

НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИНСТИТУТА ГЕОГРАФИИ В РЕШЕНИИ АРАЛЬСКОЙ ПРОБЛЕМЫ

А.Р. Медеу, И.М. Мальковский, Л.С. Толеубаева

Географические аспекты водохозяйственных и водно-экологических проблем регионов Казахстана являются традиционными направлениями научной деятельности Института географии. В связи с официальным признанием Приаралья зоной экологической катастрофы (1988 г.), Институт географии активно участвует в проведении исследований по аральской проблематике.

Разработанная Институтом Концепция сохранения и восстановления Аральского моря вошла в число победителей Всесоюзного конкурса концепций нормализации экологической и социально-экономической обстановки в бассейне Аральского моря (1990 г.) (У.М. Султангазин, Н.К. Мукитанов, Г.В. Гельдыева, И.М. Мальковский). Концепция предусматривала сохранение Аральского моря как целостного солоноватого водоема путем восстановления речного притока в море за счет реализации в течение 20 лет программы интенсификации водопользования в сфере производства [1, 2].

По результатам Всесоюзного конкурса Институт географии был определен головной организацией от Казахстана по выполнению научно-технической программы ГКНТ СССР «Научное обеспечение комплекса первоочередных мероприятий по улучшению экологической и социально-экономической обстановки в Приаралье» на 1991-1995 гг. (Н.К. Мукитанов). Исполнителями программы были организации Казахстана, России, Украины, Узбекистана, Киргизии. Одновременно Институт географии был определен координатором Республиканской программы «Научные основы целевой программы социально-экономического развития экологически дестабилизированного Аральского региона» на 1991-1995 гг. (РНТП-Арал) (Н.К. Мукитанов). Соисполнителями программы были 20 академических и отраслевых научных организаций Казахстана.

Для координационной работы и выполнения тематических заданий программ при Институте географии был сформирован временный творческий коллектив (ВТК «Арал») численностью более 70 специалистов широкого профиля из 30 научно-исследовательских организаций Союза и Казахстана (Н.К. Мукитанов, И.М. Мальковский). Исследования по программе проводились в направлениях:

– Оценка изменений природной среды Приаралья под влиянием хозяйственной деятельности.

– Оценка социально-экономических последствий опустынивания и загрязнения природной среды Приаралья.

– Разработка научных основ долговременной стратегии экологического и социально-экономического развития Приаралья.

– Обоснование первоочередных мероприятий по стабилизации экологической обстановки в Приаралье.

Основными результатами выполнения союзной программы ВТК «Арал» явились:

– разработка и оценка альтернативных вариантов стабилизации и восстановления водно-солевого режима Аральского моря (И.М. Мальковский, А.К. Имангазиев, Б.А. Асанбеков) [3];

– разработка имитационной модели стока Сырдарьи в Аральское море и предложений к нормированию антропогенных нагрузок на водные ресурсы бассейна (И.М. Мальковский, А.К. Имангазиев) [3];

– экологическая и социально-экономическая оценка целесообразности строительства регулируемого водоема в заливе Сарышыганак (Г. В. Гельдыева, Г. К. Ветлицкая);

– оценка мелиоративных условий северо-восточной части Приаралья (Г. К. Ветлицкая);

– разработка рекомендаций по повышению продуктивности природных комплексов дельт путем выборочного обводнения озерных систем и лиманного орошения (Г.К. Ветлицкая);

– оценка экономических последствий деградации природной среды и ухудшения здоровья населения Приаралья (О.Н. Байсеркеев, А.А. Акынова);

– оценка состояния социальной сферы Кызылординской области на основе проведения анкетирования (О.Н. Байсеркеев, А.А. Акынова);

– создание основ проблемно-ориентированной автоматизированной системы анализа данных об экологическом состоянии Приаралья (Г.К. Ветлицкая, У.С. Абдибеков);

– разработка методологии составления экологических карт Приаралья (включая осушенное дно моря) с отработкой на ключевых участках (Г.В. Гельдыева, Т.И. Будникова, И.Б. Скоринцева).

В рамках республиканской программы получены следующие результаты:

1. Дана оценка изменений природной среды Приаралья под влиянием хозяйственной деятельности, в т.ч.:

– ресурсов подземных вод Казахстанской части Приаралья в условиях техногенеза (В.И. Порядин, С.М. Шапиро);

– подземного водосолеобмена котловины Аральского моря и его динамики в связи с усыханием моря (С.М. Шапиро, Т.Н. Винникова);

– динамики состояния геологической среды осушенного дна Аральского моря и прилегающей территории (В.П. Бочкарев, Д.П. Позднышева);

– динамики эолового рельефообразования на осушенном дне Аральского моря (Г.В. Гельдыева, Т.И. Будникова);

– динамики песчаных массивов Юго-Восточного Приаралья (Б.К. Бекниязов);

– почвенного покрова обсыхающего дна Аральского моря как источника ветрового выноса солей (В.М. Стародубцев);

– антропогенной измененности ландшафтов Приаралья (Г.В. Гельдыева, Т.С. Гуляева, И.Б. Скоринцева);

– изменения состава, численности и экологии фауны Приаралья (К.К. Кайруллаев);

– экологической обстановки осушенного дна и побережья Аральского моря (Л.Я. Курочкина, Г.Б. Макулбекова).

2. Оценены социально-экономические последствия опустынивания и загрязнения природной среды Приаралья, в т.ч.:

- демографической ситуации, образа жизни и состояния здоровья населения Приаралья (К.К. Курманалиев, Т.С. Русманова);
- интегрального народнохозяйственного ущерба вследствие дестабилизации природной среды Приаралья (К.Б. Исентаев, А.Ю. Скопин).

3. Разработаны научные основы долговременной стратегии экологического и социально-экономического развития Приаралья, в т.ч.:

- концепции сохранения и восстановления Аральского моря (И.М. Мальковский, Г.В. Гельдыева) [1];
- оптимизационно-имитационного подхода к проблеме реконструкции Аральского моря (И.М. Мальковский);
- концепции системного анализа проблем Аральского региона (А.А. Закарин, Э.Т. Оразов);
- теоретического и методологического обоснования математической модели гидрогеологических условий Приаралья (В.В. Веселов, В.М. Мирлас);
- комплексной республиканской программы исследований по проблемам Аральского региона (И.М. Мальковский, Т.А. Омарова).

4. Дано обоснование первоочередных мероприятий по стабилизации экологической обстановки в Приаралье, в т.ч.:

- предложений по использованию подземных вод Приаралья для водоснабжения, оазисного орошения, обводнения пастбищ и развития лечебно-оздоровительной базы (В.И. Порядин);
- рекомендаций по уменьшению подземного солевывноса в котловину Аральского моря (С.М. Шапиро, Т.Н. Винникова);
- предложений по освоению новых и улучшению эксплуатируемых месторождений полезных ископаемых в Приаралье (В.П. Бочкарев);
- мероприятий по фитомелиорации осушенного дна Аральского моря (Л.Я. Курочкина, Г.Б. Макулбекова, В.В. Вухрер);
- рекомендаций по рациональному использованию и фитомелиорации пастбищ Приаралья (Л.Я. Курочкина, В.В. Вухрер, С.А. Еримбетов);
- первоочередных мер по улучшению социально-экономической ситуации в Приаралье (Б.С. Самойленко, К.Б. Исентаев, О.И. Егоров).

Начало 1990-х годов стало периодом активного включения Института географии в международные научно-технические программы по Аральской тематике. В 1990-1993 гг. он являлся головной организацией от Казахстана по международному проекту ЮНЕП «Помощь в подготовке Плана действий по сохранению Аральского моря» (Н.К. Мукитанов). В рамках этого проекта институт был организатором III совещания и полевой миссии рабочей группы экспертов ЮНЕП в г.Алма-Ате (июнь-июль 1991 г.). Основным результатом выполнения международного проекта стали разработка диагностического документа и концепция преодоления Аральского кризиса.

Результаты исследований составили информационно-аналитическую базу для последующего выполнения международных и отечественных программ и проектов по проблемам Аральского моря.

В 1991-1994 гг. Институт географии активно сотрудничал с Глобальным инфраструктурным фондом (ГИФ, Япония) по решению проблем Аральского

региона. При институте была создана техническая рабочая группа по Аралу Международного секретариата ГИФ (Н.К. Мукитанов), которой были разработаны концептуальные основы и механизмы международного сотрудничества по проблемам Аральского моря в условиях новой геополитической обстановки в Центральной Азии. В качестве высшего органа регулирования взаимоотношений в области использования и охраны природных ресурсов бассейна Аральского моря рекомендовалось создание Совета президентов республик Центральной Азии и Казахстана. В структуре исполнительных органов межгосударственного управления водными и другими ресурсами бассейна Аральского моря предложена организация межгосударственного координационного совета. Для реализации межгосударственной целевой программы ликвидации последствий Аральского кризиса намечено создание консорциума «Арал», разработана программа научного обеспечения, проекта управления окружающей средой бассейна Аральского моря, поддержанная на 1-м Международном конгрессе ГИФ, состоявшемся в Центре Картера (Атланта, США, октябрь 1991 г.). В рамках программы в 1993-1994 гг. совместно с японскими специалистами изучено состояние орошаемых земель низовьев Сырдарьи с использованием данных дистанционного зондирования (И.М. Мальковский, Г.В. Гельдыева, К. Биманов) [4].

В 1993-2000 гг. Институт географии являлся головной организацией от Казахстана по выполнению международного проекта ЮНЕСКО «Экологические исследования и мониторинг дельтовых районов Аральского моря как основа их восстановления» (Н.К. Мукитанов). В выполнении проекта участвовали исследовательские группы ученых Германии, России, Узбекистана, Казахстана, в т.ч. три субпроекта исполнялись Институтом географии (И.М. Мальковский, Г.В. Гельдыева, И.В. Северский) [5, 6].

За счет безвозмездного финансирования проекта Правительством Германии Приаральский экологический центр Института географии был оснащен современными измерительными комплексами, компьютерной техникой и лабораторным оборудованием (И.М. Мальковский, А.Г. Аскараров). В результате выполнения проекта была организована система мониторинга и моделирования гидроэкологического состояния озер и водно-болотных угодий дельты Сырдарьи, а также процессов опустынивания в природных комплексах дельты и осушенного дна Аральского моря (А.Г. Аскараров, С.А. Ахметов, С.Б. Соколов, в дальнейшем А.З. Таиров, Д.У. Абдибеков) (рис. 1) [7]. На основе выполненных исследований дана оценка эколого-токсикологического состояния Малого Аральского моря и крупных озерных систем дельты р. Сырдарьи (Н.А. Амиргалиев).

Таким образом, в результате комплексных географических исследований в рамках государственных заказов и международных проектов в институте была создана информационно-аналитическая база для выработки конкретных предложений к программе экологического оздоровления и социально-экономической реабилитации Аральского региона [8].

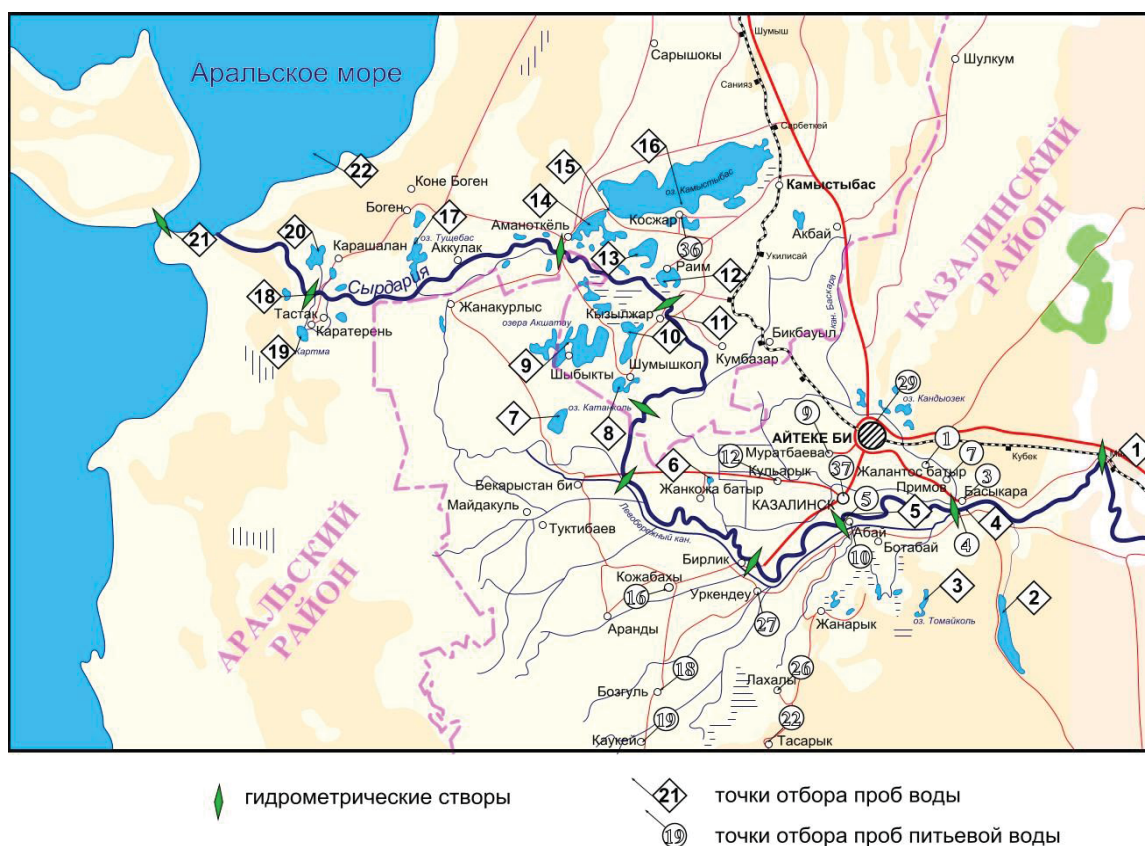


Рисунок 1 – Схема водохозяйственного мониторинга дельты Сырдарьи

В новой геополитической обстановке в Центрально-Азиатском регионе в условиях изменения требований независимых государств к водным ресурсам в трансграничном Арало-Сырдырьинском бассейне Институтом географии рекомендовано реализовать принципиально новую схему независимого каскадного регулирования речного стока в казахстанской части бассейна (А.Р. Медеу, И.М. Мальковский, Ж.Д. Достай, Л.С. Толеубаева). Новая схема предполагает самостоятельное решение Казахстаном двух взаимосвязанных проблем:

- обеспечение социально-экономической и экологической безопасности территории республики, подверженной воздействию наводнений в зимнее время;
- устойчивое водообеспечение населения, отраслей экономики и природных комплексов в критические периоды маловодья.

Кардинальным комплексным решением указанных проблем в условиях изменения проектного ирригационного режима Нарын-Сырдарьинского каскада водохранилищ может стать глубокое зарегулирование речного стока в пределах казахстанской части бассейна путем создания дополнительных регулирующих емкостей. Выполненными Институтом географии исследованиями показано, что созданием сезонных регулирующих емкостей может быть обеспечен переход Шардаринского водохранилища на более эффективное многолетнее регулирование речного стока (И.М. Мальковский, Л.С. Толеубаева) [9].

Во исполнение постановления Правительства Республики Казахстан

Институтом географии была выполнена независимая экспертиза проектных предложений по предотвращению ежегодной угрозы затопления зимними паводковыми водами городских и сельских населенных пунктов Южно-Казахстанской (в настоящее время – Туркестанская область) и Кызылординской областей, а также по повышению объема сельскохозяйственного и рыбного производства в казахстанской части бассейна р. Сырдарьи (И.М. Мальковский, Ж.Д. Достай) (рис. 2).

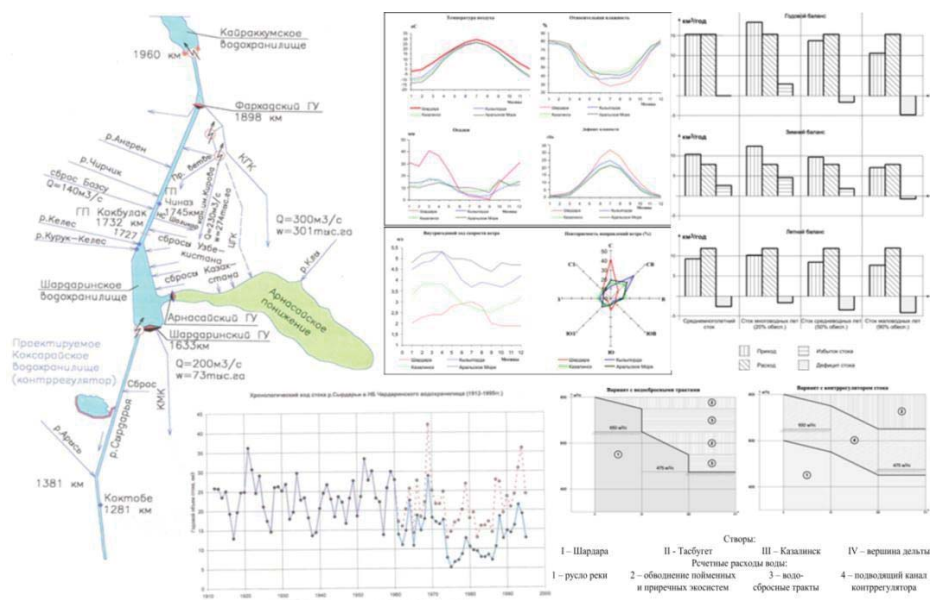


Рисунок 2 – Научное обоснование проекта строительства Коксарайского контррегулятора

Принимая во внимание технические, водохозяйственные, экологические, социальные и экономические показатели сравниваемых вариантов управления водными ресурсами Сырдарьи, Институтом географии рекомендован к реализации вариант строительства контррегулирующего водохранилища Коксарай, комплексно решающего проблему снижения риска зимних наводнений в низовьях Сырдарьи и одновременно дающего возможность эффективного использования аккумулированных объемов речного стока в интересах восстановления и поддержания экосистем, развития рыбоводства и сельхозпроизводства [9].

При этом выбор оптимальной водной стратегии Республики Казахстан в трансграничном бассейне р. Сырдарьи должен быть увязан с принятием межгосударственных соглашений и механизмов комплексного управления водными ресурсами трансграничного бассейна Аральского моря.

В рамках выполнения международного проекта НАТО (департамент «Наука во имя мира») «Восстановление экологической системы в дельте Сырдарьи и Северной части Аральского моря» (Н.Кипшакбаев) Институтом географии на основе проведенных полевых экспериментальных работ с использованием данных дистанционного зондирования (И.М. Мальковский, Л.С. Толеубаева, Т.Е. Сорокина, А.Г. Аскараров) рекомендован комплекс

экологически безопасных и экономически эффективных решений водоустройства дельты (рис. 3).

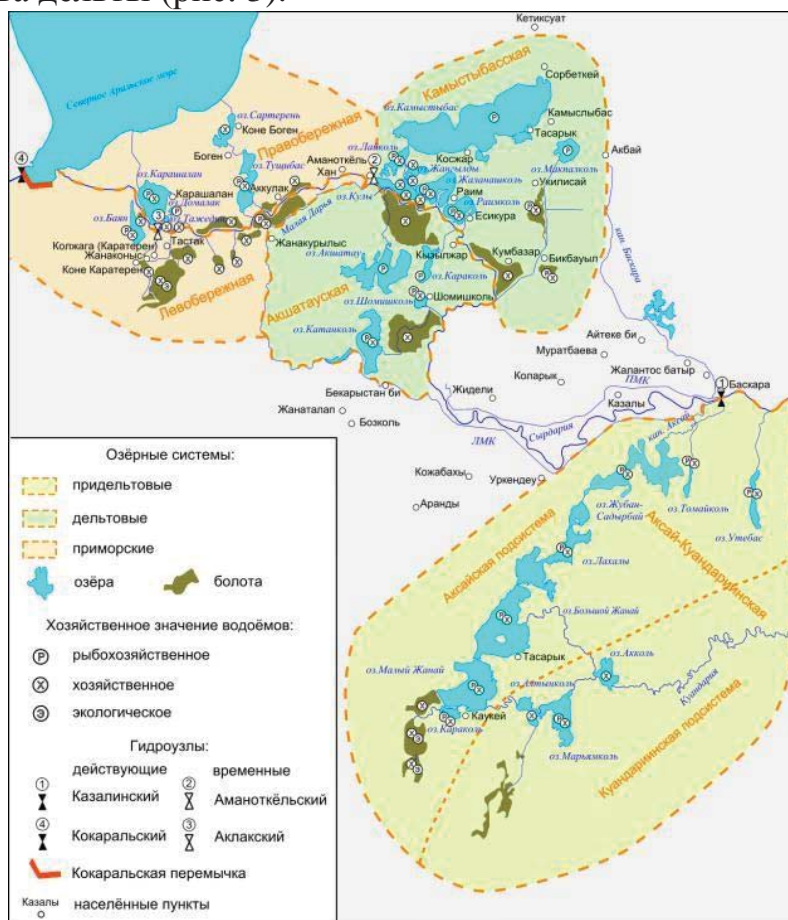
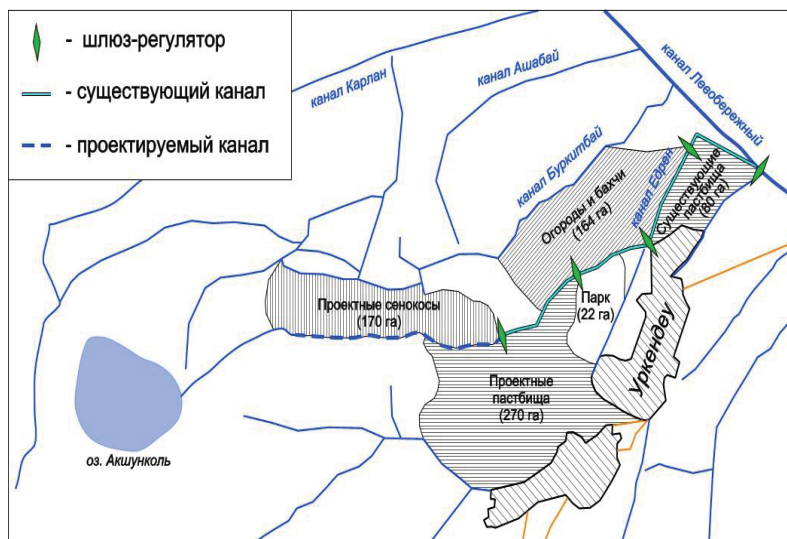


Рисунок 3 – Озерные системы дельты Сырдарьи Рекомендовано

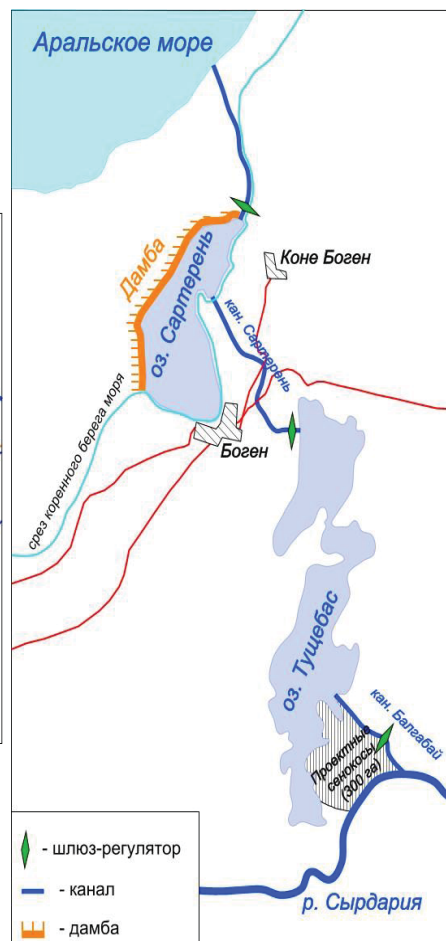
восстановить естественный весенне-летний режим обводнения озерных систем дельты для более эффективного затопления лиманов и сенокосных угодий, сохранения и восстановления лесостепной растительности, развития рыбохозяйственного производства, восстановления ондатроводства [4, 10-13].

Исходя из наиболее актуальных проблем депрессивных районов дельты Сырдарьи разработаны типовые модели водоустройства сельских общин в рамках программы ЮНДП «Развитие потенциала водопользователей для устойчивого развития» (И.М. Мальковский, Т.Е. Сорокина, С.Б. Соколов, А.Г. Аскарлов) (рис. 4) [14].

Растениеводческая модель реализована в проектах водоустройства поселков Уркендеу, Жанкожа Батыр, Туктибаев, Майдаколь, Бозколь. Рыбохозяйственная модель реализована в проектах восстановления озерных систем Тущебас (пос. Боген), Караколь (пос. Каукей), Макпал (пос. Камышлыбаш). Водоснабженческая модель реализована в проекте питьевого водоснабжения пос. Каратерень.



а)



б)

Рисунок 4 – Типовые модели водоустройства сельских общин:
а) растениеводческая; б) рыбохозяйственная

В разработанной Институтом географии концепции обеспечения водной безопасности Республики Казахстан рекомендовано формирование Единой системы водообеспечения Республики Казахстан (ЕСВО РК), как совокупности водисточников и водопользователей с объединяющей их водохозяйственной инфраструктурой, гарантирующей устойчивое снабжение водой населения и производства, а также сохранение и восстановление природных водных объектов (А.Р. Медеу, И.М. Мальковский, Л.С. Толеубаева) [15, 16].

Основой формирования ЕСВО РК станет Трансказахстанский канал (ТКК) «Ертис-Сырдарья» (с водозабором из Шульбинского водохранилища – вторая очередь), одной из целей которого явится компенсация сокращения трансграничного стока Сырдарьи в Казахстан в связи с водозаборами в Узбекистане и Кыргызстане (А.Р. Медеу, И.М. Мальковский, Л.С. Толеубаева) (рис. 5) [17].

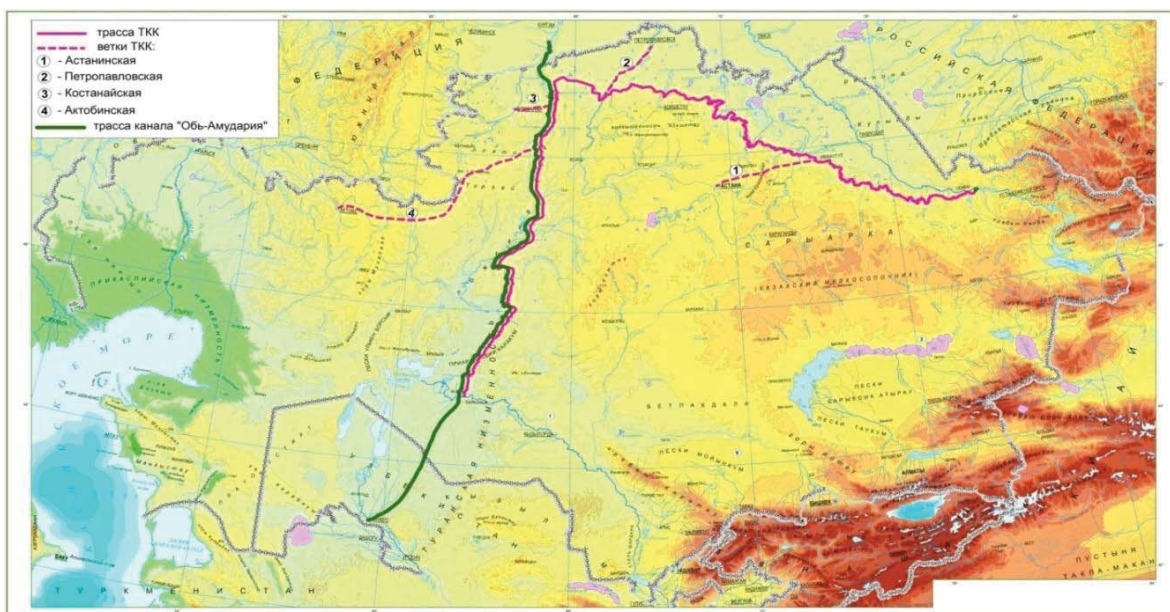


Рисунок 5 – Трансказахстанский канал

В 2014-2016 гг. Институтом географии в рамках программно-целевого финансирования выполнен комплекс исследований по научно-технической программе «Водная безопасность Республики Казахстан: Геопространственная информационная система «Водные ресурсы Казахстана и их использование» (научный руководитель программы А.Р. Медеу). Программа была разработана в соответствии с Протокольным решением заседания Совета безопасности Республики Казахстан от 06 марта 2012 г. В выполнении программы участвовали специалисты ведущих организаций водного профиля республики (КазГидромет, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казселезащита и др.). Одним из результатов исследований явилась разработка системы имитационного математического моделирования стратегии развития водохозяйственного комплекса Республики Казахстан, в т.ч. Арало-Сырдарьинского бассейна. (И.М. Мальковский, Л.С. Толеубаева, Р.Д. Поветкин, Е.М. Пузииков, Д.У. Абдибеков) [16, 18].

В 2021-2022 гг. Институтом географии и водной безопасности выполнена крупная научно-техническая программа «Разработка научно-прикладных основ обеспечения водной безопасности Республики Казахстан в трансграничном Арало-Сырдарьинском бассейне до 2050 г.» (научные руководители: А.Р. Медеу, И.М. Мальковский), разработанная на долгосрочный период (до 2050 г.) в контексте Послания Главы государства К.К. Токаева народу Казахстана (01.09.2022 г.) и по прямому поручению Президента РК от 19 ноября 2020 г. Цель программы: обеспечение водной безопасности Республики Казахстан в трансграничном Арало-Сырдарьинском бассейне, имеющем статус водно-экологического кризиса, с разработкой мер реагирования на складывающиеся угрозы и вызовы. В качестве научного метода достижения поставленной цели использована

методология системного анализа, рассматривающая проблему устойчивого водообеспечения как сложную систему с присущими ей свойствами многомерности, конфликтности, неопределенности. Впервые в республике для решения задач обеспечения водной безопасности трансграничного Арало-Сырдарьинского бассейна применена методология цифрового «динамико-стохастического моделирования» как инструмента исследования сложных систем, подверженных динамическим и стохастическим воздействиям. В результате был создан инструмент (цифровая компьютерная модель) поддержки принятия решений в области стратегического планирования развития систем водообеспечения трансграничного бассейна р. Сырдарья (казахстанская часть) с оценкой по критериям водной безопасности (И.М. Мальковский, Л.С. Толеубаева, Р.Д. Поветкин, Е.М. Пузиков) [19, 20].

В результате выполнения программы получены результаты, отличающиеся научной новизной и практической значимостью. В том числе в разрезе подпрограмм:

1) Изменения регионального климата как условия формирования водных ресурсов в трансграничном Арало-Сырдарьинском бассейне (научный руководитель С.Б. Сайров).

2) Снежно-ледовые ресурсы как основа формирования водно-ресурсного потенциала в трансграничном Арало-Сырдарьинском бассейне (научный руководитель И.В. Северский).

3) Ресурсы речного стока трансграничного бассейна реки Сырдария (научный руководитель С.К. Алимкулов).

4) Качество водных ресурсов в трансграничном Арало-Сырдарьинском бассейне (научный руководитель Н.А. Амиргалиев).

5) Водопотребление населением и отраслями экономики в условиях уменьшения стока р. Сырдария (научный руководитель И.Б. Скоринцева).

6) Развитие геопортала «Устойчивое водно-ресурсное обеспечение населения и экономики Казахстана» для исследований и поддержки обеспечения водной безопасности в трансграничном Арало-Сырдарьинском бассейне (научный руководитель Д.К. Абиева).

7) Экономическая оценка водных ресурсов как инструмент обеспечения устойчивого развития природно-хозяйственных комплексов трансграничного Арало-Сырдарьинского водохозяйственного бассейна Республики Казахстан (научный руководитель А.А. Медеу).

8) Сценарный анализ перспектив устойчивого водообеспечения населения и экономики трансграничного Арало-Сырдарьинского бассейна с использованием имитационного математического моделирования (научный руководитель Л.С. Толеубаева).

9) Научно-прикладные основы обеспечения водной безопасности Республики Казахстан в трансграничном Арало-Сырдарьинском бассейне в условиях изменения климата и хозяйственной деятельности (научные руководители А.Р. Медеу, И.М. Мальковский).

Результатом выполнения программы явились научно-обоснованные рекомендации по устойчивому водообеспечению населения и экономики Республики Казахстан в трансграничном Арало-Сырдарьинском бассейне при различных сценариях изменения стока реки, связанные с изменениями климата и хозяйственной деятельности на территории сопредельных Центрально-Азиатских государств на основе водосбережения в отраслях экономики, реабилитации природных водных объектов, совершенствования межгосударственных водных отношений, оптимизации системной водохозяйственной инфраструктуры, территориального перераспределения водных ресурсов, сохранения устойчивости водно-ресурсных систем.

Институтом географии совместно с Министерством сельского хозяйства Республики Казахстан, Министерством образования и науки Республики Казахстан, Казахским национальным исследовательским техническим университетом им. К.И. Сатпаева, Комитетом по водным ресурсам Министерства сельского хозяйства РК, а также партнерами из Швейцарии, проведена международная научно-практическая конференция «Водные ресурсы Центральной Азии и их использование» (22-24 сентября 2016 г., г. Алматы). На конференции обсуждена жизненно важная для региона тематика управления водными ресурсами как основы устойчивого развития на региональном и национальном уровнях (рисунок 6).



Рисунок 6 – Международная научно-практическая конференция

Итоги конференции явились существенным вкладом в укрепление сотрудничества стран Центрально-Азиатского региона (ЦАР) в решение текущих водных вопросов и достижение целей Международного десятилетия действий «Вода для жизни» (2005-2015 гг.) и Международного года водного сотрудничества (2013 г.):

- в политическом аспекте – предотвращения и мирного разрешения спорных вопросов трансграничного водного сотрудничества;

- в экономическом аспекте – взаимовыгодного использования водных ресурсов трансграничных бассейнов на принципах интегрированного управления водными ресурсами;

- в экологическом аспекте – сохранения ресурсного потенциала и обеспечения экологической устойчивости водных систем трансграничных

бассейнов.

Участники конференции отметили необходимость консолидации имеющихся в странах ЦАР научно-технического и производственного потенциала для решения приоритетных задач водного сектора экономики, развития взаимодействия научных сообществ на национальном и международном уровнях (рис. 6).

ЛИТЕРАТУРА

1. Султангазин У.М., Мукитанов Н.К., Гельдыева Г.В., Мальковский И.М. Концепция сохранения и восстановления Аральского моря и нормализации экологической и социально-экономической ситуации в Приаралье // Проблемы освоения пустынь. Ашхабад: Ылым, 1991. №3-4. С. 97 – 107.

2. Такано Й., Мукитанов Н.К., Мальковский И.М. Концептуальные основы межгосударственной программы ликвидации последствий Аральского кризиса (на русском, английском и французском языках) / Мир науки. Всемирная федерация научных работников, 3, 1992. С. 16-19.

3. Мальковский И.М. Арал: вчера и сегодня. Проблемы и перспективы Аральского кризиса (монография, на русском и английском языках). – Международный фонд спасения Арала, Алматы, 1997. 106 с.

4. Мальковский И.М. Географические основы водообеспечения природно-хозяйственных систем Казахстана (монография). – Алматы, 2008. 204 с.

5. Malkovsky I.M., Sokolov S.B., Sorokina T.E., Toleubaeva L.S., Udartsev S.V. Condition and forecast for hydrological system of the Syrdarya delta // Ecological research and monitoring of the Aral Sea deltas. Book 2. Published by UNESCO, Printed in Spain, 2001, P. 37-49.

6. Мальковский И.М., Соколов С.Б., Пивень Е.Н., Ахметов С.К. Monitoring and simulation of water-salt regime of the lacustrine systems in the Syr-Dar'ya delta // Ecological research and monitoring of the Aral Sea deltas, published by UNESCO, Printed in UK, 1998, P. 35-55.

7. Мальковский И.М., Сорокина Т.Е., Толеубаева Л.С. Hydrological basis for Syrdaria delta restoration // Transaction of the Azerbaijan geographical Society, Baku, 2002, Vol. VIII, P. 52-61.

8. Мальковский И.М., Аскарлов А.Г., Сорокина Т.Е., Толеубаева Л.С. и др. Геоинформационная система поддержки проектов устойчивого развития Казахстанского Приаралья. / Географические основы устойчивого развития Республики Казахстан. Алматы, Гылым, 1998. С. 312-322.

9. Мальковский И.М., Достай Ж.Д., Толеубаева Л.С. Коксарайский контррегулятор на реке Сырдарья: за и против // Вопросы географии и геоэкологии. Алматы, 2008. – №2 (21). – С. 19-24.

10. Мальковский И.М., Соколов С.Б., Сорокина Т.Е., Толеубаева Л.С. Управление водными ресурсами дельты Сырдарьи // Тезисы Международного Симпозиума «Устойчивое использование природных ресурсов Центральной Азии», Алматы, 1997, с. 13.

11. Мальковский И.М., Пивень Е.Н. Потери воды в дельте Сырдарьи и

водный баланс Малого Арала // Географические основы устойчивого развития Республики Казахстан, Алматы, 1998, с. 322-330.

12. Мальковский И.М., Соколов С.Б., Пивень Е.Н. Мониторинг и моделирование водно-солевого режима озерных систем в дельте Сырдарьи / В кн. «Экологические исследования и мониторинг в дельтах Аральского моря. Париж, ЮНЕСКО, 1998, с. 139-158.

13. Кипшакбаев Н.К., Юп де Шуттер, Духовный В.А., Мальковский И.М., Огарь Н.П., Хаббибуллин А.С., Япринцев В.В., Тучин А.И., Яхиева К.К. Восстановление экологической системы в дельте Сырдарьи и северной части Аральского моря. – Алматы: ЭВЕРО, 2010. 220 с.

14. Мальковский И.М., Сорокина Т.Е. Типовые схемы водоустройства сельских общин экологически депрессивных районов Приаралья // Доклады к международной научно-практической конференции 22-23 января, 2003 г. «Современные проблемы гидроэкологии внутриконтинентальных бессточных бассейнов Центральной Азии», Алматы, 2003, с. 248-252.

15. Мальковский И.М., Толеубаева Л.С. К формированию единой системы водообеспечения Республики Казахстан // Вопросы географии и геоэкологии. Алматы, 2010. № 2. С. 19-23.

16. Мальковский И.М., Толеубаева Л.С., Толекова А., Долбешкин М.В., Пузиков Е.М. Оценочная модель сценариев развития Единой системы водообеспечения Республики Казахстан // Вопросы географии и геоэкологии. Алматы, 2015. № 2. С. 15-24.

17. Мальковский И.М., Бектурганов Н.С., Пивоваров А.Н. Водная безопасность Республики Казахстан: трансказахстанский канал «Ертис-Сырдарья» // Известия национальной академии естественных наук. Астана, 2013 г. № 4. С. 4-9.

18. Мальковский И.М., Толеубаева Л.С., Сорокина Т.Е., Таиров А.З., Пузиков Е.М. Толекова А., Абдибеков Д.У., Долбешкин М.В., Поветкин Р.Д. Геопространственное имитационное моделирование систем водообеспечения бессточных бассейнов Балкаша и Арала // Вопросы географии и геоэкологии. – Алматы, 2016 – № 2. – С. 11-28.

19. Мальковский И.М., Толеубаева Л.С., Поветкин Р.Д., Пузиков Е.М., Таиров А.З., Сорокина Т.Е., Толекова А., Абдибеков Д.У. Методика имитационного динамико-стохастического моделирования системы водообеспечения трансграничного Арало-Сырдарьинского бассейна // Қазақстан Республикасы Академиясының Хабаршысы. №2 (41) 1б. – 2022. – С.35-44.

20. Пузиков Е.М., Поветкин Р.Д. Компьютерное моделирование системы водообеспечения трансграничного Арало-Сырдарьинского бассейна // ҰҚК Академиясының Хабаршысы, 2022. – № 3 (42) – С. 57-68.