

**Национальная академия наук Кыргызской Республики
Институт геологии им. М.М. Адышева и Институт сейсмологии**

Диссертационный совет Д 25.14.504

на правах рукописи
УДК 551.482.215.75;626.814

Тажиева Турсунай Чайхсламовна

**Гидроэкология Приаралья:
природоохранные попуски и водохозяйственные мероприятия**

25.00.36 – Геоэкология

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Бишкек – 2014

Работа выполнена в Таразском государственном университете им.
М.Х. Дулати

Научный руководитель: доктор геолого-минералогических наук,
профессор **Сакиев Кадырбек**
Сатыбалдынович

Официальные оппоненты: доктор технических наук, доцент
Родина Елена Михайловна
кандидат технических наук
Сыдыков Жыргалбек Дуйшекевич

Ведущая организация: ТОО «Казахский научно-исследовательский
институт водного хозяйства» АО
«КазАгроИнновация» Министерства
сельского хозяйства РК. г. Тараз,
ул. Койгельды, 12.

Защита состоится « 23 » января 2015 года в 13.00 часов на заседании
Диссертационного совета Д 25.14.504 при Институтах геологии им. М.М.
Адышева и сейсмологии НАН КР по адресу: 720481, г. Бишкек, бул. Эркиндик,
30.

Тел.: (+996 312) 664737
E-mail: ryskul_kgz@mail.ru

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в библиотеке
Института геологии им. М.М. Адышева НАН КР, по адресу: 720481, г. Бишкек,
бульвар Эркиндик, 30 и на сайте ВАК КР (<http://www.nakkr.kg>).

Автореферат разослан « 28 » декабря 2014 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
к.г.н.



Р.А. Усубалиев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Аральское море, существовавшее до 1987 г. как единый водоем, в настоящее время разделено на ряд мелких водоемов. Одна часть находится на территории Казахстана, это Малый Арал, а другая часть – это Большое море, которое находится на территории Узбекистана и Казахстана.

Началом экологической и водохозяйственной проблемы Арала можно считать 1960 год. До этого режим моря был стабильным, уровень воды находился на отметке 52-53 м Балтийской системы высот. Площадь водной поверхности была равна 64-65 тыс. км², объем воды был равен 60-63 км³.

После решения о широкомасштабном расширении орошения в бассейне Амударьи и Сырдарьи в целях увеличения производства хлопка, продуктов питания, обеспечения занятости и т.д., площадь орошаемых земель в регионе увеличилась в 2 раза, водопотребление в сельском хозяйстве – в 2,5 раза и поступление воды в море уменьшилось более чем в 4 раза.

Строительство первой очереди Каракумского канала (1959 г.) считается началом безвозвратного изъятия речного стока из бассейна, а развернувшееся в последующем гидростроительство по созданию многочисленных водохранилищ на реках Амударьи и Сырдарьи и оросительно-обводнительных каналов ускорило процесс деградации Аральского моря.

В течение последующих 20 лет уровень моря снизился более чем на 10 м, объем сократился в 3 раза, площадь водной поверхности – в 1,2 раза. Следующий 10 лет был катастрофическим для Арала, сток Сырдарьи и Амударьи в отдельные годы в море не поступал. В результате оно перестало существовать как единый водоем, берега местами отошли более чем на 100-150 км, обнажилось около 33 тыс. км² морского дна.

В настоящее время от прежнего моря остались три крупных водоема. В казахстанской части – это Малый Арал, в котором более менее стабилизирована экологическая и водохозяйственная ситуация, которая достигнута в результате внедрения международного проекта «Регулирование реки Сырдарья и Северного Аральского моря, Фаза I» в 2004-2007 годах. По этому проекту в 2005 г. в Малом Арале построена Кокаральская дамба, отделяющая его от Большого моря, благодаря которой Малый Арал сохраняет уровень на отметке 42 м по балтийской системе высот.

Но, экологическая проблема в казахстанской части Большого моря на площади более, чем 12 тысяч км² продолжается, уровень воды упал до 31 м, в настоящее время здесь образовано два водоема. Первая – это глубокая, но узкая западная часть, где средняя глубина более 40 м. Второе – это мелководная и обширная восточная часть, где глубина не более 2-3 м.

Поверхность высыхающей восточной части покрыта мелкодисперсной солью и другими ядовитыми веществами. Часто возникающие бури поднимают эти соединения в атмосферу, и они распространяются на значительные расстояния. Ученые обнаружили их следы уже в Антарктиде.

Исходя из этого, разработка инженерно-технических решений на основе природоохранных и водохозяйственных мероприятий в Малом Арале и казахстанской части Аральского моря является актуальной.

Связь темы диссертации с крупными научными программами и основными научно-исследовательскими работами. Тема диссертации тесно связана со многими общереспубликанскими стратегиями и концепциями развития страны. Разработанные в диссертации вопросы инженерных методов расчета были реализованы при разработке и уточнении проектов РРССАМ 2 при проведении хозрасчетной научно-исследовательской работы «Разработка комплекса неотложных и перспективных мероприятий по увеличению пропускной способности русла р.Сырдарья ниже Шардаринского водохранилища до впадения в Малый Арал» (20.02.2006 г.) и внедрены в учебный процесс ТарГУ им. М.Х. Дулати в 2005-06 уч. год.

Цель и задачи работы. Цель работы заключалась в разработке инженерно-технических мероприятий для восстановления природных комплексов и улучшения социально-экологического состояния Приаралья на основе использования природоохранного стока реки Сырдарья.

Поставленная цель достигнута решением в диссертации следующих задач:

- оценка и обобщение гидроэкологической и водохозяйственной ситуации в Приаралье;
- анализ и оценка уровня водопотребления в бассейне реки Сырдарья и Аральского моря;
- установление причинно-следственной связи деградации и выявление факторов дестабилизации экосистемы Приаралья;
- анализ, оценка, обобщение норм природоохранных попусков для рек аридной зоны;
- методика нормирования природоохранных попусков для рек аридной зоны;
- разработка инженерных мероприятий для возрождения залива Сарышыганак;
- разработка инженерных мероприятий для создания водно-болотных угодий в казахстанской части Большого моря.

Научная новизна проведенных исследований заключается в том, что:

а) статистическим анализом выявлено, что для осушенной части Аральского моря почвенный покров представлен в основном мелкодисперсным песком, насыщенным хлоридно-сульфатными соединениями, среди которых соли хлорида натрия ($NaClO_2$) составляют 56%, сульфата магния ($MgSO_4$) - 26% и сульфата кальция ($CaSO_4$) - 15%;

б) впервые за последние десятилетия для рек аридной зоны и на примере нижнего течения р.Сырдарья и казахстанской части Аральского моря анализирован водно-солевой режим, на основе чего установлена величина природоохранного стока для природно-экологических комплексов, которая варьируется от 20 до 36% от среднегодового стока в зависимости от фазового режима и водности реки;

в) на примере Малого Арала научно обоснован и разработан способ каскадного управления водно-солевым режимом моря и создания двухуровневого каскада водоемов, отделяемых земляной плотиной, с отметками воды в заливе Сарышыганак 50 м абс. и в Малом Арале – 42 м абс. и объемами в 3 раза меньше, чем единый водоем на отметке 46 м абс.;

г) на примере казахстанской части Большого моря впервые установлена социально-экономическая и экологическая эффективность и разработан принцип создания третьего уровня каскада в виде водно-болотных угодий с отметкой 36 м абс., площадью 2,6 тыс. км² и объемом воды 10,2 км³.

Практическая и экономическая значимость полученных результатов состоит в следующем:

- Часть материалов диссертации переданы для использования в проектных проработках по дальнейшему улучшению социально-экономической ситуации в Приаралье (см. справки о внедрении);

- результаты диссертации были использованы и используются на семинарах по повышению квалификации преподавателей и специалистов-экологов (Кызылординский государственный университет им. Коркыт ата, Казахский НИИ водного хозяйства), при преподавании дисциплин по экологии и геоэкологии (Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати,) и др.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

1. Оценка и обобщение современной гидроэкологической ситуации в казахстанской части Аральского моря, представленная снижением уровня моря до 22 м, осушением морского дна на площади более, чем на 33 тыс. км², полным преобразованием флоры и фауны, прекращением деятельности национального заповедника «Барсакельмес» и рыбного хозяйства в Приаралье.

2. Методика нормирования природоохранных попусков в нижнем течении реки и в море, позволяющая рассчитать объем стока необходимого для сохранения моря на экологически приемлемом уровне в условиях дефицита водных ресурсов в регионе.

3. Концепция и схема восстановления и подпитки залива Сарышыганак на отметке 50 м абс. с объемом 4,75 км³ и минерализацией не более 3-5 г/л с помощью каскада водоемов и используя свойства химической стратификации потока по глубине.

4. Принцип и схемы создания на казахстанской части Большого моря третьего каскада в виде водно-болотных угодий с использованием природоохранных попусков в Приаралье, позволяющие улучшить социально-экономическую и экологическую ситуацию в регионе.

Личный вклад соискателя. На основе анализа и оценки экологической и водохозяйственной ситуации Приаралья автором сформулированы цель и задачи исследований, определены основные пути их реализации. Автор самостоятельно участвовала в разработке методики исследований и в проведении натуральных и теоретических исследований,

Апробация работы. Материалы диссертационной работы докладывались и обсуждались на международных научно-практических конференциях «Научное обеспечение как фактор устойчивого развития водного хозяйства»

(Тараз, 2005), «Эколого-гидрологические процессы изучения и использования водных ресурсов» (Казань, 2006), «Индустриально-инновационное развитие - основа устойчивой экономики Казахстана» (Шымкент, 2006), «Вода: ресурсы, качество, мониторинг, использование и охрана вод» (Алматы, 2007), «Актуальные проблемы экологии, строительства и водного хозяйства» (Тараз, 2007), «Экологическая безопасность урбанизированных территорий в условиях устойчивого развития» (Астана, 2007), «Актуальные проблемы экологии» (Тараз, 2007), «Научно-образовательный потенциал нации и конкурентоспособность страны» (Тараз, 2008), «Актуальные экологические проблемы Республики Татарстан» (Казань, 2007), «Проблемы экологии АПК и охраны окружающей среды» (Кызылорда, 2008), «Проблемы инновационного развития общества: настоящее и будущее» (Тараз, 2009), «Обеспечение экологической безопасности - путь к устойчивому развитию Казахстана» (Тараз, 2010), «Проблемы развития мелиорации и водного хозяйства и пути их решения» (Москва, 2011), интернет-конференции «7-а международна научна практична конференция «Achievement of high school, секция Биология. Экология. География и геология» (София, 2011), интернет-конференции «VIII Międzynarodowej Naukowi – Praktycznej Konferencji «Wschodnie Partnerstwo – 2012, Volume 10, Ekologia, Geografia i geologia, Budownictwo i architektura. – Przemysł Nauka i studia» (Польша, 2012), международных научно-технических конференциях «Проблемы совершенствования управления природными и социально-экономическими процессами» (Бишкек, 2013), «Окружающая среда и устойчивое развитие Кыргызстана» (Бишкек, 2014).

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в работе, обоснованы натурными и теоретическими исследованиями, проведением их с использованием современных стандартных приборов и оборудования, сходимостью результатов исследований и расчетных данных с ранее и позднее проведенными работами в этом направлении и результатами других организаций, статистической обработкой многих данных.

Полнота отражения результатов диссертации в публикациях.

Результаты исследований по теме диссертации опубликованы в 27 научных статьях и патентах, в том числе в 3 рекомендациях, что вполне отражает основное содержание и результаты диссертации.

Структура и объем диссертации. Работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и актов внедрения.

Общий объем диссертации 148 страниц, в том числе 22 таблицы, 31 графических иллюстраций. Список литературы включает 156 наименований.

Исследования выполнены в Таразском государственном университете им. М.Х. Дулати МОиН РК.

Автор выражает благодарность и признательность научному руководителю д.г.-м.н., проф. Сакиеву К.С., первому руководителю д.п.н., проф. (Сарыбекову Н.С.), д.т.н. Карлыханову О.К. за внимание и помощь, оказанную при выполнении данной работы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении изложены состояние проблемы, актуальность, цель и задачи исследований, научная новизна, практическая ценность и защищаемые положения диссертации, реализация результатов исследований и др.

В первой главе диссертации анализированы процессы и изменения, которые произошли в бассейне Аральского моря, которое до 1960 года имело режим, близкий к исторически сложившемуся за последние 500 лет. В этот период уровень моря устоялся на отметке 52 м.

В 1960 г. средний уровень Аральского моря составлял 53,4 м, приток воды в море – 56,0 км³, минерализация воды – 7,2 г/л. Если в 1910-1960 гг. в среднем ежегодно в Арал поступало около 62 км³ воды, то в 1961-1970 гг. – 43,3 км³ в 1971-1980 гг. – 16,7 км³, в 1981-1990 гг. – 3,5 км³.

Сток реки Сырдарья в 1974-1986 гг. не доходил до Арала, сток реки Амударья частично отсутствовал в 1982-1983 гг., 1985-1986 гг. и 1989 г. Море отошло от берегов местами более чем на 100-150 км, обнажив около 33 тыс. км² засоленного бывшего морского дна (рис. 1).



Рис. 1 Постепенное изменение акватории Аральского моря, 1 и 2 – первичный и вторичный пояса восстановительных мероприятий (фитомелиоративные работы, водно-болотные угодья (ветланды) и др.).

На этой территории обычным явлением стало выдувание из морского дна соли и песка, которые по некоторым оценкам достигло до 100 млн. тонн в год. За счет уменьшения площади моря, увеличения испарения и поступления дренажно-коллекторных вод увеличилась соленость моря, которая составляла в 1965 году 9,94 г/л, а в настоящее время около 65 г/л.

Усыхание Аральского моря повлияло на температурный режим и режим увлажнения прибрежной полосы шириной от 50 до 100 км на севере, востоке и западе и от 200 до 300 км на юге и юго-западе. С изменением температурного

режима Приаралья, изменились годовые осадки и внутригодовое распределение атмосферных осадков.

Причиной ухудшения водного и химического режимов и экологической ситуации в бассейне Арала является чрезмерное уменьшение притока поверхностных вод из Сырдарьи и Амударьи, главных источников его питания, что значительно ухудшило водный баланс моря (таблица 1).

Таблица 1 – Среднегодовой водный баланс моря в динамике

Годы	Средняя площадь, км ²	Объем притока, км ³			Потери на испарение, км ³	Изменение объема нетто, км ³
		речной сток	осадки	всего		
1926-1960	65,78	55,2	8,2	63,4	64,1	-0,7
1960-1970	64,47	42,8	8,4	57,2	63,3	-6,1
1970-1985	53,66	16,3	6,6	22,9	56,2	-33,3
1985-2002	33,45	14,4	4,7	19,1	35,0	-15,9

Годовой водный баланс моря рассчитывался по следующей формуле

$$Q - Q_n + (PF)/10^6 = (EF)/10^6 \pm (\delta_n F)/10^6 \quad (1)$$

где Q - годовой приток речных вод, км³; Q_n - годовой приток подземных вод, км³; P - годовые осадки на поверхности моря, мм; F - среднегодовая площадь моря, км²; E - годовое испарение с поверхности моря, мм; δ_n - годовые изменения уровня моря, нетто, мм; 10⁶ - константа пропорциональности, мм/км.

Анализ изменения векового уровня моря за наблюдаемый и прогнозируемый периоды показывает следующее (рис.2):

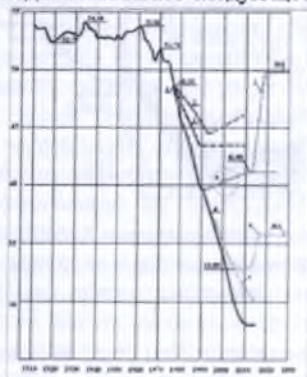


Рис. 2. Вековой ход уровня Аральского моря. 1 – наблюдаемый, 2 и 3 – ранее предпринятые меры: оптимистический и пессимистический варианты, 4 – уровень Большого моря после разделения в 1988 г., 5 – уровень казахстанской части моря после разделения в 1995 г., 6 – уровень существующего Малого Арала, 7 – прогнозный уровень первого каскада, 8 – прогнозный уровень третьего каскада.

1. До 1965 г. уровень моря колебался на отметке 53 м абс. и затем началось интенсивное снижение уровня.

2. В настоящее время море разделено на ряд мелких водоемов: в северо-восточной части образован Малый Арал с отметкой уровня 42 м абс., а в юго-западной части - Большое море, разделенное на два водоема (таблица 2).

Таблица 2 – Динамика изменения площади и объема моря

Отметка уровня, м. абс	Площадь, тыс. км ²				Объем, км ³			
	Малый Арал	Большое море		Все море	Малый Арал	Большое море		Все море
		Запад. часть	Восточ. часть			Запад. часть	Восточ. часть	
53,0	6,0	13,6	46,5	66,0	79,7	302	681	1063
51,0	5,3	13,3	41,0	59,6	68,7	275	593	938
48,0	4,8	13,0	37,6	55,3	53,7	236	476	766
43,0	3,8	11,4	31,4	46,6	31,9	175	304	511
33,0	1,3	6,2	16,0	23,4	6,0	85	70	161
23,0	-	2,7	-	2,7	-	41	-	41

Основным водопотребителем в бассейне реки Сырдарьи является Узбекистан, который использует для своих нужд более 60% располагаемых водных ресурсов, а Казахстан получает объем стока от 15 до 20% в зависимости от водности года.

В работе проанализирована степень водопотребления в Южно-Казахстанской и Кызылординской областях, т.е. в нижнем течении реки, с оценкой влияния на него факторов природного и антропогенного характера.

Во второй главе диссертации проведен анализ изменения гидрохимического состава воды и почвы высушенного дна Аральского моря. Дно покрыто солью, объем которой по оценкам специалистов достигает 10 млрд. тонн солей, среди которых соли хлорида натрия составляют 56%, сульфата магния - 26% и сульфата кальция - 15%.

По мере высыхания моря соли аккумулировались на его дне и высохшая часть моря стала источником мощных соле-пылевых выбросов в атмосферу. Поэтому в настоящее время наиболее серьезной проблемой стало выдувание солей и пыли с высохшей части моря, так как осушенная полоса стала источником мощных пыльных бурь. Основная часть пыли переносится на 150-500 км, а их следы обнаружены плодородной Ферганской долине, в Грузии на побережье Черного моря и даже на арктическом побережье России. Некоторые источники указывают об обнаружении их следов в Антарктиде.

Проведен анализ формирования качественного состава оросительных вод, формирующихся в бассейне р. Сырдарья и оценка влияния на них факторов природного и антропогенного характера в связи с разделением моря на несколько частей, так как гидрохимический режим каждого из них зависит от множества факторов, одним из них является химический состав воды реки.

Анализ формирования качественного состава воды реки показывает, что отмечается повышение общей минерализации речной воды и содержания

сульфатов, хлоридов и др. Вследствие этого вода в нижнем и среднем течениях реки стала непригодной для питьевого водоснабжения (рис. 3).

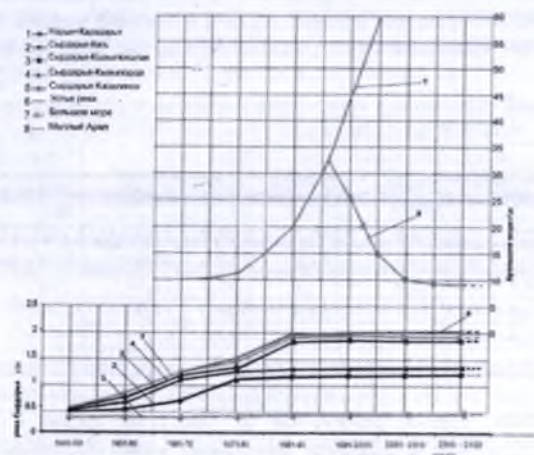


Рис. 3 - Многолетний тренд минерализации речного стока по створам р.Сырдарьи и Аральского моря (по данным ГЭФ/ВБ, 2002, Амиргалиева Н.А., 2007 и автора, 2014).

Прогноз гидрохимического режима воды реки Сырдарьи проводился балансовым методом по следующему уравнению:

$$C_{oi} = \frac{Q_1 \cdot C_{o1} + \Sigma Q_2 \cdot C_{o2} + \Sigma Q_3 \cdot C_{o3} + \Sigma Q_4 \cdot C_{o4}}{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4}, \quad (2)$$

где: C_{oi} – минерализация воды в данном створе, г/л; Q_1 – объем стока в вышележащем створе, км³/год; C_{o1} – минерализация воды в вышележащем створе, г/л; Q_2 и C_{o2} – объем возвратных коллекторно-дренажных вод с полей орошения и их минерализация; Q_3 и C_{o3} – объем возвратных сточных вод с полей орошения и их минерализация; Q_4 и C_{o4} – объем стока и минерализации воды в притоках.

Выявлена причина ухудшения качества водных ресурсов, которое произошло в результате широкомасштабного развития орошаемых земель и привело к нарушению природного гидрологического и гидрохимического режимов, развитию отрицательных гидрогеологических и почвенно-мелиоративных процессов, изменению водности самих рек, и в конечном счете ухудшению экологической обстановки в Приаралье.

В третьей главе диссертации рассмотрены подходы по назначению природоохранного попуска.

Анализ работ по назначению природоохранного попуска показал, что для обоснования его величины предложено множество рекомендации, что говорит о высокой заинтересованности специалистов водников, экологов, биологов и др.

найти оптимальное решение для сохранения экологического равновесия в бассейне реки в условиях зарегулированности стока и усиления антропогенной нагрузки.

Многие методы и рекомендации по назначению природоохранного попуска применяются в качестве экспертной оценки для рек гумидной зоны европейской части СНГ и участков рек Казахстана с низкой биологической продуктивностью. При отсутствии материалов наблюдений и надёжных зависимостей для аридной зоны и бассейна рек с высокой биологической продуктивностью их применение требует существенного уточнения основных положений.

Некоторые из этих подходов (Фашевский Б.В., Ладьянина Н.В., Раткович Д.Я. и др.) представляют обобщенный вид и формулируют только общие качественные требования, и их нельзя отнести к разряду методик расчета природоохранного попуска.

Ряд рекомендаций (Яцык А.В., Ковалевский В.С. и др.) учитывают условия транспортирования твердого стока реки, как одно из составляющих поддержания экологического равновесия речного бассейна, но они не доведены до практического применения для рек аридной зоны.

В следующей группе работ (Бурлибаев М.Ж., Достай Ж.Д., Карлыханов О.К.) природоохранный попуск устанавливается с учетом водности года, меженных расходов и расходов в периоды половодья и паводка.

Анализ методик определения природоохранного попуска для рек аридной зоны Казахстана показал, что применение известных методов, учитывающих влияние весеннего половодья в пределах поймы, где она находится в хозяйственно не разрушенном состоянии, не представляется возможным или они дают заниженный объем попуска.

Обосновано, что для сохранения экологического равновесия речного бассейна и обеспечения социальных нужд населения в низовьях рек природоохранный попуск должен быть не менее 40% от среднегодовых расходов или амплитуд 30-40-летних природных ритмов водотока.

На основе результатов исследований автора, размеры природоохранного попуска, проходящего через конечный створ реки, где начинается ее дельта нужно принять в размере $Q_{ис} = k_p Q_0$, где k_p – коэффициент природоохранного попуска, зависящий от фазового режима реки, Q_0 – расход реки в расчетном створе. За основу предлагаемой методики принято положение о том, что недостаточно оставлять в водном источнике только постоянную в течение года величину природоохранного попуска. При этом статистические параметры стока каждого месяца рекомендуется определять методом наибольшего правдоподобия.

Пример расчета определения природоохранного попуска для обводнения дельты и подачи в Малый Арал в годы вышесредней водности, где расчетным створом является Шардаринское водохранилище (ШВХ), указаны в таблице 3.

Как видно из таблицы 3, при поступлении в ШВХ речного стока в объеме 17,8 км³, который соответствует высокой водности лет, в дельту реки и Малый Арал должно быть подано 6,4 км³ воды для поддержания их экологического состояния, что составляет 36% годового стока. По такой же методике

рассчитывается величина природоохранного попуска и для лет средней и малой водности.

Таблица 3—Соотношение сбросного расхода ШВХ и ПС необходимого для обводнения дельты и подачи в Малый Арал

Месяцы	Показатели			
	$Q_{ШВХ}, м^3/с$	K_p	$Q_{п.р.}, м^3/с$	$W_{п.с.}, млн. м^3$
1	534,0	0,46	247,0	661,565
2	575,0	0,43	247,0	597,542
3	564,0	0,33	186,0	498,182
4	596,0	0,36	215,0	557,280
5	662,0	0,26	172,0	460,685
6	712,0	0,25	178,0	461,376
7	698,0	0,23	160,0	428,544
8	458,0	0,35	160,0	428,544
9	497,0	0,43	214,0	554,688
10	496,0	0,44	218,0	583,891
11	484,0	0,46	223,0	578,016
12	499,0	0,46	230,0	616,032
Средний	564,58		204,17	
За год, млн. м ³	17804,59			6426,345

В работе уточнено назначение природоохранного стока, который должен включать в себя, кроме природоохранного попуска, и санитарно-эпидемиологический попуск, обеспечивающий способности экосистем к саморегулированию, самоочищению и самовосстановлению. С учетом этого природоохранный сток определяется по следующей формуле:

$$W_{п.с.} = W_{п.р.} + W_{с.п.} \quad (3)$$

где $W_{п.р.}$ – объем природоохранного попуска, $W_{с.п.}$ – объем санитарно-эпидемиологического попуска.

При жестком соблюдении предлагаемых принципов природоохранного стока в низовьях реки можно обеспечить возрождение и восстановление жизнедеятельности экосистемы в пределах речного бассейна.

В четвертой главе диссертации проанализированы этапы деградации казахстанской части Аральского моря и предлагаемые меры его восстановления. Проблема дальнейшего повышения уровня казахстанской части Большого моря рассмотрена из приоритетности экологического эффекта внедряемых мероприятий. В последние годы в низовьях реки проводятся мероприятия по реконструкции существующих гидротехнических сооружений и строительству новых в рамках проектов РРССАМ 1 и 2 (Регулирование русла реки Сырдарья и Северного Аральского моря), которые проанализированы с точки зрения эффективности или нецелесообразности отдельных компонентов.

Проектом РРССАМ 2 предусмотрено расширение водохозяйственных мероприятий в низовьях реки Сырдарья и Малом Арале для стабилизации

экологической ситуации в регионе. Одним из мероприятий по этому проекту является поднятие уровня воды Малого Арала, отметка которого в настоящее время находится на 42 м. По проекту разработан двухуровневый каскад водоемов (вариант 1), первый – залив Сарышыганак с отметкой уровня воды 46 м, и второй - Малый Арал с отм. 42 м. Предложены также другие варианты этого проекта - создание единого водоема на отметке 46 м (вариант 2). Предлагается также довести уровень единого водоема до 50 м (вариант 3).

Предложенные варианты проектов о создании каскада водоемов в целом правильные, однако, возражение касается отдельных его решений. Варианты 2 и 3 не приемлемы, так как в бассейне реки исчерпаны водные ресурсы для них.

На основе расчетов указана необходимость пересмотра отдельных решений проекта по Сарышыганак, т.к. некоторые его компоненты могут привести к негативным экологическим последствиям:

В условиях ограниченного объема водных ресурсов для заполнения Малого Арала из реки Сырдарья который принят с учетом лимита последних лет в объеме 5,85 км³, объем и площадь водной поверхности Малого Арала и залива, рассчитанные от существующего уровня до исторически сложившегося изменяются в следующих пределах (таблица 2).

Таблица 2 - Топографическая характеристика и объемы испарения Малого Арала и залива Сарышыганак

Отметки, м	Малый Арал			Сарышыганак		
	$W, км^3$	$F, тыс.км^2$	$W_1, км^3$	$W, км^3$	$F, тыс.км^2$	$W_1, км^3$
50	56,25	4,33	3,72	4,75	0,84	0,72
48	47,4	3,86	3,32	3,17	0,77	0,66
46	41,2	3,58	3,08	1,76	0,6	0,52
44	32,9	3,5	3,01	0,74	0,422	0,36
42	27,0	3,17	2,73	0,12	0,14	0,12

Здесь W – объем водоема, F – площадь водной поверхности водоемов, W_1 – объем ежегодного испарения с водной поверхности.

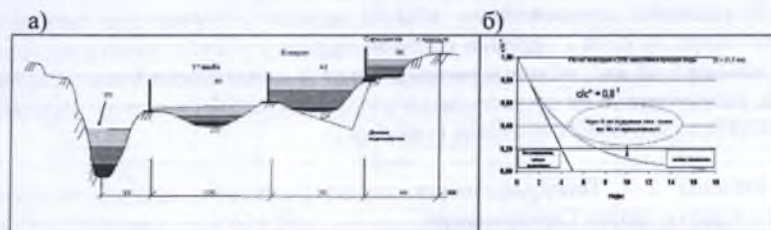
Из таблицы 2 видно, что объем Малого Арала в 12-13 раз больше объема залива Сарышыганак, площадь – в 5 раз. Чтобы поднять уровень воды в Малом Арале до 48 м или же до 50 м нужно набрать не менее 20 – 29 км³ воды, а для залива Сарышыганак в пределах 3 – 4,5 км³. Как видно, существует большая разница в объеме воды для поднятия уровня водоемов до указанных отметок.

В таблице 3 приведены расчеты времени наполнения Малого Арала до предполагаемых отметок. Для заполнения Малого Арала до отметок от 44 до 50 м потребуется от 2 до 16 лет. При этом заполнение водоема будет неравномерным и зависеть от водности отдельного года, в особо маловодные годы (95% обеспеченности и выше) поступление в него, возможно, будет меньше, чем объем испарения, что приведет к снижению уровня.

Таблица 3 – Время наполнения Малого Арала до предполагаемых отметок

Отметки	Малый Арал		
	$\Delta W = W_1 - W_5, \text{ км}^3$	$\Delta W_1 = W_{50\%} - W_1, \text{ км}^3$	$T = \Delta W / \Delta W_1$
50	29,25	1,776	16,47
48	20,7	2,176	9,51
46	14,2	2,416	5,88
44	5,9	2,486	2,37
42	0	2,766	

В результате полученных данных разработано мероприятие по рассолению залива Сарышыганак гравиметрическим способом (рис. 4).



в)



Рис. 4. Схема возрождения залива Сарышыганак. а) каскад водоемов в Малом Арале; б) продолжительность рассоления в зависимости от объема поступления пресной воды; г) варианты каналов для подпитки залива водой.

Для рассоления воды применяется свойства стратифицированных потоков, т.е. расслоение его по мере насыщения солями. Соли нижних слоев со временем оседают и создают активный солевой концентрат, увеличивая минерализацию водоема при водно-солевом обмене. Путем периодического промыва нижних, наиболее минерализованных слоев воды, через регулируемые донные водовыпуски за короткий срок можно получить эффект рассоления залива (рис. 4а).

Нужно отметить, что при этом скорость промыва нижних сильно минерализованных слоев зависит от разницы уровней воды в каскаде. В целом вытеснение нижнего слоя воды значительно эффективнее при смешивании с пресной водой, через 6 лет содержание соли уменьшается менее чем на 10 % от первоначального (рис. 4б). Предложены варианты трассы канала, который втекает в залив со стороны г. Аральск, наиболее выгодным является подача воды через Камыстыбасской озерной системы по варианту 5 (рис. 4г).

Для стабилизации экологической ситуации рекомендовано создание в казахстанской части Аральского моря каскада водоемов (рис. 5), которое позволяет эффективно использовать природоохранные попуски и существенно повысить рыбохозяйственное значение этих водоемов.



Рис.5. Принципы каскадного регулирования уровня Аральского моря: А – точка разделения моря в 1988 г., Б - точка разделения Большого моря в 2005 г., В – начало восстановления залива, Г – начало восстановления казахстанской части Большого моря, 1 – снижение уровня Большого моря, 2 – повышение уровня Малого Арала, 3 – прогнозный уровень залива Сарышыганак, 4 – прогнозный уровень казахстанской территории Большого моря.

При каскадном управлении уровнями моря отдельные проливы перекрываются земляной дамбой с водосбросными и рыбопропускными сооружениями, основные показатели которых представлены на рис. 6.

Первая дамба с отметкой 50 м абс. перекрывает залив Сарышыганак, с топографическими характеристиками и величиной испарения с водной поверхности (рис.6а и бб), поднимет уровень воды и полностью покроет водой высохшее дно залива вплоть до г.Аральск.

Водоем, созданный с помощью первой дамбы имеет следующие преимущества: создается водоем с параметрами, близкими естественному водному режиму, вода непосредственно будет заполнять причалы г. Аральск. Дополнительно будет покрыто примерно 800-850 км² территории залива. Залив восстановит свое биоразнообразие быстрее, чем при отм. 46 м. Возобновится водо- и солеобмен между отдельными частями моря, начнется интенсивный процесс рассоления воды в заливе. Улучшится социально-экономическая инфраструктура в Приаралье.

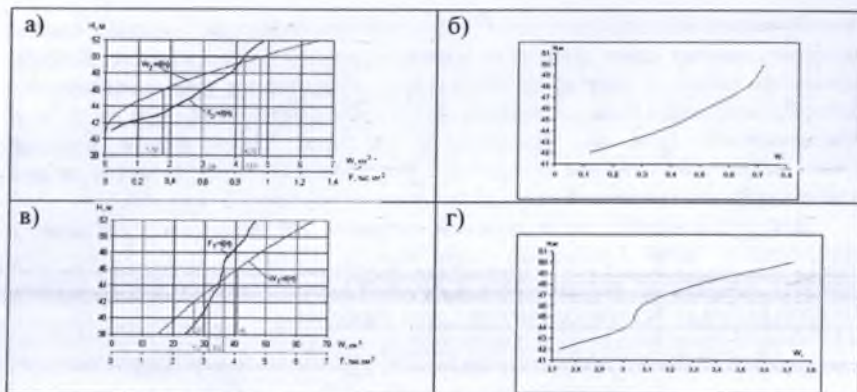


Рис. 6. Топографические характеристики и испарение с водной поверхности водоемов в км³

За счет увеличения численности рыбы в Малом Арале и в заливе будет достигнут экономический эффект, за счет появления дополнительных рабочих мест, улучшения состояния окружающей среды, создания зон рекреации – социальный эффект, за счет уменьшения минерализации воды, количества пыле-солевых бурь и полшади опустынивания территории - экологический эффект. Вторая дамба - это существующая Кокаральская плотина с отметкой воды 42 м и уже установившимися характеристиками (рис. 6в и 6г). Уровень воды в этой части моря можно остановить на этой отметке или же поднять с помощью парпетной конструкции до 43 м, как предлагает ПК «Казгипроводхоз».

В этом случае параметры Малого Арала существенно улучшатся, объем воды составит более 30 км³, площадь водной акватории – 3,5 тыс. км², а средняя глубина в водоеме будет в пределах 6 м, что оптимально для подавления процесса эвтрофикации (цветения) воды.

Третья дамба (см. рисунок 4), перекрывает пролив между полуостровом Куланды и о. Барсакельмес на отметке 35 м абс. и уровень воды в этом водоеме нужно держать в зависимости от поступления ПС в пределах 32-33 м абс., а если позволяют водные ресурсы - на отметке 36 м. В этом случае на казахстанской части Большого моря создается водоем, соединенный с заливом Туштыбас с характеристиками, приведенными на рис 7.

Объем воды, по расчетам будет меньше в 3 раза, чем объем Малого Арала на отм. 42 м абс. Средняя глубина также будет втрое меньше, на территории этого водоема будут преобладать водно-болотные угодья (ветланды) с 3-4 впадинами глубиной 5-6 м, включая залив Туштыбас, наличие которых подтверждается космическими снимками. Площадь покрытия водой на отметке 35 м будет 2600 км², что на 800 км² меньше площади Малого Арала на отметке 42 м, но на 1800 км² больше, чем площадь залива на отм. 50 м.

В результате в Малом Арале и северной части Большого моря создается каскад водоемов, который станет оптимальным для регуляции водно-солевого

режима водоемов в казахстанской части Аральского моря и температурного режима Приаралья. Рыбохозяйственное значение каждого из этих водоемов сохранится, а в случае оснащения рыбопропускными сооружениями существенно повысится, так как все 3 водоема будут в составе каскада и рыбопроходными.

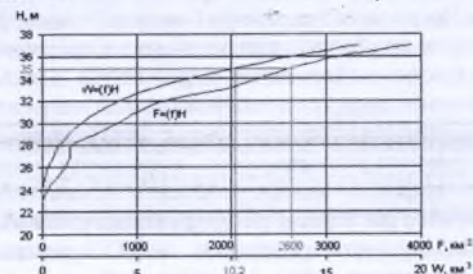


Рис.7. Топографическая характеристика казахстанской части Большого моря

Доведение уровня воды в заливе Сарышыганак до отметки 50 м абс. снимает многие экологические проблемы в Казахстанской части Аральского моря и создает благоприятный водно-солевой режим в зоне проекта и появляется возможность развития рекреационной зоны в г. Аральске.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На основе обобщения материалов гидрологических ежегодников, НИР, отчетных данных водохозяйственных организаций, многочисленных статей и монографий по Аральской проблеме за период 1965-2014 гг., выполнен анализ экологических и водохозяйственных условий в Приаралье.

Анализ показал, что ухудшение экологической ситуации и процесс деградации в целом в бассейне рек Амударья и Сырдарья и в Аральском море произошло из-за нерационального использования стока этих рек на хозяйственные цели, необоснованного снижения природоохранного стока, предназначенного для поддержания площади морят на экологически безопасной акватории, глубины и объема, соответствующих водно-солевому режиму моря. Выяснилось, что процессы деградации моря с негативным воздействием на окружающую среду в виде пыле-солевого выноса в атмосферу усиливаются и в дальнейшем могут иметь необратимый характер.

2. На основе анализа, оценки, обобщения ранее предложенных рекомендаций и проведения теоретических исследований разработана методика нормирования природоохранного попусков для рек аридной зоны, по которой можно рассчитать объем стока необходимого для сохранения моря на экологически приемлемом уровне в условиях дефицита водных ресурсов в регионе.

3. Обоснован гравиметрический способ рассоления воды в заливе, не имеющий аналога в Казахстане. Способ основан на вытесняющем эффекте

нижних слоев воды в водоеме при промывке через донные водовыпуски, который не уступает эффекту рассоления водоема путем смешения с пресной водой.

При обосновании гравиметрического способа рассоления воды учтены свойства стратифицированного потока, т.е. расслоение его по мере насыщения солями, в нижнем слое которого создается солевой концентрат, являющийся активным составляющим при водно-солевом обмене в пределах водоема.

4. Обоснованы водохозяйственные мероприятия для Малого Арала и северной части Большого моря, включающие каскад водоемов, в каждом из которых создаются водно-болотные угодья с оптимальным условием для регуляции их водно-солевого режима.

Необходимость создания каскада водоемов показана на фактическом материале. Предложенное каскадное регулирование уровней воды в Малом Арале и казахстанской части Большого моря приведет к покрытию значительной части высохшего дна в казахстанской части Аральского моря, снижению пыле-солевых выбросов в атмосферу и создаст более благоприятный водно-солевой режим с ограниченным объемом водных ресурсов.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах.

1 Тажиева Т.Ч. Пути дальнейшего улучшения экологической ситуации Аральского море [Текст]/Тажиева Т.Ч. //Вестник ТарГУ им. М.Х.Дулати. «Природопользование и проблемы антропосферы». №2. Тараз: 2011, с.23-28.

2 Тажиева Т.Ч. Водохозяйственные проблемы в казахстанской части Аральского море [Текст]/Тажиева Т.Ч. //Вестник ТарГУ им. М.Х.Дулати. «Природопользование и проблемы антропосферы». №2.Тараз: 2011, с.124-118.

3 Тажиева Т.Ч. К экологической обстановке в нижнем течении реки Сырдарья [Текст]/Тажиева Т.Ч. //Вестник ТарГУ им. М.Х.Дулати. «Природопользование и проблемы антропосферы». №3. Тараз: 2011, с.146-152.

4 Карлыханов О.К. К экологическому нормированию речного стока [Текст]/Карлыханов О.К., Тажиева Т.Ч.//Сборник научных трудов ТОО «КазНИИВХ». Вып. 2. Том 48. Тараз: 2011, с. 152-156.

5 Мустафаев Ж.С.Методика нормирования природоохранных попусков и потенциально-свободного стока рек. Часть 1. Методологические основы [Текст]/Мустафаев Ж.С., Балгерей М.А., Карлыханов О.К., Козыкеева А.Т., Тажиева Т.Ч. //ТОО «КазНИИВХ». Тараз: 2011. 18 с.

6 Мустафаев Ж.С.Методика нормирования природоохранных попусков и потенциально-свободного стока рек. Часть 2. Методика определения [Текст]/Мустафаев Ж.С., Балгерей М.А., Карлыханов О.К., Козыкеева А.Т., Тажиева Т.Ч.//ТОО «КазНИИВХ». Тараз: 2011. 22 с.

7 Мустафаев Ж.С.Методика нормирования природоохранных попусков и потенциально-свободного стока рек. Часть 3. Пример расчета [Текст]/Мустафаев Ж.С., Балгерей М.А., Карлыханов О.К., Козыкеева А.Т., Тажиева Т.Ч.//ТОО «КазНИИВХ». Тараз: 2011. 15 с.

8 Чодураев Т.М. Проблема экологической оптимизации использования водных ресурсов в бассейне реки Сырдарья [Текст] /Чодураев Т.М., Тажиева Т.Ч. //Республиканский научно-теоретический журнал «Наука и новые технологии». №4, 2012. Бишкек: 2013. с. 136-137.

9 Тажиева Т.Ч. Проблемы управления водными ресурсами в бассейне реки Сырдарья [Текст] /Тажиева Т.Ч. //Республиканский научно-теоретический журнал «Наука и новые технологий». №4, 2012. Бишкек: 2013. с. 144-146.

10 Карлыханов О.К. Гидроэкологические проблемы использования водных ресурсов реки Сырдарья [Текст] /Карлыханов О.К., Тажиева Т.Ч. //Материалы международной научно-практической конференции «Проблемы совершенствования управления природными и социально-экономическими процессами». – Вестник КГУ им. И.Арабаева. – Специальный выпуск. – Серия: Естественные науки. – Бишкек, (2013)-1. – с 114-115.

11 Карлыханов О.К. Адаптация системы мониторинга на Кызылординском гидроузле [Текст] /Карлыханов О.К., Тажиева Т.Ч. //Материалы международной научно-практической конференции «Проблемы совершенствования управления природными и социально-экономическими процессами». – Вестник КГУ им. И.Арабаева. – Специальный выпуск. – Серия: Естественные науки. – Бишкек, (2013)-1. – с 115-117.

12 Karlykhanov O.K., Bekbaev R.K. Tazhieva T.Ch. To Questions of Renaissance Small Aral Sea in Kazakhstan//World Applied Sciences Journal 31 (6): 1151-1154, 2014.

13 Karlykhanov O.K., Bekbaev R.K. Tazhieva T.Ch. Water Problems of Aral Sea and Ways of Their Solution//World Applied Sciences Journal 31 (6): 1214-1216, 2014.

14 Карлыханов О.К. Кызылорда су торабында жүйелік мониторингтің қолданылуы [Текст] /Карлыханов О.К., Мұсабеков Қ.К., Тажиева Т.Ч. //Жаршы, № 1 (252), 2014. 16-20 б.

15 Сакиев К.С. Принципы интегрированного управления гидрологическим режимом в нижнем течении реки Сырдарья [Текст] /Сакиев К.С., Карлыханов О.К., Тажиева Т.Ч. //Материалы международной научно-практической конференции «Окружающая среда и устойчивое развитие Кыргызстана», Бишкек 5-6 июня 2014 г. – Вестник КГУ им. И.Арабаева. – Специальный выпуск. (в печати).

16 Карлыханов О.К. Проблемы Аральского моря и перспективы его возрождения [Текст] /Карлыханов О.К., Сакиев К.С., Тажиева Т.Ч. //Материалы международной научно-практической конференции «Окружающая среда и устойчивое развитие Кыргызстана», Бишкек 5-6 июня 2014 г. – Вестник КГУ им. И.Арабаева. – Специальный выпуск. (в печати).

РЕЗЮМЕ

Тажиева Турсунай Чайхсламовна

Диссертация «Гидроэкология Приаралья: природоохранные попуски и водохозяйственные мероприятия» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.36 – Геоэкология

Ключевые слова: Аральское море, экологическая деградация, Малый Арал, природоохранный сток, каскад водоемов, гравиметрический метод рассоления воды, водно-болотные угодья.

Объект исследования – Малый Арал и казахстанская часть Аральского моря.

Целью работы: Разработка инженерно-технических мероприятий для восстановления природных комплексов и улучшения социально-экологического состояния Приаралья на основе использования природоохранного стока реки Сырдарья.

Для реализации поставленной цели были рассмотрены и решены следующие задачи:

- проанализирован и оценен уровень водопотребления в бассейне реки Сырдарья и в казахстанской части Аральского моря;
- оценена экологическая ситуация в бассейне Аральского моря и степень изменения гидрохимического режима, определены причины изменения;
- проанализирован и оценен теоретический и практический опыт нормирования природоохранных попусков и разработана методика их расчета;
- предложены научно обоснованные природоохранные и водохозяйственные мероприятия по стабилизации экологической ситуации в Малом Арале и казахстанской части Аральского моря путем каскадного регулирования и распределения водных ресурсов, создания ряда водно-болотных угодий с различными уровнями отметками;
- разработана схема управления водными ресурсами и инженерно-технические мероприятия в Малом Арале и казахстанской части Аральского моря, что позволяет эффективно использовать природоохранный сток и максимально снизить площади высыхающего дна моря.

Применение разработанной схемы каскадного регулирования уровня режима в Малом Арале и казахстанской части Аральского моря позволяет снизить уровень мелькодисперсных пылей и солей, поднимаемых в атмосферу и улучшить социально-экологическую и водохозяйственную обстановку в Приаралье в условиях усиления антропогенной нагрузки на природные комплексы.

Поставленная цель в диссертационной работе достигнута, и задачи научных исследований решены.

Тажиева Турсунай Чайхсламовна

«Арал боюнун гидроэкологиясы: жаратылыш коргоо сууларын коё берүү жана суу чарба иш чаралары» деген темада 25.00.36 – Геоэкология адистиги боюнча техника илимдеринин илимий даражасын алууга талаптанып жазылган диссертациясынын

РЕЗЮМЕСИ

Негизги сөздөр: Арал деңизи, экологиялык деградация, Кичи Арал, жаратылыш коргоо агымы, суу көлмөлөрүнүн каскады, суунун катмарланышынын гравиметриялык ыкмасы, суу-саздак жерлер.

Изилдөөнүн объектиси: Кичи Арал жана Арал деңизинин казахстан бөлүгү.

Иштин максаты: Сыр-Дарыя суусунун жаратылыш коргоо суу агымын пайдалануунун негизинде, Арал боюнун жаратылыш комплекстерин калыптандыруу жана социалдык-экологиялык абалын жакшыртуу үчүн инженердик-техникалык иш-чараларды иштеп чыгуу.

Коюлган максаттарды ишке ашыруу үчүн төмөнкү маселелер каралды жана чечилди:

- Сыр-Дарыя суусунун алабында жана Арал деңизинин казахстан бөлүгүндө сууну колдонуунун деңгээли анализденди жана бааланды;
- Арал деңизинин алабынын экологиялык абалы жана гидрохимиялык режиминин даражасынын өзгөрүшү бааланды, өзгөрүүнүн себептери аныкталды;
- Жаратылыш коргоо сууларын коё берүүдө теоретикалык жана иш-аракеттик тажрыйбанын ченемдери анализденди жана бааланды жана аларды эсептөөнүн ыкмасы иштелип чыкты;
- Суу ресурстарын бөлүштүрүү жана каскаддык жөнгө салуу жоолдору менен, ар кандай деңгээлде чектелген суу-саздак жерлерди жасоо менен Кичи Арал жана Арал деңизинин казахстан бөлүгүнүн экологиялык абалын туруктуу боюнча илимий жактан негизделген жаратылышты коргоо жана суу чарбалык иш чаралар сунушталды;
- Кичи Аралга жана Арал деңизинин казахстан бөлүгүнө суу ресурстарын жана инженердик-техникалык иш-чараларды башкаруунун схемасы иштелип чыкты. Бул жаратылыш коргоо суу агымын натыйжалуу колдонууга жана кургак бара жаткан деңиз түбүнүн аянтын максималдуу азайтканга өбөлгө болот.

Колдонуу чөйрөсү. Кичи Аралдагы жана Арал деңизинин казахстан бөлүгүнө иштелип чыккан каскаддык жөнгө салуу схемасын колдонуу, атмосферага көтөрүлүп чыккан майда диспердик чандардын жана туздардын деңгээлин азайтканга жана жаратылыш комплекстерине антропогендик жүктөрдүн күчөөсүнүн шартында, Арал боюнун социалдык-экологиялык жана суу чарбалык жагдайларын жакшыртууга өбөлгө болот.

Диссертациялык иште коюлган максаттар аткарылды жана алдыга коюлган илимий изилдөөлөрдүн маселелери чечилди.