических задач и изменения стратегии развития производительных сил всего Среднеазиатского региона. В этот период были опубликованы работы, содержащие обобщение результатов исследований, выполненных по разным направлениям в Аральской проблеме: «Проблема Арала и ландшафты дельты Амударьи» В.А. Попова (1990), «Изменение фитоценозов пустынь при аридизации» С.К. Кабулова (1990), «Изменение почвенного покрова и ландшафтов Южного Приаралья в связи с антропогенным воздействием» Б. Жоллыбекова (1991) и др., и работы, рассматривающей проблему и ее развитие в целом – «Аральский кризис» Н.Ф. Глазовского (1990). Эти и многие другие работы создали научную базу для разработки методики географо-экологического прогноза на основе рассмотрения множества прямых и обратных связей в системе Аральского моря и его бассейна, в свою очередь послужившего основанием для разработки Концепции сохранения и восстановления Аральского моря, в том числе и нормализации экологической, санитарно-гигиенической, медико-биологической и социально-экономической ситуации в Приаралье. Особое место в указанных работах и в

целом для решения Аральской проблемы занимает небольшая по объему (136 с.) книга Н.Ф. Глазовского (1990), в которой на основе комплексного рассмотрения Аральского кризиса обосновывается принципиально новый подход к его решению на основе изменения общей стратегии развития производительных сил Аральского региона. Принципиальные позиции, изложенные в этой книге, в дальнейшем были использованы для разработки концепции решения Аральской проблемы (Основные положения …, 1991). Для разработки мер по восстановлению экологического равновесия в Приаралье и выхода из Аральского кризиса в июне 1990 г. по поручению Верховного Совета СССР и Совета Министров СССР была создана Правительственная Аральская комиссия и объявлен конкурс «Арал» на разработку концепции сохранения и восстановления Аральского моря, нормализации экологической, медико-биологической и социально-экономической ситуации в Приаралье. В конкурсную комиссию поступило белее 200 проектов. Жюри отметило 7 проектов, в которых предложены важные элементы будущей концепции и еще 19 проектов, отличающихся нетрадиционными подходами и оригинальными решениями отдельных вопросов. Для подготовки окончательной версии концепции была создана рабочая группа в составе: академик В.М. Котляков (председатель), Н.Ф. Глазовский, Н.К. Мукитанов, Ч.А. Абдиров, А.Б. Авакян, В.И. Аковецкий, А.Г. Бабаев, С.Н. Бобылев, А.Б. Бахиев, И.И. Бурцев, В.А. Глазовский, Г.С. Гольд, Э.Л. Золотарев, И.И. Искандеров, Л.А. Кузнецов, С.К. Камалов, Л.С. Литвак, Н.Н. Лукьянчиков, С.Ш. Мирзаев, Д.М. Маматканов, И.С. Мураталин, М.Н. Назриев, А.Ю. Ретеюм, У.М. Султангазин, Л.А. Тимощук (ответственный секретарь), В.В. Шабанов, Л.И. Эльпинер. Результаты работы в виде «Основных положений концепции сохранения и восстановления Аральского моря, нормализации экологической, медико-биологической и социально-экономической ситуации в Приаралье» были опубликованы в специальном номере академического журнала (Известия АН СССР. Серия географическая. № 4, июль-август 1991) для обсуждения. В.М. Котляков (1991, стр. 5-7), как главный редактор, выделил ключевые позиции Аральской проблемы и отметил важные моменты в отношении ее решения: «… судьба Арала и Приаралья не может быть отделена от судьбы всего бассейна; «… проблема сохранения моря неразрывно связана с решением всего комплекса природных и социальных проблем Приаралья и не может рассматриваться изолированно» и для ее решения «… нужно новое, в своей основе социальное, мышление. Нужен принципиально новый подход к хозяйствованию во всей Средней Азии». «Существующая система производственных отношений полностью себя дискредитировала … . Ее необходимо не реформировать частично, а полностью изменить. Нужно переходить на реальные рыночные отношения». Владимир Михайлович специально выделил принципиальный момент – для спасения Арала в Концепции не предусматривается переброска воды из других бассейнов, т.к. это вызовет негативные последствия в других районах. Общая стратегия спасения Арала предполагала стабилизацию его уровня на отметке 30 м, а затем – постепенное наполнение. Было рассчитано, что для стабилизации уровня на этой отметке необходимо поступление в море около 30 км3 воды в год, что возможно достичь при реализации предложенной программы реконструкции хозяйства и выполнения ряда мероприятий. В концепции уже не рассматривалась возможность восстановления Арала за счет переброски стока из соседних регионов. Концепция предполагала изменение общей стратегии развития производительных сил и инфраструктуры хозяйства, выполнение комплекса мероприятий, включающих: 1) частичную замену посевов хлопка, ликвидацию потерь сельскохозяйственной продукции, изменение экспортной политики, развитие перерабатывающих и ряда других отраслей народного хозяйства; 2) снижение площадей под рисом; 3) реконструкцию оросительных систем, что позволит не только

получить дополнительные водные ресурсы, но и улучшить экологическую обстановку. Изменение структуры хозяйства позволило бы создать новые рабочие места, повысить жизненный уровень населения. Реализация концепции предполагалась в два этапа: на первом должны были быть решены основные экологические и социальные проблемы и на этой основе созданы необходимые условия жизнеобеспеченности, на втором – было бы восстановление экологического равновесия региона (Основные положения …, 1991). Период проведения исследований по реально существующей Аральской проблеме совпал по времени с работами по проблеме переброски стока, планируемой к осуществлению, и в обоих случаях важная роль отводилось научному прогнозу изменений природной среды, поскольку с самого начала работ по обеим проблемам было ясно, что для принятия ответственных управленческих решений нужен обоснованный научный прогноз. Это стимулировало развитие его теоретической базы и методических положений. Уже на первых шагах работ по проблеме (Доклад …, 1970) они опирались на прогноз количественных значений параметров объема, площади Аральского моря при разных положениях уровня, определяемых расчетным путем на основе имеющейся гипсометрической карты дна моря. Тогда уже было известно, что при отметке около 40 м н.у.м. БС произойдет отделение Малого моря, а при отметке около 33 м н.у.м. БС. Большое море разделится на 2 части. Была сделана попытка просчитать изменение характеристик моря при разном объеме притока речных вод. Наиболее сложным моментом в этих прогнозах оказалось определение времени наступления тех или иных событий, связанных с изменением уровня моря. Как теперь мы можем констатировать, в случае прогнозирования падения уровня моря, реальное событие наступало по времени ранее прогнозируемого. К примеру, по прогнозу снижение уровня к 1985 г. было достигнуто в 1976 г, прогноз снижения уровня к 2000 г. был достигнут уже в 1989 г.¸ на 24 года раньше. Существование восточной части Большого моря по прогнозу оставалось на длительную прспективу, а в реальности эта часть Большого моря полностью обсохла в первый раз в 2009 г., затем вновь появлялась и исчезала. Такая ситуация объясняется тем, что безвозвратное изъятие речного стока нарастало более быстрыми темпами, чем предполагалось. Положительным примером использования в целях прогноза существующих знаний о закономерностях смен растительности и почв на разных формах дельтового рельефа, имеющих разный литологический состав при заглублении грунтовых вод является работа А.А. Рафикова и Г.Ф. Тетюхина (1981) по прогнозированию изменения природных условий низовий Амударьи. Созданный авторами прогноз был представлен в картографическом виде. В этой работе и во всех дальнейших по сути использовалась теория литоморфопедогенеза в дельтах, разработанная В.М. Боровским и представленная в его совместной работе с М.А. Погребинским (1958). Г.С. Куст (1999) развил теоретические представления о стадиях эволюции растительности и почв в дельтах, используя полученные количественные характеристики при изучении опустынивания в дельте Амударьи. Он также представил прогноз в виде картографических материалов. Далее А.А. Рафиков (Rafikov, 1999) составил картографический прогноз развития опустынивания в Приаралье, включая обсыхающее дно моря на несколько временных интервалов: 1961-1973, 1978-1982, 1983-1995. Во всех этих работах в качестве ведущего фактора использован водный: длительность и частота паводкового заливания, глубина залегания и минерализация грунтовых вод. В обобщенном виде представления о закономерностях эволюции дельтового ландшафта даны в работе Н.М. Новиковой (Noikova, 1999), где для основных элементов дельтового рельефа: прирусловых валов и межрусловых понижений выделены три стадии развития: гидроморфная, полугидроморфная и автоморфная, и для каждой приведен основной

источник влаги, почвообразовательный процесс, а также значения положения уровня грунтовых вод, запасов фитомассы, продуктивности и доминирующих видов растений. Представления о динамике растительности на обсохшем дне моря разрабатывалось Л.Я. Курочкиной (Курочкина 1979; Курочкина Вухрер, 1987; Курочкина и др., 1991; 1983); о динамике ландшафтов – М.Ш. Ишанкуловым (Ишанкулов, 1980, 1985; Ишанкулов и др., 1979). Следует сказать, что для исследований в Приаралье существенное значение имело развитие общетеоретических представлений в географии. В это время была опубликована разработка географических прогнозов – одна из наиболее важных и актуальных задач для географической науки. Придавая важность комплексности прогноза, он видел ее в том, что именно географический прогноз рассматривает природу, хозяйство и население во взаимодействии, и более, чем какой-либо другой научный прогноз имеет право определяться как подлинно комплексный. Он отмечал, что на данном этапе современные требования жизни общества определяют необходимость экологизации географической науки, использование экологических знаний и подходов в географических прогнозах и современном мониторинге окружающей среды. Обращаясь к проблеме Арала, Иннокентий Петрович выделял экологические рубежи – два события: 1) – падение уровня моря до отметки 40 м, когда произойдет отделение Малого моря и последующее его высыхание; 2) – достижение минерализации морской воды 40 г/л, когда предполагается смена осаждения карбонатных солей на сульфатные, более подверженные ветровой эрозии. Иннокентий Петрович считал, что после достижения этих рубежей произойдут необратимые изменения, которые явятся переломными во взаимодействии моря и Приаралья, станут причиной изменений природной среды, которые трудно точно предвидеть на основании оценок современных процессов. В этой работе он еще раз отмечал важность выполненных исследований по Программе ГКНТ 1976-1980 гг. и необходимость продолжения систематических наблюдений за изменением природной среды Приаралья (экологический мониторинг) и дальнейшей разработки, детализации и проверки комплексных природных и социально-экономических прогнозов будущей судьбы Аральского моря и региона Приаралья. Он обосновал необходимость рассмотрения в прогнозах проблем на основании взаимосвязей «хозяйство«экология«население». Именно эта триада представлена как объект прогноза, а взаимосвязи в этой системе являются предметом прогнозирования. По-прежнему признается основополагающее значение географического прогноза, т.к. именно он создает научную основу для принятия научно-технических и социально-экономических решений. Раздел по Аральской проблеме в его книге завершается перечислением первоочередных конкретных технических, экономических и природоохранных мероприятий, которые требуют незамедлительного осуществления. Николай Тимофеевич Кузнецов одним из первых поставил вопрос о научной основе прогнозирования изменений природной среды вследствие падения уровня Аральского моря (Кузнецов, 1976, 1977), и далее в своих работах пытался найти общие закономерности и природные связи, которые можно использовать для построения прогнозов падения уровня моря (1979); социально-экономических последствий (Кузнецов и др., 1980; Кузнецов, 1991). Николай Тимофеевич пытался обосновать, какое количество воды необходимо привлечь дополнительно в Приаралье, чтобы решить там экологические и социальные проблемы (Клюканова, Кузнецов, 1971). Он был одним из идеологов Концепции сохранения и восстановления Аральского моря и нормализации экологической, санитарно-гигиенической и социально-экономической ситуации в Приралье (Основные положения …, 1991). Идеи И.П. Герасимова (1985), Н.Ф. Глазовского (1990) и Концепции сохранения и восстановления Аральского моря (Основные положения …, 1991) были

развиты в работе У.М. Султангазина с соавторами (1991), где была сделана попытка дать представление о взаимосвязях в обозначенной триаде проблем «хозяйство«экология«население». Однако, при рассмотрении предложенной авторами схемы (рис. 11), оказывается, что причинно- следственные связи там отсутствуют: все стрелочки идут в одну сторону, а обратные связи, которые как раз и определяют экологический подход, отсутствуют. В этой работе дано развернутое определение выделенной ранее И.П. Герасимовым (1985) триаде проблем: «Анализ обстановки в исследуемом регионе позволяет условно разделить совокупность проблем, с которыми столкнулось общество на три группы: * социальные – связанные с сохранением здоровья населения и генетической полноценности будущих поколений, поддержанием достигнутого уровня жизни населения и его повышением; * экологические – связанные с нарушением устойчивости природных систем, их жизнеобеспечивающих функций и падением продуктивности природных ресурсов в силу неконтролируемого роста нагрузки и последующей деградации; * экономические – связанные с исчерпанием резервов роста в рамках современной структуры хозяйствования и необходимостью перехода к ресурсосберегающему производству на принципах хозрасчета.» (Султангазин и др., 1991, стр. 99). **Рис. 11.**Содержание взаимосвязанных проблем в рамках Аральской проблемы (в оригинале рисунок называется «Диаграмма причинно-следственных связей развития экологической катастрофы Аральского моря»; Султангазин и др., 1991, стр. 100). **Fig. 11.**The content of interrelated problems in the framework of the Aral problem (in the original the figure is called «The diagram of cause-and-effect relations of the Aral sea ecological catastrophe development»; Султангазин и др., 1991, p. 100,). В соответствии с составом выделенных проблем предлагались три стратегические программы развития Аральского региона, которые должны были быть решены к концу этапов в течение пяти- десяти и двадцати лет. В предложенной авторами концепции решения Аральской проблемы, уровень моря должен был быть не ниже 40 м и средняя соленость – не более 25 г/л. Исходя из этой принципиальной позиции были разработаны прогнозы восстановления уровня моря и солености за счет притока вод Сырдарьи и Амударьи, параметры осушенного дна, поэтапный (1991, 2000, 2010) водохозяйственный баланс и показатели развития орошаемого земледелия в бассейне Аральского моря. Для осуществления прогноза был предложен комплекс мероприятий, обеспечивающих его выполнение. Дополнительные источники пополнения водных ресурсов авторы видят в переброске стока сибирских рек в количестве 25-60 км3/год; а также в искусственном осаждении осадков в бассейне, повышающем ресурсы речного стока на 10-25 км3. Запасы атмосферной влаги оценивались в 2700 км3/год; переброска морских вод Каспия в Арал в объеме около 30 км3/год. При этом авторы (Султангазин и др., 1991) полагали, что удельная стоимость всех перечисленных способов получения дополнительной воды гораздо дешевле, чем рационализация использования собственных водных ресурсов бассейна. За время развития Аральской проблемы на этом и других примерах сформировалось представление о географическом прогнозе и его назначении как научной основы природопользования и решения природоохранных проблем. В одной из работ (Антипова и др., 1986, стр. 26) было дано определение назначению географического прогноза: «… направлен на выявление нежелательных для здоровья населения и хозяйства ситуаций в геосистемах (ландшафтах), выражающихся в ослаблении средо- и ресурсообразующих процессов, в угрозе утраты генофонда, уникальных природных и природно-антропогенных систем» и предложена схема последовательности работ при его составлении. Ценно, что в этой работе предложена система показателей, по которым могут оцениваться компоненты геосистем (атмосфера, воды, рельеф и литологическая

основа, почвы и растительный покров, геосистема в целом). Для того, чтобы данный подход мог быть эколого-географическим, не хватает еще одного шага – выявления критических (экологически достоверных) значений выделенных параметров. Упомянутые прогнозные работы по Аральской проблеме составляют важное звено в становлении современного прогнозирования как научного направления. Эколого- географическое прогнозирование преподается в вузах в качестве самостоятельной дисциплины (020400.68 География) для магистерской программы «Физическая география». Исследования по Аральской проблеме, безусловно, также инициировали развитие экологической составляющей проектирования – оценки воздействия проектируемых объектов на окружающую среду (ОВОС), и способствовали развитию экологической экспертизы как средства решения геоэкологических проблем. Прикладной и теоретический аспекты этого направления изложены в соответствующем учебном курсе, подготовленном К.Н. Дьяконовым и А.В. Дончевой (2002). **Четвертый период**с 1991 г. по 2011 г. характеризуется осознанием мировым научным сообществом и общественностью причин и содержания Аральского экологического кризиса. С распадом СССР в 1991 г. работы по осуществлению задач, поставленных в Концепции сохранения и восстановления Аральского моря и нормализации ситуации в Приаралье (Основные положения …, 1991) так и не были начаты, однако государства, расположенные в бассейне Арала, понимая, что для их существования первостепенную важность имеет совместное рациональное использование имеющихся водных ресурсов, 18 февраля 1992 г. в г. Алма-Ате подписали «Соглашение о сотрудничестве в сфере совместного управления использования и охраны водных ресурсов межгосударственных источников», а 26 марта 1993 г. в г. Кзыл-Орде подписали соглашение о совместных действиях по решению проблемы Арала и Приаралья, экологическому оздоровлению и социально-экономическому развитию всего региона бассейна Аральского моря. В рамках данных соглашений предусматривалось создание Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии (МКВК), в задачу которой входят вопросы оперативного управления водными ресурсами и вододеление, поддержание в работоспособном состоянии головных сооружений, межгосударственных русел и каналов, водосбережение на трансграничных водотоках, прогноз и учет стока и др. (Межгосударственная …, 2018). Структура МКВК представлена на рисунке 12. **Рис. 12.**Структурная организация Межгосударственной водохозяйственной комиссии государств Средней Азии2 (МКВК …, 2002). **Fig. 12.**Structural organization of the Interstate water Commission of the Central Asia (МКВК …, 2002). Как видим, МКВК имеет 4 исполнительных органа – Секретариат и ранее существовавшие два бассейновых объединения (БВО «Амударья» и БВО «Сырдарья»), которые занимались распределением водных ресурсов, поддержанием работоспособности головных сооружений, а также межгосударственных русел, каналов и сооружений, и решали все вопросы, связанные с оперативным управлением водных ресурсов пяти государств, подачей воды Аралу и в Приаралье, а также Координационный метеорологический центр. Кроме того, был создан Научно-информационный центр (НИЦ) с национальными филиалами, выполняющий функции планирования, развития, информации и др. Он объединял около 16 научных и проектных организаций стран-участников Соглашения. Силами ученых при координации МКВК были разработаны стратегические директивные материалы: «План конкретных действий по улучшению ситуации в бассейне Аральского моря», «Основные положения концепции сохранения Приаралья», которые были одобрены главами всех государств бассейна Аральского моря 11 января 1994 г. К 1996 г. на рассмотрение были представлены «Основные положения водной стратегии региона и пяти стран». Как видим, после распада СССР МКВК стала

научно-организационным центром, осуществляющим водную политику и практические работы в сфере водного хозяйства всех государств Средней Азии. МКВК с начала своей деятельности организовала тесное сотрудничество с ЮНЕСКО. Всемирным банком, ЮНДП, ЮНЕП и другими международными организациями, что позволило привлечь их в качестве доноров для выполнения «Программы конкретных действий по улучшению экологической и социально-экономической обстановки в бассейне Аральского моря», на которую уже на первом этапе были выделены значительные средства.
Страны-учредители МКВК активно участвуют в работе Международной комиссии по ирригации и дренажу (МКИД), являясь ее юридическими членами. В составе МКИД создана отдельная рабочая группа по бассейну Аральского моря. Причины развития Аральской проблемы убедительно проиллюстрированы данными МКВК (2002) на примере изменения численности населения и использования водно- земельных ресурсов во времени с 1960 по 2000 гг. (табл. 6). Как видно из таблицы 6, численность населения в бассейне Арала постоянно возрастала с ускорением в последние годы, а в 2000 г. по отношению к 1960 г. она увеличилась в 2.9 раза, достигнув 41.5 млн. человек. Прирост орошаемых земель увеличивался и в 1980-е годы достиг максимального значения – 1.77 млн. га в год, а затем стал падать, уже в 2000 г. он резко снизился и стал ниже, чем в 1960-е годы. К 2000 г. площадь орошаемых земель по отношению к 1960 г. увеличилась в 1.8 раза и достигла 7.99 млн. га. При этом, из-за опережающего роста населения, количество орошаемых земель на душу населения сократилось в 1.7 раза. Суммарный водозабор возрастал к 1980 г., достигнув значений, близких суммарным водным ресурсам Амударьи и Сырдарьи, но затем стал снижаться и к 2000 г. он стал больше только в 1.7 раза начального и стал ниже на 25 км3 суммарных водных ресурсов бассейна, оцениваемых в 130 км3. При этом видно, что увеличение водозабора все годы происходило за счет увеличения изъятия вод собственно на орошение. Авторы (МКВК …, 2002) связывают произошедшее с тем, что после распада Советского союза в 1991 г. суммарное использование воды в регионе начало сокращаться в связи с общей экономической деградацией, сокращением валовой продукции в большинстве государств региона (сокращением посевов) и частичным замещением посевов хлопка и риса посевами зерновых культур. Кроме того, следует учесть, что после 1992 г. государствами была начата политика водосбережения. Поэтому удельный водозабор к 2000 г. снизился по сравнению с 1960 г. в 1.1 раза, а на душу населения – в 1.7 раза. Роль орошаемого земледелия в общих доходах государств стала уже не очень высока: за этот период валовый национальный продукт увеличился в 3.4 раза, а сельскохозяйственной продукции в его составе – в 2.6 раза, а доля доходов от орошаемого земледелия в общих доходах снизилась с 36% в 1960 г. до 28% в 2000 г. Тем не менее, следует помнить, что крупномасштабное водохозяйственное переустройство территории Средней Азии и орошение почти 8 млн. га привели к опустыниванию и ухудшению социально-экономической и санитарно-гигиенической обстановки по подсчетам МКВК (2002) на площади более 1.4 млн. га в Приаралье. В то же время известно, что Аральская проблема не будет решена до тех пор, пока не произойдет изменение хозяйствования во всех республиках и не изменится тенденция ежегодного увеличения водопотребления в сельском хозяйстве. **Таблица 6.**Изменение населения и использования водно-земельных ресурсов в бассейне Аральского моря (МКВК …, 2002). **Table 6.**Changes in population and use of water and land resources in the Aral sea basin (МКВК …, 2002). **Показатель****Значение параметра за десятилетие и изменение в последующем десятилетии по отношению к предыдущему**
1960**1960-****1970**1970**1970-****1980**1980**1980-****1990**1990**1990-****2000**200

0 Население, млн. чел.14.1**5.9**20.0**6.6**26.6**7**33.6**7.9**41.5 Площадь орошаемых земель, млн. га 4.51**0.64**5.15**1.77**6.92**0.68**7.60**0.39**7.99 Орошаемая площадь на душу населения, га/чел.0.32**-0.05**0.27**-0.01**0.26**-0.03**0.23**-0.04**0.19 Суммарный водозабор, км3/год
60.61**33.95**94.56**26.13**120.69**-4.42**116.27**-11.27**105.0 В том числе и на орошение, км3/год 56.15**30.69**86.84**19.95**106.79**-0.39**106.4**-11.74**94.66 Удельный водозабор на 1 га орошения, м3/га
12450**4410**16860**-1430**15430**-1430**14000**-2150**11850 Удельный водозабор на душу населения, м3/чел/год 4270**460**4730**-230**4500**-1040**3460**-930**2530 ВВП, млрд. долл. США 16.1**16.3**32.4**15.7**48.1**25.9**74.0**-20**54.0 В т.ч. продукция с/х, млрд. долл. США 5.8**3.1**8.9**9.4**18.3**3.7**22.0**-7**15.0 Рассмотрение деятельности МКВК показывает, что она не ставит целью следование генеральной задаче по спасению Арала – изменению существующей стратегии расширения водоемкого хозяйства на развитие трудоемких, экономически и социально эффективных маловодоемких производств. На территории Среднеазиатских республик при участии фондов спасения Арала, МКВК разрабатываются многочисленные планы, а рассмотреть их выполнение и результаты очень сложно из-за их большого числа, но понятно, что в них были вложены огромные деньги (Исполнительная …, 2018), при этом проблема дефицита воды возрастает (Духовный, 2007). Благодаря принятым соглашениям между государствами и участию международных фондов и Мирового банка претворяются в жизнь и приносят положительные результаты практические мероприятия по управлению водными ресурсами моря и Приаралья. Главное, что произошло в эти годы, – был осуществлен ряд важных практических решений по использованию и охране водных ресурсов Аральского моря на территории всего бассейна и в Приаралье, в том числе решавших задачи повышения качества окружающей среды в населенных районах Приаралья и приблизивших ряд важных событий: стабилизацию уровней Малого моря на отметках 36-42 м н.у.м. БС и западной части Большого моря на отметке около 27 м н.у.м. БС к 2011-2012 гг. (Большое Аральское …, 2012). Прежде всего было осуществлено строительство водовода из Тюямуюнского водохранилища в Нукус и низовья Амударьи длиной 380 км (Акрамов, Рафиков, 1990). Был построен Южно-Каракалпакский магистральный коллектор (ЮКМК), отводящий дренажные воды со всего правобережья Амударьи ниже Тахиаташского гидроузла по древнему руслу Амударьи (Акча-Дарья) в древнее русло Сырдарьи (Жана-Дарья) и далее – на обсохшее дно восточной части Большого моря. Этот проект был осуществлен с привлечением финансовых средств Мирового банка. Благодаря ему был предотвращен сброс дренажных вод трех основных сельскохозяйственных районов Каракалпакии в основное русло Амударьи, что по прогнозу должно было способствовать снижению минерализации воды в нем на 0.2-0.3 г/л. Одновременно, благодаря детальному рассмотрению и выбору из нескольких вариантов экологически наиболее оптимального, улучшились условия произрастания и сохранения уникального древесно-кустарникового тугая на площади 6000 га в заповеднике Бадай-Тугай, где сохраняется стадо бухарского оленя, популяции кабана, хивинского фазана и других редкие животных (Кузьмина, Трешкин, 2005). Чрезвычайно важным событием стало создание сначала земляной плотины (1992 г.), а затем после ее прорыва в 1999 г., возведение в 2005 г. современного инженерного сооружения, сконцентрировавшего поступающие воды Сырдарьи в Малом море (фото 1), где уровень поддерживается на отметке 36-42 м н.у.м. БС и допускается перетекание воды в Большое море. Эти мероприятия способствовали распреснению этой части моря и создались условия для воссоздания солоноватоводной экосистемы близкой бывшему Аралу,

удалось вновь зарыбить восстанавливаемый водоем, при этом, однако, образовался совершенно новый видовой состав ихтиофауны; население вылавливает рыбу в промышленном масштабе, что позволило пустить в ход несколько рыбоперерабатывающих комбинатов около Аральска. Благодаря непрерывным натурным исследованиям лаборатории солоноватоводных экосистем Института зоологии РАН (Санкт-Петербург), возглавляемой Н.В. Аладиным, науке стали известны все изменения, которые претерпевала экосистема Аральского и Малого моря (Аладин, Котов, 1989; Аладин, Плотников, 2008, Аладин и др., 2018; Aladin, 1999 и др.). В свое время И.П. Герасимов (1985) считал, что Малое море высохнет и его экосистема будет безвозвратно утеряна, но разумное управление режимом поступающего небольшого объема стока Сырдарьи позволило ее восстановить. В бассейне и дельте Сырдарьи в эти же годы были реализованы проекты, направленные на увеличение ее стока в море, подачу большего объема воды для обводнения дельты, повышение безопасности и улучшение инфраструктуры находящихся выше по течению большой Чардаринской плотины и водохранилища, а также сокращение аварийных сбросов из него в оз. Арнасай, тем самым увеличивая поступление воды в низовья реки (Кипшакбаев и др., 2010; The Aral sea …, 2014). С 90-х годов по настоящее время при поддержке различных фондов, в том числе и зарубежных, было осуществлено множество проектов по фитомелиорации обсохшей части дна Аральского моря и закрепленные растительностью участки морского дна занимают обширные площади (Комплексные дистанционные …, 2008; Kuzmina, Treshkin, 2012, 2013). Для Каракалпакии чрезвычайно важным событием явилась разработка проекта создания единой гидротехнической системы в дельте на основе речных амударьинских вод, включающей обводнительные и дренажные каналы, польдеры в бывших озерах и морских заливах. Как показали наши исследования в октябре 2017 г. (Новикова и др., 2018), минерализация речных вод, искусственных водоемов, воды, вытекающий в Нукусе из-под крана, находится в пределах 0.6 г/л. В районе поселка Муйнак на север, в сторону восточной части Большого моря идет канал (фото 2) с мощным потоком воды с минерализацией около 1.8 г/л. после прохождения водоемов в дельте и польдеров в бывших заливах на обсохшем дне моря. Конечно, следует отдавать себе отчет, что это явление не стабильное. В другие годы и сезоны этого же года, ситуация изменяется, поступление воды из дельты в сторону моря сокращается. **Фото. 1.**Инженерное сооружение – дамба в проливе Кок-Арал с плотиной для регулирования стока из Малого Арала в Большой Арал (Фото И. Плотникова, вид из нижнего бьефа, сентябрь 2007 г.; Миклин и др., 2016). **Photo 1**. Engineering dam in the Kok-Aral channel with a dike for regulating the flow from the Small to the Big Aral (Photo by I. Plotnikov, view from the downstream, September 2007; Миклин и др., 2016). Как видим, предпринятые практические мероприятия по управлению водоемами, дали положительный эффект и несколько ослабили кризисность ситуации. Однако уровень моря и в этот период продолжил свое падение. Осенью 2009 г. Большой Арал разделился на три остаточных водоема – Западный и Восточный бассейны и бывший залив Тще-Бас. Соленость воды глубокого Западного бассейна превысила 100 г/л. Восточный бассейн превратился в мелководный водоем, соленость которого могла превышать 200 г/л (Большое Аральское …, 2012). Окончание этого периода мы связываем со стабилизацией уровня Малого моря на отметке 39-42 м и Западной части Большого моря – на отметке 27 м в 2011 г. Однако считать, что наступил период стабилизации процесса падения уровня моря, пока рано, т.к. нет уверенности в том, что приток к дельтам останется стабильным. Научные исследования, поддерживаемые ранее государственными программами и плановыми заданиями, были прекращены в 1991 г. и далее проводились в основном при поддержке

международных организаций и зарубежных фондов при частичном участии государств, располагающихся на территории, охваченной Аральским кризисом. Наиболее обширные комплексные работы были проведены в 1992-2000 гг. в рамках проекта ЮНЕСКО/BMBF Германии – «Экологические исследования и мониторинг дельт Аральского моря». В исследованиях по 22 проектам были задействованы ученые из республик Средней Азии и России (рис. 13). Инициаторами этих исследований были ученый из Зоологического института в Гамбурге Д. Кейзер и гидробиолог Н.В. Аладин, заведующий лабораторией из Зоологического института в Санкт-Петербурге. Финансовая поддержка проекта осуществлялась Министерством охраны окружающей среды (BMBF) Германии через ЮНЕСКО. В рамках проекта было предусмотрено обеспечение научных исследовательских групп лабораторным оборудованием, в том числе компьютерами и программным обеспечением, проведение стажировок ученых в ведущих исследовательских лабораториях университетов Германии с целью обучения пользованием электронными прикладными программами для накопления и обработки данных. В проекте были получены новые знания по всем аспектам Аральской проблемы: палеоистории Аральского моря; водным ресурсам и их качеству; гидробиологии сохранившихся водоемов; рыбным ресурсам и перспективе их поддержания; процессах трансформации природных комплексов в дельтах рек и их сохранению; составу и динамике животного населения водоемов и наземных ландшафтов. В разделе «Антропогенные проблемы и их решение» решались задачи оценки опасности развития эпизоотий на обсыхающем дне моря, изменения демографии населения Кзылординской области в период интенсивного развития ирригации. Результаты исследований по каждому проекту обсуждались на научных семинарах и конференциях. По завершению исследований результаты проекта были опубликованы в двух книгах (Ecological research …, 1998, 2001). **Фото. 2.**Отводной канал вод, собранных из дельты в Рыбацком заливе в сторону восточной части Большого моря (фото Н.М. Новиковой, октябрь 2017). **Photo 2.**Drainage channel of waters collected from the Delta in the Muinak Bay towards the Eastern part of the Big sea (Photo by Novikova N., October 2017). В 2000-2003 гг. был осуществлен проект «Устойчивое развитие в сфере охраны окружающей среды, земле- и водопользования путем создания Центра ГИС технологий и космосъемки в Каракалпакстане» при поддержке НАТО. В рамках проекта Центру было передано техническое и программное оборудование, а также электронные версии Эколого-географической Базы данных Южного Приаралья и Базы данных «Гербарий», разработанные в Институте водных проблем РАН (ИВП РАН, авторы Н.М. Новикова, Ж.В. Кузьмина, Г.Ю. Трофимова; Трофимова, 2003); Карты «Современных ландшафтов Приралья» и «Динамики ландшафтов Приаралья» (авторы Н.М. Новикова, О.А. Альдякова) также в электронном виде, что обеспечивало ландшафтную и методическую основу ведения мониторинга. Одним из разработчиков этого электронного продукта, Г.Ю. Трофимовой, было проведено обучение сотрудников ГИС центра работе с базами данных и пополнению их для целей мониторинга (Проект …, 2003). **Рис. 13.**Организационная структура работы по проекту ЮНЕСКО/БМБФ Германии «Экологические исследования и мониторинг в дельтах рек Аральского моря» 1992-2000 гг. **Fig. 13.**The organizational structure of the project UNESCO/BMBF of Germany «Environmental studies and monitoring of the Aral sea deltas» 1992-2000 years. В этот период широко развернулись исследования Земли из космоса по материалам дистанционного зондирования. Пионером в исследованиях Аральской проблемы в этом направлении, безусловно был Ф. Миклин из Западно-Мичиганского Университета (Каламазо, США). В нашей стране исследованием изменения очертаний побережий Аральского моря, их сезонных изменений, выделением

территорий морского дна, обсохшего в разные годы, успешно занималась В.И. Кравцова (Кравцова, Мудря, 2004; Кравцова и др., 2001, 2002) из Московского университета им. М.В. Ломоносова. В это же время большую положительную роль для понимания процессов, развивающихся в связи с падением уровня Аральского моря, сыграли монографии российских (Куст, 1999; Novikova, Kuz'mina, 2008) и зарубежных авторов (Letolle, Mainguet, 1993), а еще более – тематические сборники на английском языке, подготовленные при участии ученых из стран СНГ, в том числе и российских, написание которых было инициировано зарубежными учеными (Ф. Миклин и Б. Виллиамс – «The Aral sea Basin» (1996), М. Гланц – «Creeping environmental problems …» (1999), С. Брекле – «Sustainable land use in deserts» (2001), «Aralkum – a Man-Made Desert. The Desiccated Floor of the Aral Sea (Central Asia)» (2012)). Следует особо отметить выход в свет «Аральской энциклопедии», авторами которой являются И.С. Зонн и М.Г. Гланц (2008). Эта книга содержит пояснение и истолкование более 500 понятий, терминов, событий, международных программ и исторических личностей, связанных с Аралом и Аральской проблемой. Большой интерес и практическую ценность имеет раздел книги «Хронология основных исторических событий XVI-XXI вв. на Арале», в котором перечислены события, произошедшие в каждом году каждого века. Научные исследования по Аральской проблеме проводились в течение всего четвертого периода, о чем было сказано выше, и одним из важных результатов стало обобщение в виде подготовки и представления диссертационных работ к защите на соискание ученой степени доктора наук в других республиках, а защиты происходили в нашей стране. Нам известны работы Л.А. Димеевой «Динамика растительности пустынь Приаралья и Прикаспия» (2011), подготовленная в Институте ботаники и фитоинтродукции Комитета науки и Министерства образования и науки Республики Казахстан, представленная к защите на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 03.02.08 – «Экология» в Институт ботаники РАН, Санкт-Петербург и успешно защищенная там. Диссертационная работа С.Е. Трешкина «Деградация тугаев Средней Азии и возможности их восстановления» (2011), была подготовлена в Институте биоэкологи Каракалпакского отделения АН Республики Узбекистан, представлена на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 06.03.03 во Всероссийский научно-исследовательский институт агролесомелирации (Волгоград) и успешно защищена там. **Пятый период**– начинается условно с 2012 г. и приходится на шестой десяток (прошло 50 лет) существования Аральской проблемы. Он наступает во втором десятилетии двадцать первого века (по сути – сейчас), и, мы можем только предполагать или прогнозировать, что произойдет. Мало вероятно, что он будет характеризоваться возрастанием объема речных вод, притекающих к дельтам (в последние годы поступает около 5 км3/год к каждой дельте) и в сторону моря. Было бы желательно, чтобы и эти объемы воды не сокращались. Можно предположить, что будет продолжаться развитие опустынивания, наиболее активно развивающиеся в настоящее время на обсохшем дне моря, стабилизация или переход в новую фазу процессов формирования пустынных комплексов в приморской неорошаемой части дельт; развитие начавшихся в предыдущие годы и появление новых экологических проблем, обусловленных водохозяйственными преобразованиями и существующими гидротехническими сооружениями в Приаралье, созданными для регулирования пространственного распределения водных ресурсов и поддержания их качества; ожидается развертывание широкомасштабной фитомелиорации обсохшего дна моря, желательно более эффективными методами, обеспечивающими высокую приживаемость растений для закрепления поверхности обсохшего дна и минимизации выноса солей. Наибольший интерес все еще вызывает

будущее Аральского моря. Мнение Ф. Миклина (Micklin, 2010) о том, что озеро полностью высохнет в XXI веке, не соответствует истине. Даже если сток рек Амударьи и Сырдарьи сократится до нуля (что очень маловероятно), то сохранится остаточное поступление дренажных вод с орошаемых земель, грунтовых, талых и дождевых вод. Это поддержит существование, по меньшей мере, двух больших озер: западной части Малого Аральского моря на севере и западного бассейна Большого моря на юге. Но они будут гиперминерализованными, и их экологическое и экономическое значение будет небольшим, возможно, сохранится заготовки яиц (цист) артемии (_Artemia_ _parthenogenetica_). Будущее Большого (южного) моря представляется более проблематичным. Восточный бассейн, зависящий от притока сбрасываемой через плотину в проливе Берга воды и стока из Амударьи (фото 2), представляет собой или очень обширное мелководное озеро, или сухой солончак, способствующий солевым/пыльным бурям, возникающим на обсохшем дне Аральского моря. Западный бассейн сильно зависит от притока грунтовых вод, непосредственного стока дождевых и талых вод и некоторого стока из Центрального Арала, когда он достаточно наполнен сбрасываемой из Малого Арала водой. Если сохранятся нынешние тенденции, то в течение некоторого времени уровень Западного бассейна продолжит падать, его площадь – сокращаться, и, возможно, наступит стабилизация около отметки 21 м. Со временем минерализация будет расти и он превратится в гипергалинный водоем с минерализацией выше 200 г/л. В работе Ф. Миклина с соавторами (2016) предлагается иной вариант (рис. 14), предложенный ранее в работе М.И. Львовича и И.Д. Цигельной (1978). В этом случае западный бассейн пополняется относительно слабо солеными водами из дельты Амударьи и может стать проточным, если уровень достигнет 33 м н.у.м. БС, и это будет способствовать его распреснению. Этот вариант потребовал бы среднегодового стока в низовье Амударьи в размере около 12.5 км3, но за 1990-2011 гг. он оценивается около 5.4 км3/год. Наибольшие препятствия на пути осуществления этого плана – экономические. Это связано с тем, что усложнятся разведка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений на некоторых участках обсохшего дна южной части Западного бассейна Аральского моря. В отношении Малого моря и других водоемов имеется еще несколько предложений по управлению их водным режимом. В частности, как показывают современные исследования и прогнозы изменения солености воды в Малом море, со временем он превратится в пресноводный водоем, что создает угрозу гибели ряда морских и солоноватоводных организмов (Аладин и др., 2018; Миклин и др., 2016). Поэтому авторы разработали проектное предложение, согласно которому водоем превращается в систему водоемов с разной степенью минерализации, что позволяет максимально сохранить разнообразие водных экосистем – от пресноводных до солоноватоводных и соленых. Однако, безусловно, все предлагаемые проекты требуют вложения больших денег и государства в первую очередь оценивают практическую значимость проектов. В работе Н. Кипшакбаева с соавторами (2010) предложено в дельте Сырдарьи создать систему проточных водоемов для повышения их биопродуктивности и хозяйственной ценности (рис. 15). Частных экологических проблем в Приаралье достаточно много и все они требуют либо увеличения обводнения, либо повышения качества воды. Одна из проблем – поддержание существования экологической системы в биосферном заповеднике Бадай-Тугай (Кузьмина, Трешкин, 2001, 2003). **Рис. 14.**Оптимистический сценарий будущего Аральского моря (после 2030 г.; Миклин и др., 2016). **Fig. 14.**Optimistic Scenario of the Future Aral Sea (after 2030; Миклин и др., 2016). **Рис. 15.**Проект реабилитации водоемов в дельте Сырдарьи (Кипшакбаев и др., 2010). **Fig. 15.**The project of rehabilitation of water reservoirs in the Delta of the Syr Darya

(Кипшакбаев и др., 2010). Помимо проблемы сохранения уникальной флоры среднеазиатских тугаев в настоящее время возникла еще и проблема сохранения бухарских оленей – хангулов. Три оленя были завезены в заповедник в 1976 г., а в настоящее время численность их популяции достигает сотни (фото 3). Они стали не меньшей ценностью, чем тугаи заповедника, в которых им стало тесно, не хватает естественных кормов. Из-за разбора речной воды на орошение, гибнут тугаи даже в заповедной части Нижне-Амударьинского государственного биосферного резервата, несмотря на то, что в настоящее время идет масса проектов с участием местных специалистов при поддержке иностранных фондов. Научная жизнь Караклпакии в настоящее время оживилась, т.к. был объявлен конкурс на участие в новом проекте по фитомелиорации обсохшего дна моря и низовий дельты Амударьи (Новый проект …, 2018). Для участия в проекте возможно приглашение российских ученых. В последние годы оживилась научная жизнь с участием российских специалистов в Узбекистане. В 2018 г. было проведено несколько научных конференций, ряд из них был посвящен современным проблемам Аральского моря и Приаралья с приглашением для участия ученых из России. На этих конференциях приоритет отдается работам, содержащим практические предложения по улучшению природопользования, новым технологиям земледелия, внедрению новых культур. Одна из важнейших проблем – изучение и оценка состояния современного земельного фонда. Известно, что применяемая технология орошения неизбежно приводит к засолению орошаемых земель, выводу их из использования, в результате чего падает его экономическая эффективность. Уже в 1980-е годы обсуждалась проблема, что земли, пригодные для орошения, так же, как и водные ресурсы, пришли к исчерпанию, уже засолены более 50% земель. Кроме того, настало время провести исследования по нескольким научным задачам, связанным с проблемой Аральского моря, поставленным в работах Н.Ф. Глазовского (1990) и У.М. Султангазина с соавторами (1991). **Фото 3.**Бухарские олени в заповеднике Бадай-Тугай (фото Н. Шулепиной). **Photo 3**. Bukhara deer in the reserve Badai-tugai (photo N. Shulepina). Безусловно, в этот период, наконец, следует осуществить реализацию на практике комплексного межгосударственного мониторинга состояния всей проблемы Аральского бассейна, включая территории Аральского моря и Приаралья, а также территории орошаемых районов. Принципиальные подходы к его осуществлению уже разработаны в ходе длительных неорганизованных наблюдений и имеющихся у исследователей тематических карт и баз данных, обширного фактического материала, накопленного МКВК и фондами спасения Арала. ## Выводы Последние данные (МКВК …, 2002) показывают, что рост народонаселения Средней Азии идет стремительными темпами, основное водопотребление по-прежнему осуществляется в целях орошаемого земледелия, т.к. именно там и в настоящее время занята основная часть населения. Иными словами, в Средней Азии до сих пор по существу не приступили к решению Аральской проблемы, хотя еще в 1990-х годах было показано (Глазовский, 1990; Основные положения …, 1991), что решение Аральской проблемы может быть достигнуто только путем осуществления структурной перестройки хозяйства Средней Азии с заменой водоемких производств на трудоемкие, и это – единственный путь решения не только Аральской проблемы и Приаралья, но и возможности дальнейшего развития Среднеазиатского региона. Наиболее важные научные направления дальнейших научных исследований по Аральской проблеме, определенные Н.Ф. Глазовским (1990, стр. 103), все еще остаются нерешенными и актуальными: * обоснование наиболее оптимальной структуры и территориального размещения отраслей народного хозяйства; * определение путей использования дренажного стока; * обоснование путей увеличения речного стока; * анализ

различных вариантов занятости трудоспособного населения; * регулирование рождаемости; * определение требований к Аралу, и, в первую очередь к его солевому балансу». Относительно судьбы Аральского моря достигнуто понимание, что наполнить море в прежнем объеме в настоящее время практически нереально, т.к. имеющихся в регионе доступных водных ресурсов уже недостаточно для ведения хозяйства. Однако необходима всемерная экономия воды в Аральском бассейне, направление в море дренажных вод, оптимальное использование притекающей воды в дельты, а именно, сохранение имеющихся остаточных водоемов в состоянии, которое позволяет поддерживать в них максимально возможную биопродуктивность и биоразнонобразие и хозяйственное использование. В отношении Приаралья, по-видимому, основные усилия должны быть направлены на обеспечение подачи качественной воды населению имеющимися водоводами в необходимых объемах (т.к. все еще случаются перебои, часто по техническим причинам); важное значение имеет контроль за рациональным использованием вод речного стока на территории дельт, а также за направлением использованных вод к морю. Для снижения негативного воздействия обсохшего дна моря на прилегающие территории Приаралья в Каракалпакии планируется продолжение работ по его фитомелиорации. Это также способствует увеличению занятости населения. Безусловно, необходимо дальнейшее более кардинальное переустройство хозяйства и на этой территории для обеспечения занятости населения, улучшения экологической, медико-биологической и санитарно-гигиенической ситуации. Вопрос привлечения дополнительной воды для решения Аральской проблемы и ведения хозяйства в Среднеазиатском регионе остается актуальным в первую очередь для удовлетворения питьевых потребностей в относительно небольшом объеме. Вероятно, не надо оставлять исследования и разработку различных вариантов решения Аральской проблемы, учитывая современные и возможные в будущем технологии. Для осуществления единой водной политики и проведения практических работ в сфере водного хозяйства государствами Средней Азии после распада СССР создана и функционирует Межведомственная координационная водохозяйственная комиссия (МКВК). Но ее работы, по-видимому, должны решать не только чисто водохозяйственные проблемы, но и стратегические, позволяющие преодолеть нарастающий кризис дефицита водных и земельных ресурсов. Анализ научных публикаций в журналах за более, чем 50-летний период позволяет сделать положительный вывод о резком улучшение полиграфии и качества научного иллюстративного материала (графиков, таблиц и рисунков). С сожалением следует отметить, что следить за научными публикациями в Среднеазиатских республиках по Аральской проблеме стало весьма сложно. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ _Авакян А.Б., Шарпов В.А._ 1977. Водохранилища гидроэлектростанций СССР. М.: Энергия. 399. _Акрамов З., Рафиков А._ 1990. Прошлое, настоящее, будущее Аральского моря / Ред. Н.А. Кривоносова. Ташкент: МЕХНАТ. 144 с. _Аладин Н.В., Гонтарь В.И., Жакова Л.В., Плотников И.С., Смуров А.О._ 2018. Перспективы биоразнообразия Аральского моря // Сборник материалов международной конференции: «Совместные действия по смягчению последствий Аральской катастрофы:новые подходы, инновационные решения и инвестиции. Ташкент, 7-8 июня 2018 г. Ташкент. С. 114-120. _Аладин Н.В., Котов С.В._ 1989. Естественное состояние экосистемы Аральского моря и ее изменение при антропогенном воздействии // Труды зоологического института АН СССР. Т. 199. С. 4-24. _Аладин Н.В. Плотников И.С._ 2008. Современная фауна остаточных водоемов, образовавшихся на месте бывшего Аральского моря // Труды зоологического института АН СССР. Т. 312. С. 145-154. _Антипова А.В., Граве Л.М., Коронкевич Н.И._ 1986. Методические подходы к разработке географических прогнозов

природоохранных проблем на территории СССР // География – управление природопользованием / Ред. В.С. Преображенский, Т.Д. Александрова. М.: Ин-т географии АН СССР. С. 26-42. Аральское море. Т. VII. 1990 // Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Проект «Моря СССР» / Ред. В.Н. Бортник, С.П. Чистякова. Л.: Гидрометеоиздат. 195 с. _Афанасьев Ю.Г., Кинесарин Т.А._ 1979. Изменения животного мира в связи с усыханием Аральского моря // Влияние снижения уровня Аральского моря на окружающую среду. Алма-Ата: Ылым. С. 116-123. _Ахмедсафин У.М., Сыдыков Ж.С., Шапиро С.М._ 1981. Состояние и прогноз подземного водно-солевого притока в Арал и Балхаш и гидрогеологические мероприятия по смягчению отрицательных последствий снижения уровня этих водоемов // Вестник АН КазССР. № 2. С. 12-16. _Ахмедсафин У.М., Сыдыков Ж.С., Шапиро С.М._ 1983. Поземный водный и солевой сток в бассейне Аральского моря (состояние и прогноз). Алма-Ата: Наука. 160 с. _Бабаев А.Г._ 1979. Охрана природы Аральского бассейна – проблема государственной важности // Проблемы освоения пустынь. № 2. С. 3-6. _Барыкина В.В., Панфилов Д.В., Тимошкина М.Т._ 1979. Современные тенденции изменения биокомплексов Приаралья // Проблемы освоения пустынь. № 2. С. 34-40. _Бахиев А.Б._ 1985. Экология и смена растительных сообществ низовьев Амударьи. Ташкент: Фан. 192 с. _Бахиев А.Б._ 1979. Растительные индикаторы засоления почв и грунтовых вод в дельте Амударьи. Ташкент: Фан. 130 с. _Бахиев А.Б., Бутов К.Н._ 1976. Современное состояние растительности южных берегов Аральского моря // Тезисы докладов Всесоюзной научной конференции по комплексному изучению и освоению пустынных территорий СССР. Секция III Ашхабад: Ылым. С. 67-68. _Бахиев А.Б., Бутов К.Н., Таджитдинов М.Т._ 1977. Динамика растительных сообществ юга Аральского моря. Ташкент: Фан. 84 с. _Бахиев А., Трёшкин С.Е., Кузьмина Ж.В._ 1994. Современное состояние тугаев Каракалпакстана и их охрана. Нукус: Каракалпакстан. 72 с. _Бельгибаев М.Е._ 1981. Эоловые процессы и структура почвенного покрова осушенного побережья осушенного побережья Арала // Рациональное использование и охрана природных ресурсов Северного и Центрального Казахстана. Алма-Ата: Кайнар. С. 63-86. _Бельгибаев М.Е., Некрасова Т.Ф., Киевская Р.Х., Можайцева Н.Ф_. 1983. Прогноз формирования почвенного покрова обсыхающего дна Аральского моря // Природопользование Северного Казахстана. С. 63-86. _Богачев В.П., Ропот Б.М., Каюпов С.К._ 1979. Современное состояние проблемы Аральского моря // Влияние снижения уровня Аральского моря на окружающую среду. Алма-Ата: Ылым. С. 16-21. _Богданова Н.М., Костюченко В.П._ 1978. Засоленность почвогрунтов осушившегося дна Аральского моря // Известия АН СССР. Серия географическая. № 2. С. 35-45. _Богданова Н.М., Костюченко В.П._ 1977. Процессы соленакопления почво-грунтов осушившегося дна Аральского моря // Известия АН СССР. Серия географическая. № 8. С. 44-56. _Богданова Н.М., Кабулов С.К._ 1980. Изменение природных условий при снижении уровня моря в юго-восточном Приаралье // Проблемы освоения пустынь. № 3. С. 3-9. Большое Аральское море в начале XXI века: физика, биология, химия. 2012 / Ред. П.О. Завьялов. Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН. М.: Наука. 229 с. _Боровский В.М._ 1979. Заключение // Влияние снижения уровня Аральского моря на окружающую среду. Алма-Ата: Ылым. С. 123-127. _Боровский В.М._ 1978. Усыхание Аральского моря и его последствия // Известия АН СССР. Серия географическая. № 5. С. 35-44. _Боровский В.М., Корниенко В.А._ 1979. Современные аспекты проблемы Аральского моря // Проблемы освоения пустынь. № 2. С. 7-11. _Боровский В.М., Кузнецов Н.Т._ 1979. Роль переброски стока сибирских рек для решения проблемы Арала // Проблемы освоения пустынь. № 2. С. 18-24. _Боровский В.М., Можайцева Н.Ф., Киевская Р.Х., Корниенко В.А., Богачев В.П._ 1983. Формирование почвенного покрова на осушающемся побережье

Аральского моря в пределах Казахстана // Состояние акватории и осушенного дна Аральского моря. Алма- Ата, С. 43-91. _Боровский В.М., Погребинский М.А._ 1958. Древняя дельта Сырдарьи и Северные Кызылкумы. Т. 1. Алма-Ата: Изд-во АН Каз ССР. 514 с. Влияние межбассейнового перераспределения стока на природные условия европейской территории и срединного региона СССР. 1975. М.: ИВП АН СССР. Ротапринт. 107 с. Влияние снижения уровня Аральского моря на окружающую среду. 1979. Алма-Ата: Наука. 128 с. Вопросы колебания климата водных ресурсов. 1970 // Труды КазНИГМИ. Вып. 44. 61 с. _Воскресенский К.Н., Соколов А.А., Шикломанов И.А._ 1973. Ресурсы поверхностных вод СССР и их изменение под влиянием хозяйственной деятельности // Водные ресурсы. № 2. С. 33- 58. _Вухрер В.В._ 1979. Первичное зарастание обсыхающего побережья Арала // Проблемы освоения пустынь. № 2. С. 66-69. _Геллер С.Ю_. 1969. Некоторые аспекты проблемы Аральского моря // Проблема Аральского моря. М.: Наука. С. 5-24. _Герасимов И.П_. 1985. Экологические проблемы в прошлой, настоящей и будущей географии мира. М.: Наука. 247 с. _Герасимов И.П., Кузнецов Н.Т., Городецкая М.Е._ 1980. Современные задачи научных исследований по проблеме Аральского моря // Известия АН СССР. Серия географическая. № 4. С. 37-44. _Герасимов И.П., Кузнецов Н.Т., Кесь А.С., Городецкая М.Е._ 1983. Проблема Аральского моря и антропогенного опустынивания Приаралья // Проблемы освоения пустынь. № 6. С. 22- 33. _Глазовский Н.Ф._ 1990. Аральский кризис // М.: Наука. 136 с. _Городецкая М.Е., Кесь А.С., Кузнецов_ Н.Т. 1979. Состояние изучения Аральского моря // Проблемы освоения пустынь. № 2. С. 12-17. _Григорьев А.А_. 1985. Антропогенное воздействие на природную среду по наблюдениям из космоса. Л.: Наука. 239 с. _Григорьев А.А., Липатов В.Б_. 1979. Пыльные бури в Приаралье по данным космической съемки // Развитие и преобразование природной среды, Л.: ЛГПИ им. А.И. Герцена. С. 94- 103. _Григорьев А.А., Липатов В.Б._ 1982. Динамика и очаг пыльных бурь в Приаралье по наблюдениям из космоса // Известия АН СССР. Серия географическая. № 5. С. 93-98. _Грязнова Т.П._ 1979. Геоморфологические условия осушающегося дна Юго-восточного Приаралья // Проблемы освоения пустынь. № 2. С. 52-57. _Димеева Л.А._ 2011. Динамика растительности пустынь Приаралья и Прикаспия. Дисс. … докт. биол. наук. Санкт-Петербург, Институт ботаники РАН. 319 с. Доклад по проблеме Аральского моря (материалы к заседанию Бюро и Временной подкомиссии Научного совета АН СССР «Комплексное использование и охрана водных ресурсов). 1970. М.: Гидропроект. Ротапринт. 49 с. _Дунин-Барковский Л.В._ 1977. Водные ресурсы аридной зоны СССР и перспективы их использования // Проблемы освоения пустынь. № 2. С. 8-21. _Духовный В.А._ 2007. МКВК: Достижения и вызовы будущего: водное сотрудничество и пути к будущему». Ташкент: МКВК. 39 с. [Электронный ресурс http://www.icwc- aral.uz/pdf/icwc_future.pdf (дата обращения 12.12.2018)]. _Духовный В.А., Разаков Р.М., Рузиев И.Б., Косназаров К.А._ 1984. Проблема Аральского моря и природоохранные мероприятия // Проблемы освоения пустынь. № 6. С. 3-11. _Дьяконов К.Н., Дончева А.В._ 2002. Экологическое проектирование и экспертиза: Учебник для вузов. М.: Аспект Пресс. 384. _Жалгасбаев Ж., Жоллыбеков Б., Козлова Т.С., Новикова Н.М., Шенкарева М.Е._ 1981. Применение метода эколого-динамических рядов при изучении динамики природных комплексов дельты Амударьи // Вестник КК ФАН УзССР. № 2. С. 20-25. _Жалгасбаев Ж., Жоллыбеков Б., Козлова Т.С., Новикова Н.М., Шенкарева М.Е._ 1980. Структура современных ландшафтов, сукцессионные процессы на осушающемся побережье Аральского моря в районе дельты Амударьи // Вестник КК ФАН УзССР. № 3. С. 18-23. _Жоллыбеков Б._ 1991. Изменение почвенного покрова приморской дельты Амударьи при аридизации. Нукус: Билим. 132 с. _Жоллыбеков Б_. 1987. Трансформация почвенного покрова приморской дельты Амударьи в связи с

антропогенным опустыниванием // Проблемы освоения пустынь. № 2. С. 26-33. _Жоллыбеков Б_. 1983. Изменение почвенного покрова приморской дельты Амударьи в процессе аридизации // Вестн. АН КазССР. № 2. С. 66-69. _Зонн И.С., Гланц М.Г._ 2008. Аральская энциклопедия // Ред. А.Н. Косарев, А.Г. Костяной. М.: Международные отношения. 256 с. Известия Академии наук СССР. Серия географическая. 1991. № 4. Июль-август. 144 с. Исполнительная Дирекция Международного фонда спасения Арала в Республике Казахстан. 1. [Электронный ресурс http://kazaral.org/mfsa/pbam/ (дата обращения 15.09.2018)]. _Ишанкулов М.Ш._ 1985. Развитие природных комплексов обнажающегося дна Аральского моря // География и природные ресурсы. № 2. С. 45-53. _Ишанкулов М.Ш._ 1980. К типологии ландшафтов современных осушающихся побережий Арала // Проблемы освоения пустынь. № 5. С. 18-23. _Ишанкулов М.Ш., Курочкина Л.Я., Макулбекова Г.Б., Некрасова Т.Ф._ 1979. О динамике процессов ландшафтообразования юго-восточного побережья Аральского моря (Босайский створ) // Проблемы освоения пустынь. № 2. С. 40-51. _Кабулов С.К._ 1990. Изменение фитоценозов пустынь при аридизации (на примере Приаралья). Ташкент: ФАН УзССР. 240 с. _Кабулов С.К._ 1984. Фитоценотические условия осушенного дна Аральского моря в связи с засолением и эоловыми процессами // Проблемы освоения пустынь. № 3. С. 16-20. _Кабулов С.К., Новикова Н.М._ 1982. Исследование компонентов природной среды Южного Приаралья в связи с проблемой Аральского моря // Вестник КК ФАН УзССР. № 3. С 12-15. _Кабулов С.К._ 1979. Изменение экосистемы Южного Приаралья в связи с усыханием Аральского моря // Проблемы освоения пустынь. № 2. С. 78-83. _Кесь А.С._ 1991. Естественная история Аральского моря и Приаралья // Известия РАН. Серия географическая. № 4. С. 36-46. _Киевская Р.Х._ 1983. Изменение почвенного покрова современной дельты Сырдарьи реки Сырдарьи при аридизации. Автореф. дис. … канд. биол. наук. Алма-Ата, Институт почвоведения АН КазССР. 20 с. _Киевская Р.Х._ 1979. Формирование ландшафта осушающейся полосы Восточного побережья Аральского моря в районе авандельты Сырдарьи // Проблемы освоения пустынь. № 5. С. 18-24. _Киевская Р.Х., Некрасова Т.Ф., Можайцева Н.Ф._ 1980. Влияние аридизации на галогеохимические процессы низовьев Сырдарьи. Проблемы освоеиия пустынь. № 6. С. 23-28. _Кипшакбаев Н., Ю.П. Де Шуттер, В.А. Духовный, И.М. Мальковский, Н.П. Огарь, А.С. Хайбуллин, В.В. Япрынцев, А.И. Тучин, К.К. Яхияева._ 2010. Восстановление экологической системы в дельте Сырдарии и северной части Аральского моря. Алматы: Издательство Эверо. 224 с. _Клюканова И.А., Кузнецов Н.Т_. 1971. Содержание элементов питания растений в новейших аллювиальных отложениях в дельте Амударьи и развивающихся на них почвах // Известия РАН СССР. Серия географическая. № 2. С. 79-84. _Клюканова И.А., Минаева Е.Н._ 1986. Гидролого-экологические характеристики природных и водохозяйственных районов (на примере дельт Амударьи и Сырдарьи) // Известия РАН СССР. Серия географическая. № 1. С. 50-58. Комплексные дистанционные и наземные исследования осушенного дна Аральского моря. 2008 // Ред. В.А. Духовный, П. Навратила, И. Рузиев, Г. Стулин, И. Рощенко. Ташкент: НИЦ МКВК. 190 с. _Коренистов Д.В., Крицкий С.Н., Менкель М.Ф., Шимельмиц И.Я._ 1972. Проблема Аральского моря // Водные ресурсы. № 1. С. 138-162. _Корниенко В.А., Киевская Р.Х., Некрасова Т.Ф., Можайцева Н.Ф._ 1983. Научные основы экологического прогноза опустынивания гидроморфных ландшафтов // Проблемы освоения пустынь. № 2. С. 13-21. _Костюченко В.П._ 1984. Засоленность почвогрунтов осушающегося дна Аральского моря как предпосылка выноса соленой пыли // Проблемы освоения пустынь. № 2. С. 27-33. _Костюченко В.П._ 1979. Солончаки осушающегося дна Аральского моря // Особенности песчаных почв и их использование. М.: Наука. С. 134-150. _Костюченко В.П., Богданова Н.М._ 1979. Изучение источников возможного выноса солей

на осушившемся южном побережье Аральского моря // Проблемы освоения пустынь. № 4. С. 3-10. _Котляков В.М._ 1991. Аральский кризис – научное и общественное звучание проблемы // Известия АН СССР. Серия географическая. № 4. С. 5-7. _Кравцова В.И., Лурье И.К., Марков Д.В._ 2001. Картографирование изменений береговой линии Аральского моря по космическим снимкам // Геодезия и картография. № 4. С. 32- 39. _Кравцова В.И., Лурье И.К., Мудря Т.М._ 2002. Космический мониторинг усыхания Арала // Геодезия и картография. № 10. С. 46-52. _Кравцова В.И., Мудря Т.М._ 2004. Сезонные изменения береговой зоны Аральского моря по материалам космической съемки // Вестник Московского университета. Серия 5 географическая. № 5. С. 46-53. _Кувшинова К.В._ 1980. Климат Приаралья и его возможные изменения в вязи с усыханием Аральского моря // Погодообразующие факторы и их роль в биоклиматологии. М.: Наука. С. 17-27. _Кузнецов Н.Т._ 1991. Географо-экологические аспекты гидрологических функций Аральского моря // Известия академии наук СССР. Серия географическая. № 4. С. 82-88. _Кузнецов Н.Т._ 1986. О некоторых аспектах проблемы Аральского моря и Приаралья// Известия академии наук СССР. Серия географическая. № 1. С. 56-62. _Кузнецов Н.Т._ 1977 _._ Научные основы прогнозирования изменений природной среды вследствие падения уровня Аральского моря // Известия АН СССР. Серия географическая. № 5. С. 44-48. _Кузнецов Н.Т._ 1976. Географические аспекты будущего Аральского моря // Проблемы освоения пустынь. № 1. С. 3-11. _Кузнецов Н.Т., Николаева Р.В., Рябова И.Д._ 1980. Современное состояние проблемы Аральского моря. М.: ВНТИЦентр. 53 с. _Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е._ 2001. Современное состояние флоры и растительности заповедника “Бадай-Тугай” в связи с изменением гидрологического режима // Ботанический журнал. т.86. №1. С. 73-84. _Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е._ 2003. Оценка влияния Южно-Каракалпакского магистрального коллектора на заповедник Бадай-Тугай // Аридные экосистемы. Том 9. №19-20. С. 93-105. _Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е._ 2005. Прогнозная оценка изменения экосистем при создании крупного коллектора в бассейне Амударьи // Оценка влияния изменения режима вод суши на наземные экосистемы / Ред. Н.М. Новикова. М.: Наука. С. 316-341. _Курочкина Л.Я._ 1979. Ботанические исследования в бассейне Аральского моря// Проблемы освоения пустынь. № 3. С. 9-17. _Курочкина Л.Я., Вухрер В.В._ 1987. Развитие идей В.Н. Сукачева о сингенезе // Вопросы динамики биогеоценозов: Докл. на IV ежегодн. чтениях памяти В.Н.Сукачева. Москва, 1985 г. М.: Наука. С. 5-27. _Курочкина Л.Я., Вухрер В.В., Макулбекова Г.Б., Димеева Л.А._ 1991. Состояние растительности осушенного дна и побережья Аральского моря // Известия РАН. Серия географическая. № 4. С. 76-88. _Курочкина Л.Я., Ишанкулов М.Ш., Корниенко В.А._ 1979. О границах воздействия снижения уровня Аральского моря на окружающую среду // Проблемы освоения пустынь. № 2. С. 25-34. _Курочкина Л.Я., Макулбекова Г.Б._ 1984. К вопросу о фитомелиорации осушающихся побережий Арала // Проблемы освоения пустынь. № 4. С. 27-31. _Курочкина Л.Я., Макулбекова Г.Б., Вухрер В.В., Малайсарова А.Н._ 1983. Растительность осушенного дна Аральского моря // Состояние акватории и осушенного дна Аральского моря. Алма-Ата. С. 91-128. _Курочкина Л.Я., Можайцева Н.Ф._ 1979. Некоторые данные о составе растительности на обсохшей поверхности дна Аральского моря // Влияние снижения уровня Аральского моря на окружающую среду. Алма-Ата: Ылым. С. 21-42. _Куст Г.С._ 1999. Опустынивание: принципы эколого-генетической оценки и картографирования. М.: Изд-во МГУ. 362 с. _Львович М.И., Цигельная И.Д._ 1978. Управление водным балансом Аральского моря // Известия АН. СССР. Серия географическая. № 1. С. 42-58. _Маев Е.Г.,_ _Маева С.А.,_ _Николаев С.Д.,_ _Парунин О.Б._ 1983. Новые данные по голоценовой истории Аральского моря // Палеогеогрфия Каспийского и Аральского морей в кайнозое. Ч. 2. М.:

Изд-во МГУ. С. 133-144. _Мазин В.Н._ 1979а. К вопросу о фауне и численности млекопитающих обсыхающего дна Аральского моря // Влияние снижения уровня Аральского моря на окружающую среду. Алма-Ата: Ылым. С. 112-116. _Мазин В.Н._ 1979б. К фауне и численности млекопитающих обсыхающего дна Аральского моря // Проблемы освоения пустынь. № 2. С. 64-65. _Малайсарова А.Н., Ледяйкина Н.А._ 1979. Динамика продуктивности пастбищ на Босайском ландшафтно-экологическом профиле // Проблемы освоения пустынь. № 2. С. 58-63. _Макулбекова Г.Б._ 1979. Растительность Босайского створа и ее смена // Проблемы освоения пустынь. № 5. С. 31-36. _Миклин Ф., Аладин Н.В., И.С. Плотников, Ермаханов З.К._ 2016. Возможное будущее остаточных водоемов Аральского моря и их фауны // Труды Зоологического института РАН. Т. 320. № 2. С. 221-244. Межгосударственная координационная водохозяйственная комиссия Центральной Азии. 2018. Электронный ресурс [http://www.icwc-aral.uz/cmc_ru.htm (дата обращения 23.07.2018)]. МКВК 1992/2002. 2002. Рекламный проспект. 16 с. _Можайцева Н.Ф._ 1979. Эволюция ландшафтов при обсыхании восточного побережья Аральского моря // Проблемы освоения пустынь. № 3. С. 18-24. _Можайцева Н.Ф._ 1975. Состояние естественных кормовых угодий современной дельты Сырдарьи и прогноз их изменений в связи с развитием орошения // Мелиорация земель и развитие рисосеяния в Казахстане. Алма-Ата: Ылым. С. 36-41. _Можайцева Н.Ф., Некрасова Т.Ф._ 1984. Метод подсчета ветрового выноса солей с обсыхающего дна Аральского моря // Проблемы освоения пустынь. № 6. С. 15-21. _Молоснова Т.И., Субботина О.И., Чанышева С.Г._ 1987. Климатические последствия хозяйственной деятельности в зоне Аральского моря / Ред. А.Д. Джураев. М.: Московское отделение Гидрометеоиздата. 119 с. _Некрасова Т.Ф._ 1979а. Влияние аридизации на изменение органического вещества и элементов плодородия почв низовьев Сырдарьи // Проблемы освоения пустынь. № 2. С. 70-77. _Некрасова Т.Ф._ 1979б. Особенности водно-солевого режима почв юго-восточного побережья Аральского моря // Проблемы освоения пустынь. № 4. С. 18-28. _Некрасова Т.Ф., Киевская Р.Х._ 1979. Почвенный покров // Влияние снижения уровня Аральского моря на окружающую среду. Алма-Ата: Ылым. С. 48-102. _Никитин А.М._ 1977. Морфометрия и морфология озер Средней Азии // Труды Среднеазиатского регионального научно-исследовательского института Госкомгидромета. Вып. 50 (131). 22 с. _Новикова Н.М., Конюшкова М.В., Тодерич К.Н., Шуйская Е.В., Мамутов Н.К., Реймов П.Р._ 2018. Управление и мониторинг состояния природных ресурсов в Аральской проблеме // Проблемы рационального использования и охрана природных ресурсов Южного Приаралья. VII-я Международная научно-практическая конференция. Нукус, 17-18 июля 2018 г. Ч. 1. С. 72-74. _Новикова Н.М., Маркова Л.Е., Бахиев А.Б, Жалгасбаев Ж._ 1981. О карте современного растительного покрова дельты Амударьи и его динамике в связи с зарегулированием стока // Проблемы освоения пустынь. № 5. С. 21-27. Новый проект по фитомелиорации в низовьях дельты Амударьи и на обсохшем дне моря. 2018. [Электронный ресурс http://www.cawater-info.net/best-practices/ru/base/marker/177 (дата обращения 12.12.2018)]. О мерах по коренному улучшению экологической и санитарной обстановки в районе Аральского моря, повышению эффективности использования и усилению охраны водных и земельных ресурсов в его бассейне. 1988. Постановление ЦК КПСС, Совмина СССР от 19.09.1988 N 1110 (Электронный ресурс https://ipravo.info/sssr1/laws/553.htm [Дата обращения 12.01.2019]). Основные положения концепции сохранения и восстановления Аральского моря, нормализации экологической, санитарно-эпидемиологической, медико-биологической и социально-экономической ситуации в Приаралье. 1991 // Известия РАН. Серия географическая. № 4. С. 8-21. _Попов В.А._ 1990. Проблема Арала и ландшафты дельты Амударьи. Ташкент: Фан. 112 с.

Проблема Аральского моря. 1969. М.: Наука. 175 с. Проблемы освоения пустынь. 1979. № 2. 97 с. Проект 974101 «Устойчивое развитие в сфере охраны окружающей среды, земле- и водопользовании путем создания технологий и космосъемки в Каракалпакстане» Научной программы НАТО 2001-2002 гг. 2003. Бюллетень № 4. Осень 2002-Весна 2003 гг. 8 с. _Рафиков А.А._ 1982. Природные условия осушающегося южного побережья Аральского моря. Ташкент: Фан. 142 с. _Рафиков А.А._ 1984. Оценка природно-мелиоративных условий земель Южного Приаралья. Ташкент: Фан. 160 с. _Рафиков А.А., Тетюхин Г.Ф._ 1981. Снижение уровня Аральского моря и изменение природных условий низовьев Амударьи. Ташкент: Фан. 199 с. _Рубанов И.В._ 1982. Новые данные о строении донных осадков Аральского моря // Проблемы освоения пустынь. № 2. С. 40-43. _Санин М.В., Костюковский В.И., Шапоренко С.И., Кикичев Х.Г., Павловская Л.П., Сальников В.Б., Алишеров Н.В., Фролов А.В., Новосельский Ю.И._ 1991. Озеро Сарыкамыш и водоемы- накопители коллекторно-дренажных вод. М.: Наука. 141 с. Современный и перспективный водный и солевой баланс южных морей СССР. 1972. М.: Гидрометеоиздат. 236 с. _Султангазин У.М., Мукитанов Н.К., Гельдыева Г.В., Мальковский И.М._ 1991. Концепция сохранения и восстановления Аральского моря и нормализации экологической и социально-экономической ситуации в Приаралье // Проблемы освоения пустынь. № 3-4. С. 97-107. _Трешкин С.Е_. 2011. Деградация тугаев Средней Азии и возможности их восстановления. Автореферат дис. …доктора с/х наук. Волгоград. Всероссийский НИИ агролесомелиорации. 45 с. _Трофимова Г.Ю._ 2003. Эколого-географическая база данных Южного Приаралья / Ред. Н.М. Новикова. М.: РАСХН. 60 с. _Чалидзе Ф.Н._ 1973. Динамика растительности прирусловых валов и русел древней и современной дельты р. Сырдарьи // Экология. № 3. С. 24-30. _Aladin N.V_. 1999. Creeping changes in biological communities in the Aral sea // Creeping environmental Problems and sustainable development in the Aral Sea basin / Ed. M. Glantz. Cambridge Univ. press. P. 261-282. Aralkum – a Man-Made Desert. The Desiccated Floor of the Aral Sea (Central Asia)/Eds. S-W. Breckle, W. Wucherer, L.A. Dimeeva, N.P.Ogar. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2012. 486 p. _Bortnik V. N._ 1999. Alteration of water level and salinity of the Aral sea // Creeping environmental Problems and sustainable development in the Aral Sea basin / Ed. M. Glantz. Cambridge Univ. press. P. 47-65. Creeping environmental problems and sustainable development in the Aral sea basin. 1999 / Ed. M.H. Glantz. Cambridge univ. press. 294 p. Ecological research and monitoring of the Aral sea deltas: a basis for restoration. 1998. Book 1. Paris: UNESCO. 353. Ecological research and monitoring of the Aral sea deltas: a basis for restoration. 2001. Book 2. Paris: UNESCO. 284. _Kuzmina Zh.V., Treshkin S.Ye._ 2012. Phytomelioration of Solonchaks in the Uzbekistan Pre-Aral Region Under Recent Climate Change // Aralkum – a Man-Made Desert. The Desiccated Floor of the Aral Sea (Central Asia) / Eds. S-W. Breckle, W. Wucherer, L.A. Dimeeva, N.P.Ogar. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Pp. 407-429. _Kuz'mina Zh.V., Treshkin S.Ye._ 2013. Monitoring of Growth of Black Haloxylon (_Haloxylon aphyllum_) on Hydromorphic Salt Marches of Dried Bottom of Aral Sea // Arid Ecosystems. Vol. 3. No. 4. pp. 220-226. _Letolle R., Mainguet M._ 1993. Aral. Springer-Verlag. France. Paris. 357 p. _Micklin P.P._ 2010. The past, present, and future Aral Sea // Lakes & Reservoirs: Research and Management. Vol. 15. P. 193-213. _Micklin P.P._ 1996. Introductory remarks on the Aral issue // The Aral sea basin. NATO ASI ser. Environment. Vol. 12. / Ed. P. Phillip MIcklin, William D. Williams. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag. P. 3-8. _Novikova N._ 1999. Priaralye ecosystems and creeping environmental changes in the Aral sea // Creeping environmental Problems and sustainable development in the Aral Sea basin / Ed.Glantz. Cambridge Univ. press. P. 100-127. _Novikova N.M., Kuz'mina Zh.V._ 2008. Monitoring of the vegetation in conditions of the Aral Sea ecological crisis. Translation from Russian to English by

T. Dicareva. Edition of the English version by P. Shafroth. Moscow: RAAS. 218 p. _Rafikov A.A._ 1999. Desertification in the Aral sea region Creeping environmental Problems and sustaunable development in the Aral Sea basin /Ed. M. Glantz. Cambridge Univ. press. P. 66-85. Sustainable land use in deserts. 2001 / Eds. S.-W.Breckle, M. Veste, W. Wucherer. Springer-Verlag. Berlin-Heidelberg. New York. 463 p. The Aral sea Basin. 1996. NATO ASI ser. Environment. Vol. 12 / Ed. P. Micklin, W.D. Williams. Berlin Heidelberg: Springler-Verlag. 179 p. The Aral sea: the devastation and partial rehabilitation of a Great sea. 2014 / Eds. Ph. Micklin, N.V. Aladin, I. Plotnikov. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag. 454 p. _Vostokova E.A._ 1999. Ecological disaster linked to landscape composition changes in the Aral sea basin // Creeping environmental problems and sustainable development in the Aral sea basin. 1999 / Ed. M.H. Glantz. Cambridge univ. press. P. 26-46. **ECOLOGICAL AND GEOGRAPHICAL ASPECTS OF THE ARAL SEA CRISIS** **PART 1. THE DEVELOPMENT OF THE ARAL SEA PROBLEM, ITS RESEARCH, EVALUATION AND DEVELOPMENT ACTIVITIES** **© 2019. N.M. Novikova** _Water Problems Institute Russian Academy of Sciences_ _Russia, 119333, Moscow, Goubkina Str., 3. E-mail:_ _nmnovikova@gmail.com_ Received February 10, 2019. After revision February 20, 2019. Accepted February 25, 2019. The article consists of two parts. In the first, this part, an attempt is made to restore consistency in the development of the crisis, the understanding of the causes and environmental consequences of it by the scientific community, the recognition of the authorities. The article briefly discusses the formulation and content of scientific studies of the dynamics of the natural environment, the development of ecological and geographical forecast, monitoring, understanding of the limits of anthropogenic impact, understanding of the results and approaches to the development of practical measures to address environmental problems arising from the fall of sea level and desertification of the Aral sea region. The novelty of the content of the article is to include in the consideration of new materials characterizing the current (after 1990-ies) stage of development of the problem, scientific research, analysis of the consequences of the implementation of previously planned practical measures to address the issues of desertification mitigation in the Aral sea region, as well as a brief overview of the identified new environmental problems and activities planned to address them. In the second part of the article it is supposed to consider in more details the formulation and results of research and scientific and practical work in different landscape regions of the Priaralye to study the development of environmental consequences of the fall of the Aral sea level. _Key words:_ Aral sea, Aral sea crisis, deltas of the Amu Darya and Syr Darya, deserts in Priaralye; the fall of the sea level, environmental consequences, dried bottom of the sea, desertification; research programs, environmental forecast and monitoring; documents: reports, decisions. **DOI: 10.24411/2542-2006-2019-10026**