

ЧЕМБАРИСОВ Э.И., ХОЖАМУРАТОВА Р.Т.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ГИДРОЭКОЛОГИЯ

(на примере Республики Каракалпакстан)

Учебное пособие

МАЖБУРИЙ НУСХА

НУКУС
«БИЛИМ»
2012

551.46/49; 626/627(575.1) - *Исследования
охр. вод.*

УДК 812.161.1
ББК 26.222
Ч-42

Чембарисов Э.И., Хожамуратова Р.Т.
ПРАКТИЧЕСКАЯ ГИДРОЭКОЛОГИЯ (на примере
Республики Каракалпакстан). Учебное пособие.
Нукус, «Билим», 2012 г. 84 стр.

УДК 812.161.1
ББК 26.222
Ч-42
Я 73

Рецензенты:

Кандидат биологических наук К.М. Атаназаров
Доктор биологических наук С. Мамбетуллаева

АКТУАЛ 2012

У 51508
2

ISBN 978-9943-352-60-5	Алишер Навоий
2012/162	қонидাগ
А 9325	О'zbekiston МК

© Издательство "Билим", 2012.

ВВЕДЕНИЕ

Как известно, территория Центральной Азии значительно удалена от океанов и морей и по существу является бессточным природным бассейном, в котором большая часть воды испаряется из единственного крупного водоема — Аральского моря.

Раньше в него впадали самые крупные реки Центральной Азии — Сырдарья и Амударья, в настоящее время они не доходят до Арала, теряются в песках, а площадь моря уменьшилась почти в шесть раз. Таким образом, для данной территории жизненно важны не морские воды или воды океанов, а поверхностные воды, т.е. воды суши.

Поэтому в учебном пособии основное внимание уделено описанию характеристик и свойств поверхностных вод применительно к территории Республики Каракалпакстан (РК).

В последние годы природоведы, географы, гидрологи и др. уделяют большое внимание не только изучению ресурсов поверхностных вод, но и качеству этих вод, под которым понимаются требования, предъявляемые к содержанию различных веществ в воде при её использовании в различных сферах народного хозяйства. Качество природных вод обычно определяется их минерализацией (т.е. наличием солей в 1 л. воды) и химическим составом.

Данное учебное пособие состоит из восьми глав, в которых рассмотрена гидрологическая экология и её задачи, необходимость учёта химического состава воды при её использовании, коллекторно-дренажные воды орошаемой территории РК, проблема Аральского моря и состояние местных водоемов, состояние питьевой воды внутри региона, возможности использования ГИС-технологий при решении гидроэкологических задач, а также перспективы повышения природного и социально-экономического состояния дельты Амударьи.

Приведенный в учебном пособии текстовой и цифровой материал может использоваться студентами естественных факультетов при написании научных сообщений, курсовых и дипломных работ по

разделам «Гидросфера», «Биосфера», «Охрана природы», «Географическая среда и человеческое общество» и др.

Авторы надеются, что данное учебное пособие будет полезно не только для студентов и научных работников, но и для специалистов водного и рыбного хозяйства, проектировщиков и т.д.

1. ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКОЛОГИЯ И ЕЕ ЗАДАЧИ

Изложим в краткой форме содержание тех смежных научных отраслей и разделов, которые, по нашему мнению, послужили основой для зарождения и развития исследуемого нами раздела гидрологии — гидроэкологии аридных областей.

В качестве таких научных дисциплин в первую очередь следует назвать биогеохимию, геохимическую экологию, гидробиологию, гидрохимию, антропогенную гидрологию, включая мониторинг состояния водных объектов.

В 1950-ые годы, в период расцвета естествознания, в нашей стране советскими учеными были созданы новые направления во многих его разделах.

Одной из таких наук является биогеохимия — оригинальная ветвь геохимии и в равной мере биологии и биологической химии, занимающаяся изучением роли организмов в миграции химических элементов в биосфере. Создателем ее является замечательный естествоиспытатель нашего века В.И.Вернадский.

Еще в 1920-ые годы В.И.Вернадский говорил о том, что организмы нераздельно связаны с механизмом земной коры и должны изучаться в связи с познанием земной коры. Организма вне связи с земной корой, указывал он, в природе не существует. Разгадка жизни не может быть получена только путем изучения живого организма. Для ее разрешения надо обратиться к его первоисточнику — земной коре, биосфере, т.е. к свойствам атомов и миграции их через живое существо, живые организмы.

Области, ареалы в пределах которых наблюдается определенная реакция у организмов на избыток или недостаток микроэлементов и обычных макроэлементов (кальций, магний, калий, натрий, железо, кремний, сера, фосфор, хлор и др.), в окружающей среде называются биогеохимическими провинциями.

Учение о биогеохимических провинциях было выдвинуто А.П.Виноградовым (1938), учеником В.И.Вернадского — создателя биогеохимии. В основе этого учения лежит представление о миграциях макро-и микроэлементов в системе: почва — растение-живой организм. Эта триада есть система, в которой понимание каждой части невозможно без остальных звеньев миграционной цепи.

Нужно отметить, что к учению о биогеохимических провинциях близко стоят идеи А.Е.Ферсмана (1931) об изучении геохимических провинций, В.В.Докучаева (1899) — о зональности почв, Б.Б.Полынова (1945) — о геохимических ландшафтах.

Дальнейшее развитие учение о биогеохимических провинциях получило в трудах основоположника геохимической экологии В.В.Ковальского (1974, 1986).

Уже в 1957 г. В.В. Ковальский, раскрывая новые направления и задачи биологической химии, писал, что биогеохимические провинции распространены значительно шире, чем можно было предполагать. Поверхность нашей земли разбита на биогеохимические провинции — зоны, в пределах которых растительные и живые организмы содержат определенные химические элементы в большем или меньшем количестве, в зависимости от химического состава среды — почв и природных вод. Это позволяет говорить о построении химической географии земли, где данные геохимии, биогеохимии и биологии будут объединены в одну стройную систему знаний о биосфере.

В этой же работе В.В.Ковальский отмечал, что в настоящее время все отчетливее вырисовываются контуры химической экологии. Можно с полным правом считать, что учение о биогеохимических провинциях уже в настоящее время составляет основы химической экологии, задачами которой явится изучение биохимических и физиологических адаптаций организмов к химическим элементам, находящимся в определенных биогеохимических провинциях в избытке или недостатке.

В 1974 г. в своей книге «Геохимическая экология» В.В.Ковальский писал, что эта наука (как раздел биогеохимии и экологии) о взаимодействии организмов и их сообществ с геохимической средой в биосфере, а также организмов между собой в условиях популяций, биоценозов, биогеохимических провинций и зон как структурных частей единой целой экосистемы — биосферы. Основной задачей геохимической экологии служит выяснение процессов приспособлений организмов популяций и других сообществ к условиям окружающей среды. Раскрытие экологической природы адаптаций необходимо для понимания эволюции видов (изменчивость, мутации, отбор).

Отдельные задачи геохимической экологии для условий Узбекистана были успешно решены М.А.Ришем (1964) и его учениками (Риш, Даминов, Абдуллаев, 1980). Эти исследователи обобщили

многолетние исследования биогеохимических провинций эндемических (т.е. свойственных для определенной местности) болезней сельскохозяйственных животных Узбекистана, обусловленных недостатком или избытком некоторых макро-и микроэлементов в почве, воде и кормовых растениях. В их числе эндемическая атаксия и гепатит каракульских овец, вызванные недостатком в их организме меди, эндемический зоб животных, связанный с йодной недостаточностью, паракератоз крупного рогатого скота, вызванный комбинированной нехваткой в кормах цинка и витамина А.

Как уже отмечалось, одной из научных дисциплин, которая дала весомый вклад для развития гидрологической экологии, служит гидробиология. Согласно одному из корифеев гидробиологии А.С.Константинову (1979), экологическая гидробиология как наука изучает население гидросферы во взаимосвязи с окружающей средой и биологические явления в водоемах, возникающие в результате взаимодействия различных живых компонентов друг с другом и с неживой природой.

На первых этапах своего развития гидробиология наибольшее внимание уделяла экологическому изучению особей отдельных видов. Такое ауто-экологическое направление сохранилось и в современной гидробиологии, но уже занимает подчиненное положение. На первый план выдвинулись демэкологические (популяционные) и синэкологические (биоценологические) исследования — изучение популяций и биоценозов как надорганизменных форм жизни, обладающих определенной структурой, функциями и характером взаимодействия с окружающей средой. Особенно интенсивно в современной гидробиологии изучаются водные экосистемы — структурно функциональные единицы биосферы, отличающиеся друг от друга по своим физико-химическим характеристикам, составу населения и особенностям внутрисистемных взаимодействий.

Гидробиология изучает в экологическом аспекте тот участок биосферы, который лежит в пределах водной оболочки Земли и может быть назван биогидросферой (по А.С.Константинову). При этом познание биогидросферы во всей полноте задача не только гидробиологии, но и таких наук, как гидрология, гидрохимия и ряда других.

Гидрохимия в буквальном смысле этого слова обозначает химию природной воды. По определению известного гидрохимика О.А.Алекина (1970), гидрохимией называется наука, изучающая химический

состав природных вод (гидросферы), а также его изменения во времени и пространстве в зависимости от химических, физических и биологических процессов. К этому следует добавить, что современная гидрохимия рассматривает влияние на состав природных вод не только указанных естественных процессов, но и воздействие антропогенных факторов, значение которых с каждым годом возрастает. Поэтому по А.М.Никанорову (1989) более точное определение гидрохимии может быть дано в следующем виде: гидрохимией называется наука, изучающая химический состав природных вод, а также его изменения под влиянием естественных (химических, физических и биологических) и антропогенных факторов и процессов.

Гидрохимия изучает химический состав вод разнообразных водных объектов природы. Одним из первых, кто выделил в гидрологии раздел гидрологическая экология, по-видимому, следует считать Р.А.Нижеховского (1990). В предисловии к своей книге «Гидролого-экологические основы водного хозяйства» автор пишет, что является традиционным деление гидрологии суши на такие разделы, как гидрометрия, гидрологические расчеты, гидрологические прогнозы, озераведение, гидрология болот, гидрофизика. Среди этого перечня, как видим, нет экологической гидрологии. Поэтому свою книгу Р.А.Нижеховский рассматривает как первую попытку сформировать подобный раздел. По мнению автора, применительно к рассматриваемому предмету правильным будет утверждение, что развитие экологического направления в гидрологии есть своего рода социальный заказ общества на современном этапе. Его становление будет способствовать дальнейшему усилению роли гидрологической науки при решении комплексных водохозяйственных проблем. Сейчас каждый специалист должен быть знаком с основами водопользования, закономерностями функционирования водных и околородных экосистем, с влиянием водного, ледового, термического и химического режима рек и водоемов на эти системы.

В состав гидроэкологии входит также гидрохимия. Гидрохимия изучает химический состав вод разнообразных природных и искусственных объектов: атмосферных осадков, рек, озер, морей, прудов, водохранилищ, подземных водоносных горизонтов и др. Эти же объекты изучаются с других точек зрения гидрологией, гидробиологией и геохимией. Перечисленные науки, следовательно, являются смежными по отношению к гидрохимии.

Ранее все возникающие экологические проблемы носили преимущественно локальный характер. В последнее время они приобрели всеобщий, если не глобальный характер (например, процесс истощения и загрязнения речных вод в Центральной Азии). Отмеченное обстоятельство стимулировало экологизацию как гидрологии суши, так и многих других наук. Конечно гидробиолог, занимающийся изучением водных экосистем, учитывает в той или иной мере физико-химические свойства воды (температуру, интенсивность водообмена, содержание различных газов и др.). Но и гидролог должен иметь представление о роли этих и других гидрохимических факторов в жизни водных и околоводных экосистем.

С другой стороны, развитие среднеазиатской антропогенной гидрологии (Ф.Э. Рубинова, 1991), гидрохимии поверхностных вод данного региона (Э.И. Чембарисов, 1988, 1989), исследования в области определения ресурсов подземных вод с оценкой возможности их использования в народном хозяйстве (В.А. Борисов, 1990), оценка объемов и качества сточных промышленных вод (В.Т. Лев, З.А. Артукметов, 1990) и усиление остроты региональных проблем социальной экологии (Ю.Ш. Шадиметов, 1992) также послужили объективной причиной и основой для развития гидроэкологии аридных областей и вызвали необходимость исследований ее приоритетных проблем.

Конечно же отдельные гидроэкологические проблемы и задачи решались и были решены уже отмеченными авторами.

Так, например, Ф.Э. Рубинова (1991), рассматривая особенности развития антропогенной гидрологии в Средней Азии, приводит обзор работ, посвященных влиянию водных мелиораций на изменение минерализации и ионного состава речных вод, методам оценки антропогенного изменения минерализации и оценке водного и солевого режима конечных водоприемников речных вод.

Э.И. Чембарисовым (1988, 1989) были рассмотрены современные проблемы гидрохимии орошаемых территорий бассейна Аральского моря, среди которых основное внимание уделено оценке и анализу водного и гидрохимического режима коллекторно-дренажных вод ирригационных районов.

В.А. Борисовым (1990) приведены результаты многолетних исследований по оценке состояния и перспектив использования

месторождений пресных подземных вод для решения проблемы водоснабжения Узбекистана региональными и межрегиональными системами.

Ю. Ш. Шадиметов (1992) правильно отмечает, что научно-технический прогресс, наблюдаемый сейчас в большинстве стран мира, порождает необходимость изучения региональных проблем социальной экологии — новый раздел социологии, изучающий место человека в экосистеме, взаимное влияние человека и экосистемы и перемены, вытекающие из этого влияния. В этой книге на основе анализа антропогенной нагрузки на биосферу выявлены тенденции развития социально-экологической и медико-биологической ситуации в Среднеазиатском регионе. Приведен анализ методологических аспектов социально-гигиенического и экологического прогнозирования природы и ее рационального использования.

Таким образом, можно отметить, что выделение нового раздела гидрологической экологии (гидроэкологии) в пределах гидрологии Средней Азии было вызвано потребностями самой жизненной ситуации, сложившейся в данном регионе, а также необходимостью ответа на проблемы многих других смежных наук.

Проблемы и задачи начального этапа гидроэкологии Средней Азии

Как уже было отмечено, гидроэкология бассейна Аральского моря в настоящее время переживает первый этап своего развития, который можно назвать начальным. С точки зрения времени за начало этого этапа можно принять 1988-1990 гг.

Главной задачей данного этапа развития гидроэкологии, по-видимому, является выделение ее первоочередных проблем и обоснование научно обоснованных путей их решения. В качестве таких гидроэкологических проблем, требующих первоочередного решения, как уже было отмечено во введении, в данной работе рассмотрены: истощение и загрязнение речных вод, роль коллекторно-дренажных вод в ухудшении гидроэкологии региона, состояние и возможности использования антропогенных ирригационно-сбросовых озер, загрязнение региона пестицидами, проблема питьевой воды, необходимость развития картографического изображения гидроэкологических процессов, а также гидроэкологические аспекты проблемы Аральского моря как водоема.

При решении проблемы истощения и загрязнения речных вод в настоящее время важно знать не только характеристику изменения расходов воды на различных участках рек, но, что особенно важно, многолетние и сезонные изменения величины минерализации воды, содержание главных ионов, биогенных (соединения азота, фосфора, кремния и железа), органических веществ, растворенных газов, микроэлементов и др.

Как известно, величина содержания различных химических ингредиентов в жизни растительного мира, гидробионтов животных и человека чрезвычайно велика. Поэтому важно знать современное качество воды, которое на практике в большинстве случаев характеризуется величиной показателя ИЗВ — индекс загрязненности воды.

Так как в современных условиях речные воды используются не только для орошения и промышленных нужд, а и в целях питьевого водоснабжения, то ниже рассмотрено современное качество воды по длине реки Амударья, а также описаны первоочередные меры по его улучшению.

Нужно отметить, что во многих регионах Узбекистана основная роль в ухудшении гидроэкологической обстановки в различных районах региона принадлежит коллекторно-дренажному стоку. Причем это проявляется не только за счет его сброса в речные артерии, но и за счет образования искусственных ирригационно-сбросовых озер, которые также отрицательно влияют на окружающую природную среду: засоляют окружающий эти водоемы почвенный покров, угнетающе действуют на растительный покров, являются источником загрязнения, остатками ядохимикатов различных гидробионтов и др.

Важно было показать не только какие объемы коллекторно-дренажного стока формируются сейчас в пределах бассейна Аральского моря (конечно же включая и Узбекистан), но и где они географически расположены, т.е. провести районирование территории по этому элементу. В данном пособии подобное районирование впервые проведено по бассейнам отдельных коллекторов. Нужно отметить, что один из авторов уже давно стоит на принципах бассейнового рассмотрения рационального использования водно-земельных ресурсов различных территорий, включая и вопросы регулирования формирования коллекторно-

дренажного стока и уменьшения его отрицательного влияния на окружающую среду.

Проведенное разделение орошаемой территории по бассейнам отдельных коллекторов окажет значительную помощь при изучении гидрологического и гидрохимического (выделены различные его типы) режимов коллекторных вод, а также при анализе возможностей использования этого стока в народном хозяйстве.

В настоящее время в средних и особенно в нижних частях речных бассейнов Амударьи и Сырдарьи, а также в пустынной зоне Средней Азии (Кызылкумы, Каракумы и др.) существует множество ирригационно-сбросовых озер, которые появились в виду сброса коллекторно-дренажных вод в естественные понижения и впадины и являются отчасти и конечными водоприемниками речных вод. При этом они выполняют функцию не только водо-, но и солеприемников, так как обычно в них поступают сильно минерализованные воды до 3-5 г/л и более.

В связи с тем, что эти озера влияют на гидроэкологическое состояние окружающей среды, то возникла необходимость их тщательного изучения. В регионе, где наблюдается дефицит пресных водных ресурсов, очень важно дать оценку объемам этих озер, их химическому составу и степени загрязненности для того, чтобы найти правильные пути их использования, возможно при смешении с пресными водами, или же после их опреснения и очистки.

Загрязнение поверхностных и подземных вод остатками ядохимикатов и минеральных удобрений, применяемых в сельском хозяйстве, продолжает оставаться одной из актуальнейших гидроэкологических проблем в данном регионе. В первую очередь конечно это сказывается на качестве питьевой воды, так как пестициды благодаря своей высокой миграционной способности загрязняют не только поверхностный слой орошаемых почв и речные воды, но и проникают в нижележащие горизонты почв и грунтов. Причем некоторые из них (например, линдан — гамма гексахлоран), существенно влияют на здоровье животных и человека.

Проблема питьевой воды в Среднеазиатском регионе в большинстве случаев конечно же характеризуется не ее отсутствием, а значительным ухудшением качества речных и подземных вод такими опасными для здоровья человека и животных элементами, как ртуть, фтор, стронций, алюминий, свинец, нефтепродукты и др.

На основе собранного гидрохимического материала была проведена оценка качества питьевой воды во всех крупных реках Узбекистана с применением предложенных критериев и выделением следующих категорий: хорошей, удовлетворительной, плохой и опасной. Оказалось, что практически в той или иной степени процесс ухудшения качества питьевой воды наблюдается во всех крупных реках Узбекистана. Одной из главных мер по его улучшению является прекращение поступления всех загрязнителей в воду.

Проблема сохранения Аральского моря, которая сейчас стала международной, также является гидроэкологической. Необходимо не только сохранить его как экосистему со всеми исторически населявшими его породами рыб и гидробионтами, но и осуществлять в него сброс речных вод.

С другой стороны существует опасность полного исчезновения отдельных видов растительного и животного мира и на территории Приаралья. Поэтому проблема Арала требует совместного, взаимосвязанного решения различных гидроэкологических вопросов не только по самому морю, но и по имеющимся водотокам и водоемам дельты Амударьи.

2. НЕОБХОДИМОСТЬ УЧЕТА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОДЫ ПРИ ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИИ

При использовании обычной воды, как правило, не учитывается нахождение в ней различных химических элементов. Между тем любая природная вода (поверхностная, грунтовая или даже дождевая и ледниковая) всегда содержит определенное количество естественных солей и ионов: гидрокарбонатного (HCO_3^-), хлоридного (Cl^-), сульфатного (SO_4^{2-}), кальция (Ca^{+2}), магния (Mg^{+2}) и натрия (Na^+).

Генезис этих ионов в водах связан с процессами выветривания горных пород и миграции выщелоченных минералов по рельефу местности. В этих процессах наибольшую роль (как источника солей) играют осадочные породы (каменная соль, гипс, известняки, мергели, доломиты) морского происхождения. Выщелачивание солей из изверженных и образовавшихся из них обломочных пород меньше.

Распространение солей подчинено определенной природной зональности, при которой содержание солей от гор к более низким отметкам местности возрастает, одновременно меняется и их

состав. Это связано с выщелачиванием солей из нижележащих почв и пород, реакциями обмена и выпадением некоторых солей в осадок. Воды равнинных участков могут засоляться за счет поступления высокоминерализованных потоков грунтовых и возвратных вод, особенно при освоении части речных долин под орошение. В приморских районах источником солей служат моря и океаны. Здесь значительная часть солей попадает на сушу в результате эолового (ветрового) приноса. Такая картина наблюдается, например, на территории, прилегающей к Аральскому морю.

На особенности внутригодичного и территориального распределения солей в водах влияют климат, рельеф, водный режим поверхностных и грунтовых вод.

Химический состав воды и содержащиеся в ней соли (минерализация) необходимо учитывать при использовании ее для питья, орошения и других нужд в народном хозяйстве.

К воде, предназначенной для бытового водоснабжения, предъявляются особо повышенные требования, прежде всего она должна быть безвредной для организма и приятной на вкус, прозрачной, без запаха, цвета и других внешних примесей. Питьевая вода должна содержать (по ГОСТу 2000 г.) сухого остатка не более 1000 мг/л, сульфатов — 500 мг/л, хлоридов — 350 мг/л, иметь жесткость 7 мг-экв/л, запах и привкус при температуре 20°-2 балла, кишечных палочек в 1 л. воды не более 10000, если вода будет подвергаться полной очистке и хлорированию.

Вода, идущая на питье животным, должна быть примерно такой же, хотя некоторые животные могут употреблять и более минерализованную воду. Верблюды и овцы, например, могут пить хлоридно-натриевую воду с минерализацией 6-9 г/л.

К воде, применяемой в различных отраслях промышленности, также предъявляются требования соответственно специфике данного вида производства. На предприятиях пищевой промышленности помимо общих требований предъявляются дополнительные.

В сахарном производстве, например, необходима вода с минимальной минерализацией, так как присутствие солей затрудняет варку сахара, в пивоваренном производстве вода не должна содержать сульфата кальция, препятствующего брожению солода и т.д.

Существуют требования и к оросительной воде. В условиях Средней Азии для поливов лучше всего использовать гидрокарбонатно-

кальциевые или сульфатно-кальциевые воды с минерализацией до 1 г/л. Полив водой с повышенной минерализацией, как правило, вызывает засоление орошаемых почв и потерю урожая сельскохозяйственных культур. Особо опасны содовые воды (т.е. гидрокарбонатно-натриевые), при поливе такой водой растение гибнет.

В настоящее время в бассейне Аральского моря орошается около 8 млн. га земель, а земельный фонд, пригодный для орошения, около 30 млн.га. Между тем, по расчетам специалистов, в бассейнах Сырдарьи и Амударьи можно дополнительно освоить под орошение не больше 0,5-1,0 млн.га земель.

Поэтому в дальнейшем на орошение, видимо, будут использовать не только речные (которые в среднем и нижнем течении уже не имеют естественную минерализацию), но и более минерализованные коллекторно-дренажные воды. Использование последних для орошения еще мало изучено, поэтому и возникает необходимость освещения химического состава речных и коллекторно-дренажных вод при изучении особенностей распространения поверхностных вод на территории Средней Азии.

Начиная с 1960-1963 гг. минерализация речных вод постепенно возрастает с колебанием в зависимости лет. Аналогичный процесс наблюдается и на других реках Средней Азии.

За 1925-2000 гг. минерализация в Сырдарье (Кызылкишлак) увеличилась с 0,42 до 1,25 г/л, в Чирчике — с 0,29 до 0,63 г/л, в Амударье (Темирбай) — с 0,51 до 1,62 г/л, Сурхандарье (Мангузар) — с 0,57 до 1,19 г/л, в Заравшане (Навои) — с 0,46 до 1,22 г/л и в Кашкадарье (Каратикон) — с 0,38 до 2,57 г/л, т.е. минерализация воды в этих реках повысилась за многолетие в 2,2-6,8 раз.

Изменился и химический состав речных вод. Если в 1938-1950 гг. в устье почти всех рек преобладал гидрокарбонатно-кальциевый состав, то в последние годы в Сырдарье и Заравшане вода стала сульфатно-магниево-натриевой, в Амударье — хлоридно-натриевой, в Сурхандарье — сульфатно-кальциевой, в Кашкадарье — сульфатно-натриевой и только в Чирчике состав речной воды по преобладающим ионам остался гидрокарбонатно-кальциевым, но со значительным увеличением содержания сульфатного иона, натрия и магния.

Формирование минерализации и химического состава речных вод Средней Азии в условиях влияния орошения необходимо тщательным образом изучить, чтобы не только остановить дальнейший рост их

минерализации, но и по возможности вернуть качество воды в наших реках к прежнему естественному состоянию.

2.1. Показатели, характеризующие качество природных вод

На практике в качестве показателей, характеризующих качество природных вод, обычно используются главные ионы, биогенные элементы, органические вещества, микроэлементы и растворимые газы.

Главные ионы. Хлоридные ионы (Cl^-) присутствуют во всех природных водах от следов до нескольких сотен граммов на 1 литр рассола. Главным источником, содержащим ионы хлора, в природных водах является галит (NaCl), как рассеянный в породах, так и содержащийся в них в виде пластов и штоков. Эти ионы обладают высокой миграционной способностью.

Сульфатные ионы (SO_4^{2-}) также обладают хорошей подвижностью, уступая в этом отношении хлоридным, основным источником появления в воде сульфатов являются различные осадочные породы, в состав которых входят гипс и ангидрит. Сульфаты также поступают в природные воды из атмосферы и с частицами пыли.

Гидрокарбонатные и карбонатные ионы являются сложнейшей составной частью химического состава природных вод. Считается общепризнанным, что источником гидрокарбонатных и карбонатных ионов служат различные карбонатные породы — известняки, доломиты, мергели и др., а также карбонатный цемент многих осадочных пород. Источником гидрокарбонатов и поверхностных вод служат также углекислый газ из атмосферы и двуокись углерода почвы.

Ионы натрия по распространенности среди катионов стоят на первом месте. Все соли натрия обладают высокой растворимостью. Поэтому миграционные возможности натрия весьма широки. Одним из источников появления натрия в водах являются продукты выветривания изверженных пород (гранит и др.). Другим важным источником натрия в водах служат залежи его солей, главным образом каменной соли, рассеянные в почвах и породах его соединения

(кристаллики минералов галита, мирабилита и др.). Ионы калия (по химическим свойствам аналог натрия) содержатся в природных водах в незначительных концентрациях.

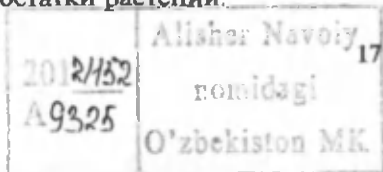
Среди щелочных и щелочно-земельных металлов наиболее распространен кальций. Ионы кальция доминируют в катионном составе слабоминерализованных вод. Одним из важнейших источников кальция в природных водах являются известняки, доломиты и известковый цемент горных пород.

Магний по своим свойствам близок к кальцию. Но миграция этих элементов протекает по разному, хотя ионы магния присутствуют почти во всех природных водах, но, тем не менее, очень редко встречаются воды, в которых магний доминирует. Обычно же в маломинерализованных водах преобладает кальций, в сильно минерализованных — натрий. Ионы магния поступают в воды преимущественно при растворении доломитов, мергелей или продуктов выветривания основных (габбро), ультраосновных (дунит, перидот) и др. пород.

Биогенные вещества. Азот, фосфор и кремний в различных соединениях в природных водах относятся к биогенным элементам. Они имеют особое значение в развитии жизни водоемов и водостоков. Азот и фосфор являются обязательными составными частями тканей каждого живого организма. Их роль в природных водах аналогична роли азотных и фосфорных удобрений для сельскохозяйственных культур.

Минеральные соединения азота (нитраты, нитриты, аммоний) совершенно необходимы для жизни растений как питательные вещества. Они усваиваются растениями в процессе фотосинтеза и входят в состав тканей их организмов, а если этими растениями питаются животные, то и в состав животных организмов.

Органические вещества. Органическим веществом природных вод называют комплекс истинно растворенных и коллоидных веществ органических соединений. По происхождению органические вещества природных вод могут быть разделены на поступающие извне (с водосборной площади) и образующиеся в самом водном стоке. К первой группе относятся главным образом органические вещества, поступающие с промышленными и хозяйственно бытовыми сточными водами и гумусовые вещества, вымываемые водой из почв и др. видов природных образований, включающих остатки растений.



Вторая группа органических веществ, т.е. веществ, образующихся в самом водном объекте, обуславливается непрерывно и одновременно протекающими в нем сложнейшими процессами создания первичного органического вещества и его разложения. Все изменения, происходящие с органическим веществом, в основном связаны с жизнедеятельностью бактерий.

Жизнедеятельность микроорганизмов может происходить как при наличии кислорода, так и при его недостатке и даже полном отсутствии.

Соответственно этому организмы разделяются на аэробные и анаэробные.

Косвенными показателями концентрации органических веществ в воде обычно служит биохимическое потребление кислорода за 5 и 20 суток (БПК_5 и БПК_{20}), перманганатная и бихроматная окисляемость. Первые два показателя преимущественно дают представление об органических веществах животного происхождения, которые широко используются при оценке состава хозяйственно-бытовых сточных вод. Бихроматная окисляемость или химическое потребление кислорода (ХПК) характеризует все органические вещества, а перманганатная окисляемость в основном легкоокисляющаяся.

Микроэлементы. К группе микроэлементов относятся ингредиенты, соединения которых встречаются в природных водах в очень малых концентрациях, поэтому их называют также элементами рассеяния, их концентрация измеряется микрограммами в литр (мкг/л), а часто имеют и более мелкие значения.

Микроэлементы необходимы для нормальной жизнедеятельности растений, животных и человека. Однако при повышенной концентрации многие микроэлементы вредны и даже ядовиты для живых организмов. Поэтому они часто становятся загрязняющими веществами и концентрация их контролируется. Например, по степени токсичности первое место среди тяжелых металлов занимает ртуть. За ней — свинец, цинк, хром, никель, медь, поступающие с производственными сточными водами в виде разнообразных солей. Далее они активно вступают в реакцию, участвуют в сорбции и десорбции, поэтому концентрация их в донных отложениях обычно намного выше, чем в воде. Затем они усваиваются фито- и зоопланктоном, а затем по пищевым цепям

передаются рыбам, и в конечном счёте человеку. Наличие в воде избытка тяжёлых металлов небезопасно для человека. Так, ртуть поражает центральную нервную систему, кадмий — почки, селен — печень и др.

Широко распространённым загрязняющим веществом являются нефтепродукты. Они представляют непостоянную, чрезвычайно разнообразную смесь низко- и высокомолекулярных предельных, непредельных, ароматических углеводородов, а также ненасыщенных гетероциклических соединений типа смол. Источники их поступления весьма разнообразны: смыв с территорий населённых пунктов и нефтеперерабатывающих заводов, повреждения нефтепродуктов, стоки при производстве буровых работ и т.д.

Весьма широко в природных водах распространены фенольные соединения, большая часть которых поступает со сточными водами химической, нефтеперерабатывающей и других отраслей промышленности, но некоторая часть образуется в результате естественных процессов биохимической трансформации органических веществ.

Появление синтетических поверхностно активных веществ (СПАВ) полностью обусловлено влиянием антропогенных факторов. Среди СПАВ различают анионоактивные вещества, катионо-активные и неионогенные вещества. Большая часть выпускаемых промышленностью СПАВ представлена анионоактивными веществами, которые в воде образуют отрицательно заряженные органические ионы. Присутствие СПАВ в воде ухудшает её органолептические (воспринимаемые непосредственно органами чувств человека) свойства и газовый режим.

Растворимые газы. Кислород (O) и углекислый газ (CO₂) являются необходимыми компонентами природных водных растворов. Содержание этих газов определяется воздействием воды с атмосферой, а также биохимическими процессами. Газы исключительно важны для поддержания жизни в гидросфере. Кроме того, они играют большую роль при взаимодействии природных вод с горными породами и обладают высокими коррозионными свойствами. Кислород поступает в воду в результате его взаимодействия с атмосферой, а также в результате фотосинтеза. Поглощение этого газа связано с биохимическими процессами окисления.

Углекислый газ в природные воды поступает из атмосферы и в процессе окисления органических веществ в пресных водах, когда

содержание в них CO_2 повышается. Пестициды, когда имеются сведения об их наличии в природных водах, представляют собой хлорорганические (ДДТ, гексохлоран, линдан), фосфорорганические (метафоз, хлорофоз, бутифос и др.) инсекоррициды, то есть препараты для борьбы с клещами и насекомыми. Они обладают высокой опасностью и устойчивостью. Применение ДДТ, линдана, гексохлорана ныне запрещено, но в природных водах эти соединения довольно часто встречаются, поступают они в водные объекты с талым и дождевым стоком, при распылении их из самолетов. Попав в воду, они долгое время сохраняют свою токсичность, легко сорбируя со взвешенными в воде элементами.

Лимитирующий признак вредности и предельно допустимая концентрация (ПДК) этих показателей в поверхностных водах, согласно нормативам «Узгидромета», приведены в табл. 1.

Общие требования к составу и свойствам воды водных объектов, используемых для рыбохозяйственных целей, приведены в табл. 2.

Таблица 1

Критерии оценки загрязненности поверхностных вод по нормативам «Узгидромета»

Ингредиенты и показатели	Лимитирующий признак вредности	Предельно допустимая концентрация (мг/л)
1	2	3
Растворенный кислород	общие требования	В зимний подледный период должно быть не менее 4,0; в летний (открытый) не менее 6,0
БПК полное	общие требования	3,0 мг О г/л
Аммонийный солевой (NH_4)	токсикологический	$0,5N (\text{NH}_4^+) = 0,39$
Нитрат - ион (NO_3^-)	санитарно-токсикологический	$\text{NO}_3 (\text{NO}_3^-) = 9,1$
Нитрит - ион (NO_2^-)	токсикологический	$0,08 N (\text{NO}_2^-) = 0,02$
Нефть и нефтепродукты	рыбохозяйственный	0,05
Фенолы	рыбохозяйственный	0,001
СПАВ	токсикологический	0,1

Железо (трехвалентное)	органолептический	0,5
Медь (Cu ²⁺)	токсикологический	0,001
Цинк (Zn ²⁺)	токсикологический	0,01
Хром (трехвалентный)	органолептический	0,5
Хром (шестивалентный)	санитарно-токсикологический	0,001
Никель (Ni ²⁺)	токсикологический	0,01
Кобальт (Co ²⁺)	токсикологический	0,01
Свинец (Pb ²⁺)	санитарно-токсикологический	0,03
Мышьяк (As ³⁺)	токсикологический	0,05
Ртуть (Hg ²⁺)	санитарно-токсикологический	0,0005
Кадмий (Cd ²⁺)	токсикологический	0,005
Фтор - ион (F ⁻)	санитарно-токсикологический	0,75
цианиды	токсикологический	0,05
ДДТ	токсикологический	отсутствие
ГХЦГ	токсикологический	отсутствие
роданиды	санитарно-токсикологический	0,1
метилмеркаптаны	органолептический	0,0002
бензол	токсикологический	0,5
фурфурол	органолептический	1,0
метанол	токсикологический	0,1
формальдегид	санитарно-токсикологический	0,01
Ксантогенат бутиловый	органолептический	0,001
Кальций (Ca ²⁺)	санитарно-токсикологический	180,0
Магний (Mg ²⁺)	санитарно-токсикологический	40,0
Натрий (Na ⁺)	санитарно-токсикологический	120,0
Сульфаты (SO ₄ ²⁻)	санитарно-токсикологический	100,0
Хлориды (Cl ⁻)	санитарно-токсикологический	300,0
минерализация	общие требования	1000,0

Общие требования к составу и свойствам воды водных объектов, используемых для рыбохозяйственных целей (из "Справочника по гидрохимии", Л., Гидрометеиздат, 1989)

Показатель состава и свойств воды водоема	Категория водопользования
Водные объекты для не ценных пород рыб	
Взвешенные вещества	Содержание не должно увеличиваться более чем на 0,7 мг/дм ³
Плавающие вещества	На поверхности не должно быть пленок и нефтепродуктов, масел, жиров и других загрязняющих веществ и предметов
Окраска, запахи и привкусы	Вода не должна приобретать посторонних запахов, привкусов, окраски и сообщать их мясу рыб
Температура воды	Не должна повышаться по сравнению с естественной температурой водоема более чем на 5° С при общем повышении температуры не более чем до 20°С, летом и зимой -5° С. На местах нерестилищ налима запрещается повышать температуру воды зимой более чем до 2°С.
Концентрация растворенного в воде кислорода	В зимний период (при ледоставе) не должна быть ниже 4,0 мг/дм ³ . В летний период во всех водоемах концентрация растворенного в воде кислорода должна быть не ниже 6 мг/дм ³ в пробе, отобранной до 12 ч.
Биохимическое потребление кислорода	Значения БПК _{полн} при 20° С не должны превышать 3 мг/дм ³ . Если в зимний период концентрация растворенного кислорода в водоемах снижается до 4,0 мг/дм ³ , то можно допустить сброс в них только таких сточных вод, которые не изменяют БПК.
Ядовитые вещества	Не должны содержаться в концентрациях, могущих прямо или косвенно оказывать вредное воздействие на рыб и водные организмы, служащие кормовой базой для рыб

При воспроизводстве ценных пород рыб гидрохимические показатели несколько ужесточаются.

2.2. Гидрохимический классификации природных вод

Происхождение солей. В почвах, грунтовых и поверхностных водах всегда содержатся соли естественного происхождения, т.е. соли, образовавшиеся благодаря круговороту веществ в природе. Установлено, что даже атмосферные осадки содержат от 40 до 120 мг/л и более солей. Появлению солей в почвах и водах способствуют процессы выветривания горных пород и миграция выщелоченных минералов по рельефу местности. В этих процессах наибольшую роль (как источника солей) играют осадочные породы морского происхождения: каменная соль, гипс, известняки, мергели, доломиты и др. Соли из изверженных и образовавшихся из них обломочных пород выщелачиваются меньше.

Распространение солей подчинено определенной зональности. Так, от гор к более низким отметкам местности их содержание возрастает, одновременно меняется и состав. Это связано с выщелачиванием солей из нижележащих почв и пород, реакциями обмена и выпадением некоторых солей в осадок.

Почвы и воды равнинных участков могут засоляться и под влиянием поступающих потоков грунтовых и поверхностных вод, особенно при освоении земель под орошение. Часть солей поступает в почвы и воды из зольных остатков отмерших растений.

На особенности территориального и глубинного распределения и перераспределения солей в почвах и водах (в том числе и в региональном плане) влияют климат, рельеф, водный режим почв, поверхностные и грунтовые потоки.

Состав солей в почвах и водах. Большую часть солей, находящихся в почвах и водах, составляют: NaCl — поваренная соль; Na_2SO_4 — глауберова соль¹; Na_2CO_3 — сода нормальная; NaHCO_3 — двууглекислая сода; MgCl_2 — хлористый магний; MgSO_4 — горькая соль; MgCO_3 — углекислый магний или магнезит; $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ — двууглекислый магний; CaCl_2 — хлористый кальций; CaCO_3 — углекислый кальций или известняк; CaSO_4 — гипс; $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ — бикарбонат кальция и др.

Как видно, основную часть естественных солей составляют гидрокарбонаты, сульфаты и хлориды кальция, магния и натрия.

Содержание химических соединений, находящихся в почвах и водах, можно выражать в виде формул солей, в виде окислов или отдельных

ионов: гидрокарбонатного — HCO_3^- ; SO_4^{2-} — сульфатного, Cl^- — хлоридного, Ca^{+2} — кальция, Mg^{+2} — магния, Na^+ — натрия и K^+ — калия (перечисленные ионы обычно называют главными). Содержание калия, в виду его незначительности, при расчетах иногда приводит совместно с содержанием натрия как сумму ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$).

Гидрокарбонатный ион HCO_3^- образуется при взаимодействии угольной кислоты (H_2CO_3), растворенной в воде с карбонатными породами, а также при разложении и окислении органических веществ. Карбонаты кальция и магния слабо растворимы в воде, лучше растворимы бикарбонаты кальция и магния, а карбонаты и бикарбонаты натрия и калия хорошо растворимы.

Сульфатный ион (SO_4^{2-}) образуется при разложении белка, а также при растворении изверженных (например, пирита FeS_2) и осадочных пород, содержащих серу (S).

Хлоридный ион (Cl^-) преобладает в сильнозасоленных почвах и солончаках, а также в высокоминерализованных водах. Причина этого кроется в хорошей растворимости всех солей хлора, источником которых обычно являются осадочные породы морского происхождения.

Кальций (Ca^{+2}) попадает в состав почв и вод главным образом благодаря выветриванию изверженных пород и растворению известняков, доломитов и гипса. Главнейшие соли кальция (CaCO_3 ; CaSO_4 , H_2O) слабо растворимы, поэтому содержание их в природных растворах по абсолютной величине небольшое. Гидрокарбонат кальция преобладает в почвах незасоленных территорий и в пресных водах.

Магний (Mg^{+2}) по сравнению с кальцием менее распространен. В почвах и водах суши он содержится в основном за счет выветривания изверженных пород, разложения и выщелачивания магниезальных минералов. Из солей магния наиболее растворимы MgSO_4 и MgCl_2 , хуже растворяется $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, слабо растворим MgCO_3 .

Натрий (Na^+) содержится в почвах и водах также благодаря выветриванию изверженных пород, выщелачиванию и растворению осадочных пород, богатых натриевыми солями. Все соли натрия хорошо растворимы, поэтому они легко выносятся из горных и предгорных областей и накапливаются в пониженных частях местности, образуя в аридных условиях засоленные почвы.

Гидрохимические классификации. Для выражения химического состава и минерализации природных вод существует много классификаций, но каждая из них удобна и наиболее применима в

определенных условиях. Например, классификация В.А. Сулина предложена для характеристики подземных вод нефтяных месторождений; разделение химического состава вод по классификации М.Г.Валяшко — для систематизации рассолов соленых озер и т.д. Универсальной и общепринятой классификации не существует.

В гидрохимии вод часто используют классификацию О.А. Алекина (1970). Она удобна тем, что сочетает в себе принципы деления по преобладающим анионам и катионам с делением по количественному соотношению между ними. Воды делятся сначала по преобладающему аниону (по эквивалентам) на три класса: гидрокарбонатный и карбонатный ($\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$), сульфатный (SO_4^{2-}), хлоридный (Cl^-). Каждый класс по преобладающему катиону подразделяется далее на три группы: кальциевую, магниевую и натриевую. Каждая группа в свою очередь подразделяется на четыре типа вод, определяемых соотношением между ионами в эквивалентах:

- I. $\text{HCO}_3^- > \text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$;
- II. $\text{HCO}_3^- < \text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2} < \text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-}$;
- III. $\text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-} < \text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$ или $\text{Cl}^- > \text{Na}^+$;
- IV. $\text{HCO}_3^- = 0$.

При почвенно-мелиоративных исследованиях, на наш взгляд, удобнее разделять воды по химическому составу. При этом в его название необходимо включать все ионы, содержание которых составляет или превышает 20% суммы мг/экв анионов или катионов (сумма их раздельно принимается за 100%). В этом случае преобладающий ион ставится последним. Таким способом определялся химический состав воды рек.

Если значение HCO_3^- больше суммы мг-экв ($\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$), то часть ионов HCO_3^- может быть связана с Na^+ . В этих случаях к названию химического состава вод надо добавлять — с содой.

Когда мг-экв ($\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$) больше содержания HCO_3^- , но HCO_3^- превышает 10%, это также надо указать при наименовании химического состава.

Следует также обращать внимание на возможность появления в водах токсичного хлористого кальция. Если значение мг-экв Ca^{+2} превышает сумму мг-экв $\text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-}$ или Cl^- больше $\text{Na}^+ + \text{Mg}^{+2}$, при наименовании химического состава надо добавить с CaCl_2 . В

данном пособии формирование минерализации поверхностных вод Средней Азии связывается со степенью засоления орошаемых почв и их мелиорацией. Поэтому нами использована гидрохимическая классификация вод, применяемая почвоведями-мелиораторами.

По величине минерализации (М, г/л) природные воды обычно подразделяются на пресные — до 1,0 г/л; солоноватые 1-25 г/л; с морской соленостью — 25-50 г/л и рассолы — более 50 г/л.

В Средней Азии целесообразнее минерализацию поверхностных (речных и коллекторно-дренажных) вод разделять по следующей градации: 1) до 0,2 г/л — характерна для горных частей бассейнов рек, 2) 0,2-0,5 г/л — встречается при выходе рек из гор и в верхних участках средних частей бассейнов, 3) 0,5-1,0 г/л — наблюдается в нижних участках рек, 4) 1,0-3,0 — это минерализация воды в устьях рек и в коллекторах, вытекающих с незасоленных территорий, 5) 3,0-5,0 г/л — минерализация воды в коллекторах со слабозасоленных территорий, 6) 5,0-10,0 — минерализация воды в коллекторах, вытекающих со средnezасоленных территорий и 7) более 10,0 г/л — минерализация воды в коллекторах с сильнозасоленных участков.

При использовании природных вод в народном хозяйстве одинаково важно иметь сведения как о химическом составе вод, так и величине их минерализации.

Бассейновый ландшафтно-галогеохимический метод изучения формирования химического состава поверхностных вод.

Бассейновый ландшафтно-галогеохимический метод изучения процессов миграции естественных солей состоит в том, что:

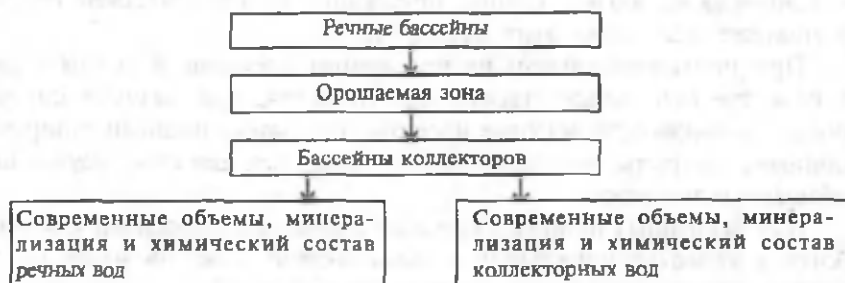
1) процессы миграции легкорастворимых солей в почвах, грунтовых и поверхностных водах орошаемых массивов необходимо рассматривать целиком по отдельным речным бассейнам: начиная с области образования стока, затем в зоне его транзита и наконец в области его рассеивания. Так, для анализа могут быть выбраны бассейны рек Чирчика, Ахангарана, Келеса, Арыси и т.д. Далее этот вопрос можно рассматривать в пределах более крупных речных бассейнов Сырдарьи или Амударьи;

2) при использовании данным методом необходимо увязывать режим засоления (или рассоления) орошаемых почв с гидрохимическим режимом рек или коллекторов, дренирующих эти почвы (рис. 1).

При таком подходе можно увереннее прогнозировать формирование минерализации и химического состава поверхностных вод. В этом случае основные закономерности формирования минерализации речных вод в орошаемой зоне будут как бы зеркально повторять закономерности опреснения засоленных почв и грунтовых вод по стадиям: от хлоридно-натриевой (или сульфатно-натриевой) до предсодовой, содовой и послесодовой (гидрокарбонатно-кальциевой). По нашему мнению, перспективное изменение химического состава речных вод в орошаемой зоне по мере развития ирригации и мелиорации будет идти обратным путем: т.е. обычно в естественных условиях гидрокарбонатно-кальциевая речная вода при попадании в нее легкорастворимых солей и почв, пород и грунтовых вод орошаемых массивов будет постепенно трансформироваться в сульфатно-кальциевую, затем в сульфатно-натриевую и, наконец, в хлоридно-натриевую воду по преобладающим ионам.

Понятно, что в различных бассейнах в силу различия их степени и типа засоления активной толщи почв и пород (зоны аэрации), возможно, будет наблюдаться иная картина изменений химического состава речных вод. По нашим данным, ожидаемая стадийность в изменении минерализации и химического состава речных вод хорошо прослеживается на гидрологических створах, расположенных ниже многих крупных орошаемых массивов.

Так, по мере развития орошения и освоения засоленных почв минерализация воды в Амударье постепенно возрастала и сменилась по составу с сульфатно-гидрокарбонатно-магниево-кальциевого (СГ—МГ) на сульфатно-магниево-кальциево-натриевый (С—МКН). Отсюда следует, что почвы и грунты богаты сульфатом натрия и магния, которые стали интенсивно выноситься в реку при освоении почв.



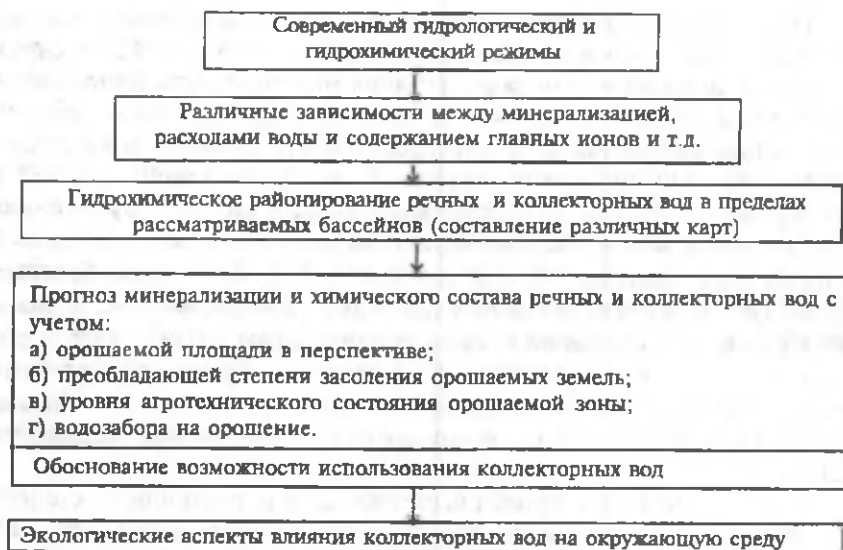


Рис.1. Основные позиции бассейнового ландшафтно-галогеохимического метода изучения динамики, минерализации и химического состава речных и коллекторно-дренажных вод (по Чембарисову, 1988).

3) при анализе процесса минерализации речных вод надо выбирать начальные и замыкающие створы с наличием гидрохимических данных. При этом под начальными створами понимают посты, расположенные в верховьях бассейнов выше орошаемой зоны, обычно при выходе рек из области формирования стока. Если речной бассейн достаточно велик (как бассейн Амударьи) и в нем есть несколько орошаемых участков, то для отдельных конкретных массивов за начальные створы принимают гидрологические посты, расположенные выше этих массивов.

При последовательном расположении массивов в долинах рек в качестве начальных створов для нижележащих оазисов служат посты, замыкающие верхние массивы, под замыкающими створами понимаются посты, расположенные в устьях рек или ниже изучаемых орошаемых массивов.

Для некоторых наиболее крупных орошаемых массивов Средней Азии в качестве начальных и замыкающих створов нами предложены следующие гидрологические посты (табл.3).

Гидрологические створы, ограничивающие наиболее крупные орошаемые массивы бассейна Амударьи

Орошаемый массив	Река	Гидрологический створ	
		Начальный	закрывающий
1. Вахшский	Вахш	Туткаул и Чорсада	Устье
2. Нижне-Пянджский	Пяндж	Шидз	Нижний Пяндж
3. Кафирниганский	Кафирниган	Чинар	Тартки и Устье
4. Сурхан-Шерабадский	Сурхандарья Шерабад	Жланова Дербент	Мангузар
5. Хорезмский	Амударья	Туямуюн	Устье р.Майдан
6. Орошаемые земли РК	Заравшан	Саманбай	Саманбай и устье коллектора
7. Самаркандский	Заравшан	Дупули	Дарьялык
8. Бухарский	Заравшан	Навои	Темирбай и устья коллек- торов КС-1, КС- 3, КС-4 и ККС
9. Кашкадарьинский	Кашкадарья	Варганзи	Навои На коллекторах
10. Каршинская степь	Каратикон	Каратикон	Устье Южного коллектора

Подобным же образом можно ограничить и другие массивы бассейна Аральского моря или же их отдельные части, занятые самостоятельными ирригационными системами;

4) для анализа формирования минерализации речных вод в условиях орошения необходимо изучить историю развития ирригации и мелиорации как в целом по бассейну, так и на отдельных его частях. Как известно, минерализация речных вод бассейна Аральского моря стала изменяться в связи с освоением под орошение засоленных почв с одновременной их мелиорацией. Поэтому при использовании бассейнового ландшафтно-гидрогеохимического метода очень важно изучить почвенно-мелиоративное состояние орошаемых массивов. При этом в первую очередь определяют засоление почв на массиве, их современные размеры и многолетние изменения площадей, тип засоления и условия

отточности солей с орошаемых массивов (естественный и искусственный дренаж). В дальнейшем изучают и другие ирригационно-мелиоративные характеристики: а) состояние и динамику уровня грунтовых вод, б) объемы водозаборов на орошение и промывку, в) динамику орошаемых площадей под различными культурами и др.;

5) необходимо описать гидрохимические режимы речной и коллекторно-дренажной воды на начальных и замыкающих створах. При этом в начале дается характеристика ее гидрохимической изученности, далее приводится минерализация и химический состав поверхностных вод бассейна, затем графики и расчетные таблицы, позволяющие проследить сезонные и многолетние изменения минерализации и химического состава на створах.

Нужно отметить, что в зависимости от целей и задач исследований для обработки гидрохимических данных можно применять различные математические способы расчетов, вплоть до составления рабочей программы на электронно-вычислительных машинах (ЭВМ).

Изученность минерализации и химического состава поверхностных вод бассейна Аральского моря

Качество речных вод бассейна. Появление первых сведений о химическом составе речных вод бассейна Аральского моря следует отнести к концу XIX — началу XX веков. В начале это были единичные данные, полученные по инициативе отдельных изыскателей и землеустроителей, носившие случайный характер.

Некоторый порядок в исследовании гидрохимического режима рек был внесен лишь после создания Гидрометрической части при земледельческом управлении Туркестанского края в 1910 г. Наблюдатели этой службы ежемесячно отбирали пробы воды на химический анализ в отдельных створах рек: например, в Сырдарье у створов Запорожская (ныне Беговат) и Казалинск, в Амударье у Керков и Чатлы, в Нарыне у Учкурмана, в Карадарье у Кампыравата, в Чирчике у Чиназа и т.д. Результаты анализов публиковались в специальных "Отчетах Гидрометрической части", издававшихся в Петербурге. К большому сожалению, эта служба просуществовала недолго, и в 1917 г. наблюдения за химическим составом речных вод были практически прекращены.

Позже подобные исследования проводились от случая к случаю и были связаны с обследованием территорий, намеченных к орошению.

Начиная с 1938 г. в Киргизской, Узбекской и Казахской республиках при наблюдении за стоком рек начали отбирать пробы воды и на химический анализ.

Уже в 1938-1941 гг. наблюдения за минерализацией воды только в пределах Узбекистана велись более чем на 30 створах.

К 1972 г. их количество увеличилось до 53, а в последние годы достигло примерно 100 створов (с учетом пунктов наблюдений, открытых на дренах и оросителях). Раньше в среднем в год отбиралось по пять-шесть проб воды, в настоящее же время сотрудники УГМС (переименованного сейчас в УГКС — Управление по гидрометеорологии и контролю природной среды) подобный отбор воды ведут ежемесячно. Суммарно за годы наблюдений отобрано более 15 тыс. проб.

До 1975 г. сведения о составе речных вод публиковали в гидрологических ежегодниках, позже их стали помещать в гидрохимических бюллетенях, выпускаемых отдельно УГКС в каждой республике.

Одним из первых, кто обобщил данные по минерализации и химическому составу оросительных вод Средней Азии, был А.С. Уклонский (1925). Автор использовал материалы гидрометрической части и вывел осредненные величины воды в наиболее крупных реках и каналах. При этом А.С. Уклонский проверил существующие данные анализов, а также сделал пересчет из формы, представленной в виде окислов в мг-эквивалентную и мг-экв. % формы. По данным автора, например, минерализация воды в реках Сырдарья и Чирчик, а также в Голодностепском канале (позже им. Кирова) в 1911-1916 гг. не превышала 0,5 г/л, состав воды был преимущественно гидрокарбонатно-кальциевый.

В.А.Ковда (1946) в монографии “Происхождение и режим засоленных почв” рассматривает оросительные воды как один из основных источников засоления орошаемых территорий.

К.М. Степанова (1951) выделила два типа рек, отличающихся гидрохимическими условиями: 1) горные реки малой мощности и небольшой протяженности с преобладанием в составе воды гидрокарбонатного иона и кальция и 2) мощные реки, протекающие в основном в предгорно-равнинных местностях с более сухим климатом

и достаточно высокой температурой воздуха летом. В водах этих рек ионы кальция уступают место сульфатному иону, заметно меньше гидрокарбонатного иона, но повышается содержание ионов натрия, магния и хлора. К первому типу рек К.М. Степанова отнесла Угам, Пскем, Чирчик, Ахангаран (это только в пределах бассейна Сырдарьи); ко второму — Нарын, Карадарью и Сырдарью.

В конце 50-х годов О.А. Алекин по данным гидрологических ежегодников составил характеристику минерализации речных вод бассейнов Сырдарьи и Амударьи. Так, по его оценке, вода Сырдарьи ниже Ферганской долины в те годы относилась к гидрокарбонатному классу, второму типу (т.е. содержание гидрокарбонатного иона было меньше суммы кальция и магния). В Аральское море Сырдарья сбрасывала до 6,05 млн.т. солей в год. Минерализация воды в среднем и нижнем течении реки изменялась от 0,3 г/л (летом) до 0,6 г/л (зимой).

Новые сведения по химическому составу воды в низовьях Амударьи были получены С.К. Ревинной и др. (1968). В опубликованных материалах авторы дают также ожидаемое состояние речной воды: по их мнению, в перспективе в связи с орошением будет расти ее минерализация и изменяться относительный состав ионов. Ионы гидрокарбонатные и кальция не будут преобладать даже летом. Во все сезоны будет наблюдаться накопление ионов натрия и хлора. Это будет увеличивать засоление орошаемых почв.

Э.И. Чембарисов (1973) одним из первых обратил внимание на устойчивое увеличение минерализации в средних и нижних течениях большинства рек бассейна Аральского моря (в том числе в Чирчике, Капкадарье, Заравшане, Сырдарье, Сурхандарье и др.) в связи с развитием орошения и независимо от водности лет.

А.П. Орлова (1973) составила прогноз минерализации в бассейне Сырдарьи при различных условиях водопользования. По ее расчетам в перспективе ожидается некоторое увеличение минерализации речной воды в связи с орошением.

Л.А. Каррыева (1977), рассчитав среднемесячные и среднегодовые величины минерализации по створам Керки и Ильчик с учетом водного режима р.Амударьи, не выявила ее заметного роста за 1953-1969 гг., т.е. в этот период влияние орошения на минерализацию воды было незначительным.

И.Н. Степанов и Э.И. Чембарисов (1978) установили влияние орошения на минерализацию воды отдельных рек Средней Азии и

Азербайджана. По их данным, только за 1938-1971 гг. среднегодовая минерализация воды увеличилась в Сырдарье (створ Кызылкишлак) с 0,54 до 0,92 г/л, т.е. в 1,7 раза; в Чирчике (Чиназ) с 0,31 до 0,44 г/л, т.е. в 1,4 раза. С ростом минерализации изменился и химический состав речных вод, например, в Сырдарье от гидрокарбонатно-кальциевого до сульфатно-натриевого (по преобладающим ионам).

По данным Н.Елибаева (1978), среднегодовая минерализация речных вод в низовьях Сырдарьи в течение восьми лет увеличилась с 0,92 до 1,5 г/л, а в маловодные годы она достигала 2,4 г/л. При этом среднегодовая величина ионного стока р. Сырдарьи варьировала в пределах 7,6-10,3 млн. т.

После получения независимости качество речных вод бассейна Аральского моря стало изучаться в пределах отдельных независимых республик.

В пределах Республики Узбекистан данная проблема изучается специалистами "Узгидромета", Институтом водных проблем АН РУз, "САНИИРИ", а также сотрудниками кафедры гидрологии суши географического факультета Национального университета Узбекистана.

Качество коллекторно-дренажных вод. В последние годы в водохозяйственных районах бассейна Аральского моря ирригаторы все чаще стали использовать на орошение коллекторно-дренажные стоки. Эта часть поверхностных ресурсов данной территории изучена очень слабо, особенно минерализация и химический состав этих вод. Между тем, только в Узбекистане общий объем этих вод в настоящее время составляет около 20 км³. Несомненно, что эти воды (в естественном состоянии или после деминерализации) можно и следует использовать вновь в сельском хозяйстве, для разведения рыб, а иногда в отдельных отраслях промышленности, даже для питья (естественно, после соответствующей очистки и обессоливания).

Впервые сведения о минерализации и химическом составе коллекторно-дренажных вод стали появляться в отчетах и публикациях почвоведов-мелиораторов, которые исследовали и составили проекты по освоению новых земель под орошение. Так, незначительные сведения по минерализации дренажных вод Ферганской долины можно обнаружить в книге Б.Федорова, В.Малахова и Е.Федоровой "Засоление земли Ферганы и их мелиорация". (ОГИЗ, М. — Ташкент, 1934).

Значительно больше данных можно найти в труде В.А.Ковды "Происхождение и режим засоленных почв" (1946-1947). Например,

по его данным, только в Ферганской долине минерализация коллекторно-дренажных вод колебалась от 1,14 г/л (дрена в Кокандском районе у с.Гоячи) до 15,6 г/л (коллектор Сарысу).

П.Н.Гурина (1958) изучала работу коллекторно-дренажной сети в Ферганской долине (Жувинский и Ташлакский районы Ферганской области и Ленинский район Андижанской области). Останапливаясь на динамике минерализации коллекторно-дренажных вод, она пишет, что дренаж, построенный на засоленных или подверженных засолению землях, в начале обычно отводит сильно минерализованную воду. Более интенсивно земли опресняются при первых промывках, а дальше величина минерализации падает.

В 1961 г. вышла в свет монография В.М.Легостаева "Об использовании вод повышенной минерализации на орошение". В ней автор обосновывает использование минерализованных вод в СССР и за рубежом, сообщает некоторые сведения о минерализации и химическом составе коллекторно-дренажных вод отдельных оазисов Узбекистана.

После получения независимости качество коллекторно-дренажных вод в пределах Узбекистана продолжает изучаться в бассейновых управлениях ирригационных систем (БУИС ах) Министерства сельского и водного хозяйства. Отдельные аспекты качества этих вод изучаются также сотрудниками "САНИИРИ" и Института водных проблем АНРУз.

В пределах Республики Каракалпакстан наблюдения за минерализацией и химическим составом коллекторно-дренажных вод ведутся сотрудниками Каракалпакского филиала НПО "САНИИРИ" и Каракалпакской гидрогеологической экспедиции.

2.3. Гидроэкологический мониторинг за качеством поверхностных вод

Существуют различные типы экологического мониторинга: биомониторинг, геомониторинг, социомониторинг и т.д. В данном пособии предпочтение отдается мониторингу гидроэкологическому, поскольку он позволяет исследовать ту или иную сферу приложения более комплексно с учетом многих компонентов. В настоящее время в республиках Центральной Азии отсутствует единая координационная система гидроэкологического мониторинга водных ресурсов бассейна Аральского моря.

Говоря об оптимизации системы мониторинга, Э.И.Чембарисов (1998); В.Е.Чуб и др. (1999) указывают, что главная задача гидроэкологического мониторинга заключена в получении и анализе изменений геохимических, биологических, геофизических параметров окружающей среды и связанных с ними водных ресурсов, что составляет основу принятия решений по ее защите от негативных, главным образом антропогенного характера воздействий.

Среди работ по гидроэкологическому мониторингу имеется ряд сводок, обобщающих исследования по экологическому районированию (Сб. "Общий методический подход к разработке научных основ гидроэкологического районирования, 1991; Разаков (1997) и др.). Г.А.Толкачева и др. (1998), освещая в своей работе проблемы экологического мониторинга, делают акцент на необходимость эколого-гигиенического мониторинга в бассейне Арабского моря.

Очень большую роль для оптимального водопользования имеют экологические карты с детальным районированием по виду и интенсивности загрязнения вод токсическими и биологически активными компонентами.

Ю.А. Израэль (1999) считает, что анализ техногенных гидрохимических аномалий, потенциальных объектов загрязнений позволяет определить экологически опасные очаги с целью принятия определенных действий. Такие карты наглядно отражают экологические состояния поверхностных вод и могут быть использованы для целенаправленного мониторинга и охраны вод.

Э.И. Чембарисов (1998) отмечает, что многообразие факторов формирования и пространственно временной изменчивости показателей поверхностного стока обуславливает гидрологические, гидрохимические и гидробиологические поля неоднородностей в пределах водосборных бассейнов и разномасштабные амплитуды колебаний этих характеристик.

Поэтому система мониторинга предъявляет особые требования к частоте наблюдений и пространственному размещению наблюдательной сети.

2.4. Комплексная оценка загрязнения поверхностных вод

Проблема обеспечения доброкачественной водой увеличивающегося местного населения и развивающегося народного хозяйства является

одной из наиболее важных и актуальных проблем Республики Каракалпакстан. Она подразделяется на ряд составляющих, главной из которых является обеспечение населения чистой питьевой водой и качественной водой для хозяйственно-бытовых, промышленных и сельскохозяйственных целей, а это в свою очередь опирается на научно обоснованные гидрохимические и гидроэкологические исследования.

— В этом плане сотрудники Института водных проблем АН РУз совместно с сотрудниками Института биоэкологии ККО АН РУз проводят теоретические и практические исследования по оценке современных объемов и качества речных вод Республики Каракалпакстан и их изменений за многолетний период за счет попадания в них коллекторно-дренажных, промышленных, живот-новодческих и других стоков.

Проводимые исследования основаны на положениях бассейнового комплексного метода исследования качества речных вод, имеющего достаточное количество блоков и подблоков (Чембарисов, 1989; Чембарисов, Лесник, 1996).

В состав блоков входят:

— физико-географические условия формирования качества воды. При исследовании данного вопроса процессы миграции легкорастворимых солей в речных водах необходимо рассматривать целиком по отдельным речным бассейнам: начиная с области его формирования и кончая областью его рассеивания;

— антропогенные факторы, изменяющие качество воды: гидромелиоративные мероприятия (орошение, дренаж, регулирование стока и др.); использование минеральных удобрений и ядохимикатов в сельском хозяйстве; стоки различных промышленных объектов (текстильных, пищевых и др.); стоки животноводческих ферм и др.;

— гидроэкологический мониторинг рассматриваемой территории: весь выбор для изучения речного бассейна должен быть равномерно освещен стандартными гидрологическими створами с проведением гидрохимических наблюдений;

— математическая обработка фактического материала: восстановление вызванных различными причинами пропусков данных. Расчеты среднегодовых и среднемноголетних величин, анализ внутrigодового режима и изменение качества воды по годам, статистический анализ. Вывод рабочих формул, способствующих определению какого-либо ингредиента по связи с другими элементами;

— картографическая обработка фактического материала и проведение различного районирования внутри речных бассейнов. Выбор топографических карт и работа с ними, выделение областей формирования транзита и рассеивания речного стока, желательны при этом использование метода пластики рельефа;

— при проведении гидроэкологического районирования кроме тщательного анализа собранного гидрохимического материала необходима комплексная оценка данных по заболеваемости местного населения, в первую очередь по инфекционным заболеваниям: шигеллез, брюшной тиф, острые кишечные инфекции и др.;

— оценка возможностей использования поверхностных вод в народном хозяйстве в зависимости от их качества для питья, орошения сельскохозяйственных культур, в промышленности, в рыбном хозяйстве, коммунально-бытовых и других целях; при этом необходимо пользоваться не только существующими способами и методами оценки, но и совершенствовать их.

В настоящее время в управлениях наблюдений и контроля загрязнения природной среды при государственных комитетах по гидрометеорологии и контролю природной среды оценку качества поверхностных вод проводят на основании расчетного коэффициента, называемого индексом загрязнения воды — ИЗВ.

В связи с принятием для практических оценок данного коэффициента обращается внимание на следующее: оценка качества вод в настоящее время затруднена. Так, она базируется на сравнении средних концентраций, наблюдающихся в пункте контроля качества вод с установленными нормами предельно допустимой концентрации (ПДК) по каждому ингредиенту. Это приводит к тому, что в различных справочно-информационных материалах приходится перечислять наименование вещества, степень превышения ПДК и т.д.

Показатели качества воды поверхностных и подземных источников водоснабжения разделены по лимитирующим показателям вредности и их предельно допустимой концентрации (ПДК) (составлено по ГОСТУ 2874-82 "Вода питьевая" и шкале ПДК института САНИГМИ, ГХИ г. Ростов-на-Дону).

Особое затруднение возникает в случае, если необходимо отразить тенденцию качества воды за несколько лет.

Если на одном и том же участке водного объекта у части ингредиентов концентрация снижается, а у других возрастает,

комплексно оценить качество воды и выявить тенденцию загрязнения затруднительно.

Именно поэтому введена оценка загрязненности через показатель индекса загрязнения воды веществ (ИЗВ). Целый ряд других показателей и комплексных оценок, для расчета которых необходимы несравненно большие затраты времени, не дают преимуществ по сравнению с ИЗВ. Упрощенная оценка по показателю ИЗВ позволяет производить сравнение качества воды различных водных объектов между собой, независимо от присутствия различных загрязняющих веществ, выявить тенденцию по годам, упростить и значительно улучшить представление гидрохимической информации.

Требуется проведение комплексных гигиенических исследований по изучению особенностей и условий формирования антропогенной нагрузки на среду обитания и здоровье населения республики.

Важными проблемами являются изучение условий формирования качества источников питьевого водоснабжения, научное обоснование выбора водоисточников с позиции гигиенической надежности воды по химическому бактериальному составу, систем водоподготовки, транспортировки питьевой воды, а также совершенствование санитарного контроля с учетом региональных особенностей и разработка прогноза использования воды.

Приоритетным направлением исследований является выявление рисков для здоровья воды поверхностных источников по эпидемиологическому признаку и химического состава подземных вод по санитарно-токсикологическому признаку вредности.

Необходимо выявление зон по степени выраженности санитарно-эпидемиологического благополучия территорий и их ранжирование.

При этом следует обратить внимание на разработку комплекса управленческих мер, объединяющих организационные, правовые, санитарные, профилактические и др. системы, обеспечивающие оптимизацию среды обитания и охраны здоровья населения на территории Республики Каракалпакстан.

Для проведения сравнения качества воды и определения динамики изменения качества используются следующими критериями, приведенными в табл.4.

Критерии качества питьевых вод (по Чембарисову, 2003)

Критерии оценки	Качество питьевой воды	Гидроэкологическая обстановка и состояние водной экосистемы
Не должна превышать содержание элементов, ограничивающих их ПДК по новейшим официальным источникам ГОСТУ 2874-82 "Вода питьевая", СанПиН 4630-88. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения; последний перечень ПДК института САНИГМИ и др.	хорошая	Близка к естественной
2-3 ингредиента, превышающие ПДК, относящиеся к самым низким классам опасности отдельных элементов на здоровье человека (а именно к IV и III классам).	удовлетворительная	Слабо нарушена
Значительное количество ингредиентов, превышающих их ПДК и относящихся I и II классам опасности.	опасная	Сильно нарушена

Примечание: Классы опасности выделены по СанПиН 4630-88: I класс — чрезвычайно опасные ингредиенты; II класс — высокоопасные ингредиенты; III — опасные ингредиенты и IV класс — умеренно опасные ингредиенты.

Особое значение приобретают исследования по совершенствованию подходов к системе управления здоровьем и средой обитания, обоснования комплекса мер, направленных на повышение эффективности деятельности санэпидслужбы, а также оценка роли региональных и местных органов власти в реализации государственной политики обеспечения санэпидблагополучия.

Для проведения сравнения качества воды и определения динамики изменения качества пользуются следующими критериями, приведенными в табл. 5.

Показатели качества воды и их оценка

№	Показатели качества воды	Единица измерения	ПДК	класс
1. Общесанитарные лимитирующие показатели вредности				
1	минерализация	мг/л	1000	
2	БПК ₅	мгО ₂ /л	>3	-
3	цинк		0,01	3
2. Органолептические лимитирующие показатели вредности				
4	сульфаты	мг/л	500	4
5	хлориды	мг/л	350	4
6	фенолы	мг/л	0,001	4
7	нефтепродукты	мг/л	0,05*	4
8	&-ГХЦГ/гексохлоран	мг/л	0,01*	4
9	медь	мг/л	0,001*	3
3. Санитарно-токсикологические лимитирующие показатели вредности				
10	СПАВ	мг/л	0,1*	3-4
11	Азот аммонийный	мг/л	0,39*	3
12	Нитриты	мг/л	0,02*	2
13	Нитраты	мг/л	9,1*	3
14	Хром шестивалентный	мг/л	0,001*	3
15	Альфа — ГХЦГ/линдан	мг/л	0,01*	1
16	Натрий	мг/л	120*	2
17	Кальций	мг/л	180*	4
18	Магний	мг/л	40*	3
19	Калий	мг/л	60*	3

2.5. Ранжирование природных территорий по качеству вода

Вода всегда занимала и занимает одно из ведущих мест в медикоэкологических исследованиях не только в связи с ее непосредственным участием в пространственном распределении болезней,

но и как фактор, определяющий образ жизни, ведение и характер хозяйства. Вторым по значимости вкладом в заболеваемость населения является содержание экзогенных микроэлементов, причем для человека вреден как недостаток, так и избыток и дисбаланс. Третий источник опасности в Республике Каракалпакстан — загрязнение почв и сельскохозяйственных продуктов различными химическими соединениями.

При установлении причинно-следственных связей между изменениями уровня здоровья населения и вредными факторами среды обитания были поставлены задачи выявить наиболее существенные вредные факторы и дать оценку степени их влияния на здоровье населения. При этом требовалось применение адекватных подходов и методических приемов.

В основе решения рассматриваемой задачи особое место занимал комплексный эколого-гигиенический мониторинг, представляющий собой взаимосвязанное использование двух мониторингов: мониторинга окружающей среды и мониторинга изменений здоровья населения, объединяемых постоянно проводимой процедурой анализа причинно-следственных связей между выявленными изменениями в здоровье населения и среде обитания.

Методической основой мониторинговых исследований является комплексная оценка антропогенной нагрузки на окружающую среду и степень ее влияния на здоровье населения. На фоне неблагоприятных природных особенностей отмечено нарастание антропогенных нагрузок на водные объекты. К санитарным последствиям относятся: повышенное бактериальное и химическое загрязнение воды водных объектов, рост инфекционной заболеваемости среди населения, обусловленный водным фактором и постоянно сохраняющиеся условия для возникновения водных вспышек брюшного тифа, дизентерии, вирусных гепатитов и других заболеваний водного пути передачи.

Таблица 6

Критерии оценки загрязненности воды, применяемые в системе Главгидромета РУз

Класс качества	Степень загрязнения	Величина индекса загрязнения воды (ИЗВ)
1	Очень чистая	Менее или равно 0,3

2	Чистая	Более 0,3 до 1
3	Умеренно загрязненная	Более 1 до 2
4	Загрязненная	Более 2 до 4
5	Грязная	Более 4 до 6
6	Очень грязная	Более 6 до 10
7	Чрезвычайно грязная	Более 10

Отмечается рост болезней эндокринной системы и болезни крови и кроветворных органов. Гигиеническая безопасность населения городов и сельских районов, по данным прогнозных оценок, будет обеспечена при условии реализации системы в составе социально-гигиенических, санитарно-технических, технологических и управленческих мероприятий, направленных на снижение химического и биологического воздействия факторов до уровней, характерных для региональных территорий с санитарно-эпидемиологическим благополучием.

— В Главгидромете РУз расчет ИЗВ для поверхностных вод производится по ограниченному количеству ингредиентов. Число их составляет 6, два из них кислород и БПК₅, являются обязательными, независимо от их содержания, четыре остальных выбираются по соотношению с ПДК, оно должно быть наибольшим.

Однако оценка фактического загрязнения речных вод Узбекистана по данному показателю показала, что он не совсем четко отражает степень загрязненности воды, так как при таком способе расчета ИЗВ его итоговая величина практически укладывается только в две градации: умеренно загрязненная и загрязненная вода (табл.6).

Опыт работы с гидрохимическими данными при гидро-экологическом районировании показал, что поверхностная вода в средних и особенно в нижних течениях сильно загрязнена, поэтому сотрудниками Института водных проблем Академии наук Республики Узбекистан предложено учитывать все ингредиенты по СанПиН-88 с введением коэффициентов K^1 и K^2 .

Величину индекса загрязненности воды (Иизв) следует определять по следующей формуле:

$$\text{Иизв} = \frac{\text{сумма превышения ПДК ингредиентов}}{\text{количество ингредиентов}} K_1, K_2 ;$$

где K_1 - коэффициент, учитывающий количество ингредиентов, превышающих ПДК. Изменяются от 0,5 для одного ингредиента и до 1,9 для 15 ингредиентов (табл. 7).

Таблица 7

Численные значения K_1

X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
K_1	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9

где X — количество ингредиентов, превышающих ПДК;

K_2 — коэффициент, учитывающий класс опасности ингредиентов, превышающих ПДК. Изменяется от 0,1 до 1,5 в зависимости от числа ингредиентов и их класса опасности (табл. 8).

Таблица 8

Численные значения K_2

Количество ингредиентов, превышающих ПДК	1-3	3-5	Более 5
Класс опасности	III-IV	Один ингредиент I или II класса, остальные III и IV классов	Не менее 1 ингредиента I класса, 1 ингредиента II класса или 3 ингредиента III и IV классов
K_2	1,0	1,2	1,5

Нужно отметить, что методика определения индекса воды, используемая в Главгидромсте РУз, является частным случаем определения предлагаемого ИИЗВ, так как при шести ингредиентах величина K_1 равна 1. Согласно величине интегрального индекса загрязненности воды (Иизв) для гидроэкологического районирования природных территорий была предложена следующая градация степени загрязненности воды (табл.9).

Класс качества воды

Класс качества воды	Величина ИИЗВ	Качество воды
1	0-1,0	Хорошее
2	1,1-3,0	Удовлетворительное
3	3,1-5,0	Плохое
4	5,1-10,0	Опасное
5	Более 10	Чрезвычайно опасное

Как показали практические расчеты, применение предложенного метода к оценке степени загрязненности поверхностных вод позволяет выделить во внутриречных бассейнах не две или три категории воды, а пять. Пользуясь данной методикой была определена степень загрязнения речных вод в бассейне р. Амударьи в разных гидрологических створах (табл. 10).

Таблица 10

Изменение величины интегрального индекса загрязнения воды по длине р.Амударьи

Створы	Величина Иизв
Термез	2,88
Туюмюн	3,08
Китчак	3,30
Саманбай	3,83
Кызылджар	5,35

Таким образом, вода р.Амударьи является удовлетворительной по качеству только в верховьях реки, а в нижнем течении она в основном плохого качества.

3. СОВРЕМЕННОЕ ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ Р. АМУДАРЬЯ

В период 2003-2005 гг. химический состав воды р. Амударья определялся только на трёх створах: 1) г. Термез; 2) теснина Туямуюн, ниже плотины; 3) г. Нукус (Саманбай) (табл. 11).

Нужно отметить, что если сведения по химическому составу воды р. Амударья у створа г. Термез характеризуют качество воды в верховьях реки, то данные по створам теснины Туямуюн и г. Нукуса характеризуют качество воды в нижнем течении реки, после того как Амударья приняла сбросы коллекторно-дренажных вод с Лебапского вилаята Туркменистана, а также с некоторых орошаемых массивов Кашкадарьинской и Бухарской областей. Согласно данным, приведенным в табл. 11, в последние годы загрязнение речной воды тяжёлыми металлами следующее: содержание мышьяка изменяется от 0,000 до 1,00 мкг\л (ПДК=0,05 мг\л), хрома шестивалентного — от 0,040 до 1,19 мкг\л (ПДК=0,001 мг\л), меди — от 0,846 до 1,776 мкг\л (ПДК=0,001 мг\л), фтора — от 0,181 до 0,350 мг\л (ПДК=0,75 мг\л), железа трёхвалентного — от 0,002 до 0,030 мг\л (ПДК=0,5 мг\л), цинка — от 2,80 до 1,68 мкг\л (ПДК=0,01 мг\л).

Содержание кислорода по годам изменялось от 8,884 до 11,09 мгО\л (ПДК не менее 4,0-6,0 мгО\л).

Среднегодовая концентрация аммонийного азота изменялась от 0,006 до 0,063 мг\л (ПДК=0,39 мг\л), нитратного азота — от 0,204 до 1,51 мг\л (ПДК=0,02 мг\л), нитритного азота — от 0,204 до 1,31 мг\л (ПДК=9,1 мг\л). Загрязнение реки органическими веществами по ХПК колебалось от 14,30 до 32,76 мгО\л, а по БПК — от 0,794 до 1,334 мгО\л (ПДК=3,0 мгО\л). Присутствие изомеров ГХЦГ изменялось от 0,000 до 0,018 мкг\л (ПДК=0,001 мкг\л). Содержание нефтепродуктов изменялось от 0,010 до 0,063 мг\л (ПДК=0,05 мг\л), синтетических поверхностно активных веществ (СПАВ) — от 0,000 до 0,01 мг\л (ПДК=0,1 мг\л), фенолов — от 0,000 до 0,001 мг\л (ПДК=0,001 мг\л). В верхнем течении р. Амударья среднегодовая величина минерализации изменяется от 0,47 до 0,58 г\л, а в нижнем — от 0,69 до 1,07 г\л, т.е. увеличивается в 1,5-2,0 раза, состав воды в основном гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатно-магниево-кальциево-натриевый (ГХС-МКН). Значительное содержание взвешенных веществ наблюдается в верховье реки: 233,5-388,5 мг\л, в нижнем

течении за тесниной Туямуюн оно уменьшается до 14,2-8,36 мг\л, а к створу к. Саманбай увеличивается до 57,43-89,1 мг\л. Таким образом, можно отметить, что относительно чистая вода наблюдается в р.Амударье только у створа г. Термез, но при этом наблюдается загрязнение воды нефтепродуктами, фенолами, изомерами ГХЦГ. В большей степени загрязнена вода р. Амударьи у теснины Туямуюн и у г.Нукуса (в черте к. Саманбай): предельно допустимую концентрацию превышают медь, нефте-продукты, хром, изомеры ГХЦГ, фенолы, минерализация воды. По величине индекса загрязнения воды (ИЗВ), применяемого в "Узгидромете", качество воды р. Амударьи в верховье реки относится к чистой (2 класс качества воды), а в нижнем течении к умеренно загрязненной (ИЗВ изменяется от 1,0 до 2,5). По расчётам, проведенным по методике ИВП АН РУз (которая учитывает превышение всех ингредиентов выше ПДК), вода р. Амударьи в верховье реки в 1986-1998 гг. была удовлетворительной (ИЗВ=1,1-3), а в нижнем течении плохого качества (ИЗВ=3,1-5). В 2003-2005 гг. качество речной воды по длине реки практически не изменилось, что подтверждается также расчётами Б.Т.Курбанова и Ю.Н.Лесника (2003).

Гидробиологические показатели качества воды. Согласно справке о гидробиологическом состоянии поверхностных вод Узбекистана, гидробиологические исследования по р. Амударье с определением таких показателей, как биотический перифитонный индекс (БПИ), индекс сапробности (ИС), модифицированный биотический индекс (МБИ) в рассматриваемый период времени не проводились.

Опубликованные сведения о паразитологическом и радиоактивном загрязнении воды р. Амударьи не были найдены. Однако, согласно некоторым имеющимся публикациям (Чембарисов и др., 2005), по данным санитарно-эпидемиологической службы Республики Каракалпакстан несоответствие питьевых вод по гигиеническим нормативам в 2003 г. было отмечено 26,2% проб по химическим и 3.9% по микробиологическим показателям.

Проведенный анализ полных гидрохимических данных по створам, расположенным в верхнем и нижнем течении р. Амударьи показал, что у г. Термез 2-3 ингредиента превышают предельно допустимую концентрацию (ПДК), т.е. здесь гидроэкологическое состояние реки является слабо нарушенным, а в нижнем течении оно становится заметно нарушенным, так как 5-6 различных ингредиентов превышают их ПДК.

3.1. Возможность использования водных ресурсов р. Амударья с учетом гидроэкологического состояния

Река Амударья издавна является источником жизни, водоснабжения, орошения сельскохозяйственных культур, рыбозаведения и частично энергетики.

Использование для хозяйственно-питьевых целей. Согласно гидрохимическим данным, приведенным в табл.11 и нормативам ГОСТа “Вода питьевая” (OzDST 950:2000), воду р. Амударьи в естественном состоянии нельзя использовать для питьевых целей, особенно в среднем и нижнем течении.

Для использования этой воды в питьевых целях нужно проводить специальную подготовку и её обработку на станциях-водозаборах, включающих очистку воды, осветление и обеззараживание (как правило, используют хлорирование, добавление сернистого алюминия и др.).

Таблица 11

Изменение среднегодовых величин минерализации и загрязняющих ингредиентов в р. Амударье в 2003-2005 гг. (по данным Узгидромета)

Показатели загрязнения	р. Амударья-теснина Туямуюн, ниже плотины			Р. Амударья-г. Нукус, в черте к. Саманбай			р. Амударья-г. Термез		
	2003г	2004г	2005г	2003г	2004г	2005г 2003г	2003г	2004г	2005г
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Мышьяк, мкг\л	0,000	0,250	0,10	0,000	0,000	1,00	0,000	0,000	0,20
Хром-6, мкг\л	0,040	1,190	0,20	0,20	0,04	1,00	0,90	0,343	0,60
Медь, мкг\л	1,517	1,412	0,90	2,432	1,776	1,10	0,846	1,490	1,80
Фтор, мг\л	0,277	0,181	0,24	0,280	0,256	0,35	0,275	0,314	0,36
Железо, мг\л	0,013	0,017	0,03	0,012	0,002	0,01	0,004	0,004	0,02
Кислород, мг\л	9,875	10,66	11,09	8,884	9,348	9,63	11,51	11,22	11,62

Цинк, мкг\л	10,22	4,06	3,20	11,68	3,57	2,80	3,46	4,14	2,80
Азот аммонийный, мг\л	0,063	0,011	0,02	0,018	0,058	0,01	0,006	0,027	0,03
Азот нитратный, мг\л	0,352	0,248	1,31	0,590	0,204	1,25	0,215	0,399	1,51
Азот нитритный, мг\л	0,006	0,004	0,006	0,003	0,001	0,008	0,002	0,005	0,011
Альфа-ГХЦГ, мкг\л	0,010	0,001	0,001	0,004	0,000	0,003	0,000	0,000	0,004
БПК, мг\л	1,062	1,051	1,04	1,334	0,794	1,42	1,156	0,834	1,05
Взвешенные вещества, мг\л	233,5	242,0	388,5	8,36	10,40	14,20	83,12	57,43	89,1
Гамма-ГХЦГ, мкг\л	0,018	0,000	0,001	0,000	0,00	0,002	0,001	0,000	0,003
Минерализация, мг\л	467,4	576,6	498,0	859,37	843,17	687,0	1071,	1022,1	925,0
Нефтепродукты, мг\л	0,063	0,012	0,02	0,036	0,036	0,01	0,123	0,011	0,01
СПАВ, мг\л	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,01
Фенолы, мг\л	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001
ХПК, мгО\л	17,57	16,10	14,30	27,26	32,76	25,63	35,60	35,32	29,83

Использование для рыбохозяйственных целей. Согласно Б.К. Каримову (1995), Р.М. Разакову (1997), А.А. Рафикову (1999) и др., вода в р. Амударье издавна служила источником питания многочисленных озер в дельте реки, которые использовались в рыбохозяйственных целях (Судочье, Каратерень, Машанкуль и др.). Основными требованиями для воспроизводства различных видов рыб были достаточная глубина водоёма, его проточность или сезонная смена водоёмных масс, а также отсутствие токсичных веществ в протоках Амударьи, питающих данные водные объекты. При использовании воды того или иного озера в рыбохозяйственных целях в настоящее время необходимо проводить тщательный гидрохимический мониторинг как самого озера, так и питающего его источника,

добываясь того, чтобы содержание остаточных пестицидов, нитритов, нефтепродуктов и некоторых тяжелых металлов не превышало существующих нормативов.

Использование воды для орошения. Оценка ирригационного качества воды р. Амударьи проводили по комплексному методу, предложенному Э.И. Чембарисовым (1988), по которому учитываются как величина минерализации воды, так и опасность засоления, содообразования, натриевого и магниевого осолонцевания и опасность хлоридного засоления. На основе данного метода была проведена комплексная оценка ирригационного качества воды р. Амударьи и на всех перечисленных в табл.11 створах: г. Термез, теснины Туямуюн ниже плотины, г. Нукус (в черте к. Саманбай). Согласно проведенным расчетам вода р. Амударьи у створов Термез и теснины Туямуюн является полностью пригодной для орошения любых сельско-хозяйственных культур. Ниже створа г. Нукус (в черте к. Саманбай) в отдельные месяцы вода р. Амударьи не пригодна для орошения, так как появляется опасность засоления орошаемых земель, их магниевого осолонцевания и хлоридного засоления. Поэтому во избежание накопления токсичных солей в орошаемых почвах необходимо проводить промывные поливы.

Трансграничные особенности использования водных ресурсов в бассейне р. Амударьи. До получения независимости распределение водных ресурсов р. Амударьи среди четырёх республик Центральной Азии осуществлялось на основе Генеральной Схемы развития водных ресурсов в бассейне Амударьи. Деление было утверждено решением Научного и Технического Совета Министерства водного хозяйства бывшего СССР в 1987 году. Доля поверхностных вод, выделенных каждому государству согласно этому решению составляла (в %): для Кыргызстана — 0,6; Таджикистана — 15,4; Туркменистана — 35,8 и Узбекистана — 48,2. До настоящего времени сохраняется принцип квотирования, предусматривающий, что Туркменистан и Узбекистан имеют равные (50% \ 50%) доли деления водного стока в створе Керки с учётом водозабора в Каракумский канал. Это положение было подтверждено двухсторонним Соглашением, подписанным главами двух государств в г. Чарджуу в 1996 г. В виду того, что р. Амударья является самой крупной рекой Центральной Азии, в настоящее время проблема вододеления её стока значительно осложнена и зависит от следующих факторов: а) принятия новых международных “Соглашений” о разделении стока между пятью

государствами (с учётом интересов Афганистана), б) режима наполнения внутрибассейновых водохранилищ, в) регулирования отбора воды в крупные каналы, уточнения и регулирования русловых потерь стока и др.

4. КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНЫЕ ВОДЫ ОРОШАЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ

Республика Каракалпакстан расположена в современной дельте Амударьи и является самым конечным водопользователем реки — единственным источником орошения сельскохозяйственных культур. Вся орошаемая территория региона характеризуется крайне слабой дренированностью и требует наличия достаточной коллекторно-дренажной системы.

Начиная с 1960-х годов с развитием сельскохозяйственного производства в низовьях Амударьи здесь строилась и развивалась коллекторно-дренажная сеть (КДС). На сегодняшний день находятся в эксплуатации такие крупные коллектора, как КС-1, КС-3, КС-4, ККС-ГЛК, Устюртский в северной зоне Каракалпакстана, Берунийский и Аязкалинский в южной зоне (рис.2). Несмотря на имеющиеся публикации, гидрологическая роль коллекторно-дренажных вод (КДВ) Каракалпакстана в условиях дефицита водных ресурсов 1960-2006 гг. слабо изучена.

Цель проведенных исследований Р.Т.Хожамуратовой (2009) — оценка и выявление гидрологической роли КДВ региона за последние пятьдесят лет и разработка конкретных предложений по их максимальному использованию.

В задачи исследований входило:

— анализ существующих публикаций по различным характеристикам КДВ Каракалпакстана за 1960-2006 гг.;

— выявление гидрологической роли КДВ при решении водохозяйственных проблем региона в разные периоды: а) 1960-1990 гг. и б) 1991-2006 гг.;

— научное обоснование современных путей рационального использования КДВ республики в народном хозяйстве на основании данных, полученных в итоге опытных работ, проведенных по орошению различных кормовых и технических культур, созданию рыбохозяйственных прудов и др.



Рис.2. Основные коллектора в дельте р. Амударьи (по Е.Курбанбаеву и др., 2010).

При обработке многолетних полевых и фондовых материалов были использованы гидрологические, гидрохимические и статистические методы расчетов и обработки, включая составление водных и водно-солевых балансов как по отдельным системам коллекторов, так и в целом по орошаемой зоне.

Краткая характеристика КДВ в период 1960-1990 гг. Строительство дренажной сети здесь было начато в 1954 г. На оросительной системе Пахтаарна в Турткульском районе с прокладки ряда межхозяйственных коллекторов. За 1954-1958 гг. были построены коллектора К-4, К-5, К-5-1, а в Берунийском районе реконструированы под коллектора старые каналы Зейкеш и Зейсалма. Общая длина коллекторов, построенных за указанный период, составила 110 км в 1957-1960 гг. Институтом "Узгипроводхоз" была разработана общая схема развития орошения в республике, предусматривавшая не только развитие хлопководства, но и строительство ряда крупных рисосеющих совхозов в северной зоне.

В 1962 г. было начато строительство коллекторов для отвода грунтовых и сбросных вод с полей строящихся рисосеющих совхозов.

При этом в первую очередь были построены магистральные коллектора КС-1 в Чимбайском районе и Главный Левобережный в Кунградском районе.

Начатое в 1966 г. плановое мелиоративное строительство стало возрастать из года в год. При этом коллекторная сеть прокладывалась как на существующих, так и вновь осваиваемых орошаемых землях, нуждающихся в мелиоративном улучшении.

За период с 1966 по 1973 гг. здесь были построены и введены в эксплуатацию межхозяйственные коллектора общей длиной 1138 км, также внутривладельческие коллектора и дренажная сеть в хлопковой зоне протяженностью 3659 км.

В числе межхозяйственных коллекторов были построены крупные межрайонные магистрали северной зоны: КС-1 (протяженность 110 км), КС-3 (105 км) и КС-4 (95 км), располагающиеся на правом берегу Амударьи. На левом берегу Амударьи был построен Главный Левобережный коллектор (ГЛК) протяженностью 86 км, отводящий дренажные воды в озеро Судочье. Общая орошаемая площадь, обслуживаемая этими межхозяйственными коллекторами, составляла 144 тыс.га. С 1953 по 1970 гг. общая орошаемая площадь увеличилась со 169 до 261 тыс.га.

Минерализация и расходы воды в коллекторах определялись Амударьинским дельтовым управлением оросительных систем (АДУОС) с 1968 г. (табл.12).

К концу 1980-х годов объем отводимых КДВ с орошаемой территории увеличился до 1500-2000 млн. м³, при этом их средняя минерализация несколько уменьшилась с 5,2-4,3 до 3,0-2,6 г/л.

Разность между поступлением и выносом солей с орошаемой территории свидетельствовала о развитии процессов засоления.

Коллекторно-дренажный сток в этот период отводился в основном в пустынные понижения и исследования по использованию его в народном хозяйстве, изучение гидрологического и гидрохимического режима практически не проводилось.

Характеристика КДВ в период 1991—2004 гг., наличие КДС на орошаемой территории и ее правильная эксплуатация является одним из факторов улучшения мелиоративного состояния поливных угодий и защиты от подтопления и заболачивания.

Согласно официальным данным на 1 января 2004 г. на территории республики функционировало 19865,8 км КДС, из них 3444,6 км было

представлено магистральными и межхозяйственными коллекторами, а 16421,2 км — внутрихозяйственными.

Магистральные и межхозяйственные коллектора до образования Министерства сельского и водного хозяйства находились на балансе ПО "Каракалпакводхоз", в настоящее время они находятся на балансе Каракалпакской гидромелиоративной экспедиции.

Удельная протяженность КДС в среднем по республике составляет 39,72 п.м/га, а внутрихозяйственных коллекторов — 32,72 п.м/га.

Своевременная очистка и правильная эксплуатация коллекторов улучшает их работоспособность и способствует снижению до оптимального уровня залегания грунтовых вод, а также создает благоприятные условия для выращивания сельскохозяйственных культур.

Таблица 12

Солевой баланс орошаемых земель Каракалпакстана в 1968-1977 гг.

год	Водоподача, млн. м ³	Отвод дренажно-сбросных вод, млн. м ³	Поступление солей с оросительной водой, тыс. т.	Вывос солей коллекторами, тыс. т.	Разность между поступлением и выносом солей, тыс. т.
1968	6090,2	642,2	2887,0	2397,0	+490,0
1969	5466,9	452,1	3276,5	1120,9	+2155,6
1970	5918,9	791,2	3342,5	2678,0	+1664,5
1971	6401,9	688,2	4286,3	2942,0	+1344,3
1972	045,5	793,9	5991,0	2223,0	+3768,0
1973	7542,2	1058,9	5994,3	2075,0	+3919,3
1974	6623,4	823,9	4886,5	2117,9	+2768,6
1975	8056,6	1050,4	5643,8	3973,9	+1669,9
1976	8291,3	1520,8	10076,0	6396,0	+3680,0
1977		1247,7	7740,3	4117,4	+3622,9

Сведения о солевом балансе орошаемой территории Каракалпакстана за 1997—2003 гг. приведены в табл.13.

Из таблицы видно, что в зависимости от водности года величина суммарного водозабора за последнее десятилетие изменялась от 2,17 до 8,10 км³, средняя величина минерализации оросительных вод колебалась в пределах 1,01—1,40 г/л; поступление солей с оросительной водой составило 3,04—9,19 млн.т.

Сток дренажно-сбросных вод изменялся в пределах 0,59—2,8 км³; средняя величина минерализации КДВ колебалась от 3,05 до 4,13 г/л; вынос солей коллекторно-дренажными водами составил 2,47—9,76 млн.т; при этом если в 1997—2000 гг. наблюдался отрицательный солевой баланс орошаемой территории, то в последние годы отмечается положительный солевой баланс, то есть поступление солей превышает их вынос.

В последние годы в результате дефицита оросительной воды для полива сельскохозяйственных культур создается очень напряженная обстановка в условиях северной зоны Каракалпакстана.

Таблица 13

Солевой баланс орошаемых земель Каракалпакстана в 1997—2003 гг.

год	Суммарный водозабор, млн.м ³	Минерализация оросительной воды, г/л	Поступление солей с оросительной водой, тыс.т.	Минерализация КДВ, г/л	Сток дренажно-сбросных вод, млн. м ³	Вынос солей коллекторами, тыс.т	Разность между поступлением и выносом солей, тыс.т.
1997	5891,78	1,26	7423,45	1755,9	4,20	7794,62	-371,17
1998	8104,1	1,13	9190,1	2813,6	3,33	9380,2	-190,16
1999	7800,8	1,12	8697,0	2737,0	3,57	9762,05	-1065,06
2000	3594,7	1,26	4547,3	1572,2	4,31	6779,32	-2232,03
2001	2173,1	1,40	3040,2	589,9	4,19	2472,86	+639,18
2002	5812,1	1,01	5887,7	1201,5	3,12	3751,08	+2136,6
2003	8029,9	1,10	8808,8	2249,5	3,05	6849,73	+1959,06

Для нормального развития сельскохозяйственных культур необходимы безвредные по содержанию химические вещества и усваивающие их микроорганизмы, биологически полноценные по составу макро- и микроэлементы. Качество оросительной воды —

важнейший показатель стабильности агроэкосистемы — влияет на плодородие почвы, нормы водопотребления, урожайность и качество получаемой сельскохозяйственной продукции.

Острый водный дефицит ощущает вся орошаемая зона дельтовой части Амударьи. Отсутствие воды до и в период вегетации приводит к невыполнению плана посева сельскохозяйственных культур (в том числе кормовых и овоще-бахчевых) и значительно снижает их урожайность.

Как было отмечено выше, в Каракалпакстане имеется широкая КДС, сток которой можно считать дополнительным источником воды. Суммарный объем коллекторных вод в отдельные годы доходит до 2,7-2,8 км³.

Поэтому сотрудники Каракалпакского филиала НПХЦ “Экология водного хозяйства” совместно со специалистами Нукусского государственного педагогического института провели многолетние научно-исследовательские работы по использованию минерализованных вод для выращивания кормовых и овоще-бахчевых культур и пришли к следующим выводам:

— при поливе КДВ минерализацией 2-3 г/л в течение трех лет наблюдается незначительное соленакопление в почве и оно практически не оказывает отрицательного влияния на рост, развитие и урожайность кормовых и овоще-бахчевых культур;

— через каждые три года следует прекращать использование КДВ на орошение на одном участке и в течение последующих 4-6 лет нужно использовать для орошения пресные воды;

— в пределах орошаемой зоны республики ежегодно формируются 1,5-2,8 км³ КДВ, средняя величина минерализации которых изменяется в пределах 3,05-4,20 г/л;

— в условиях острого дефицита оросительной воды минерализованные КДВ следует считать дополнительным источником водных ресурсов региона и с соблюдением некоторых условий их можно использовать для орошения кормовых и овоще-бахчевых культур;

— в перспективе следует подробно изучить гидрологический и гидрохимический режимы КДВ республики по отдельным системам коллекторов с целью их более рационального использования.

5. ПРОБЛЕМА АРАЛЬСКОГО МОРЯ, ЭКОЛОГИЯ РЕГИОНА И МЕСТНЫЕ ВОДОЕМЫ

Сложнейшая экологическая проблема современности — постепенное усыхание Аральского моря и ухудшение в связи с этим экологической обстановки в зоне его влияния являются предметом не только интенсивных исследований специалистов многих стран, но и волнует каждого гражданина нашей республики. Поэтому остановимся на этой проблеме, опишем ее состояние и ожидаемые решения в перспективе.

Аральское море было вторым по размеру замкнутым водоемом бывшего Советского Союза. Расположенное в центре средне-азиатских пустынь, оно является гигантским испарителем, из которого до недавнего времени ежегодно “выпаривалось” и поступало в атмосферу около 60 км³ воды, приносимой главным образом выпадающими крупнейшими реками Средней Азии — Амударьей и Сырдарьей.

В недалеком прошлом Арал был уникальным природным объектом — солоноватым морем, обладающим высокой биологической продуктивностью и своеобразным миром живых организмов. Море имело важное рыбохозяйственное, транспортное и рекреационное значение, оно оказывало благотворное климатическое, гидрологическое влияние на окружающие территории, служило местом размножения, нагула и отдыха на пути миграции огромных стай водоплавающих и околоводных птиц.

С начала 1960-х годов в результате резкого сокращения притока речной воды началось и в дальнейшем пошло ускоренными темпами обмеление и осолонение этого уникального водоема.

Так, в 1975 г. объем моря составлял 820 км³, его акватория — 56,7 тыс. км², средняя глубина 13 м, длина береговой линии более 4,5 тыс. км, средняя величина минерализации около 9 г/л. Но и в это время Арал усыхал, так как в 1960 г. объем моря был равен 1062 км³, акватория — 66,1 тыс. км².

К настоящему времени по сравнению с 1960-м годом уровень Аральского моря понизился на 25,0 м. Объем воды сократился до 105 км³, соленость возросла с 9 до 110 г/л. Площадь усохшего дна превысила 4 млн. гектаров.

В настоящее время Аральское море продолжает усыхать. Совсем недавно Малое море отделилось от Большого. Уровень Малого моря в

1990 г. был на отметке 39,7-39,5 м, его площадь равна 2,9-3,0 тыс. км², объем воды около 20,0 км³, средняя минерализация 30 г/л. Уровень Большого моря в 1990 г. был на отметке 38,5-38,7 м. Его площадь составляла около 40 тыс. км², объем порядка 310 км³, средняя соленость около 32 г/л. Большое море при отметке 31 м абс. разделится на восточную и западную части.

Проблема Аральского моря еще не решена: если не принять решительных мер по сохранению Арала, то через 15-20 лет море распадется на группу горько соленых озер с площадью в 6-7 раз меньшей, чем у первоначального моря.

Главной причиной резкого падения уровня Аральского моря после 1960 г. (до 1960 г. уровень моря в историческом прошлом за счет климатических факторов незначительно в пределах отметок 54-52 м) является интенсивное хозяйственное использование стока Амударьи и Сырдарьи, прежде всего в целях орошения. Большая часть бассейнов этих рек находится в зоне недостаточного увлажнения, где сельскохозяйственное производство возможно только в условиях орошаемого земледелия. Поэтому воды Амударьи и Сырдарьи издавна используются для орошения.

Основное отличие сельского хозяйства как водопотребителя от других отраслей народного хозяйства заключается в том, что вода, поданная на поля, в значительной степени теряется безвозвратно. Поэтому постоянное увеличение площадей орошаемых земель (с 5,12 в 1960 г. до 7,2 млн. га в 1990 г.) влекло за собой заметное уменьшение стока рек, питающих Аральское море.

По исследованиям специалистов, усыхание Аральского моря привело к следующим процессам: ухудшению климатических условий в Приаралье, деградации ее природных пастбищ, изменению структуры популяций растительного и животного мира, усилению процессов соле-накопления в почвах и водах, росту эолового переноса солей, формированию очагов различных болезней на осушенном дне Арала, антропогенному эвтрофированию водоемов и общему обострению эпидемиологической ситуации в Приаралье.

Аральское море имело огромное значение как климатообразующий фактор. Благодаря его существованию Приаралье отличалось от других пустынных районов Средней Азии относительно высокой влажностью воздуха, меньшим количеством дней с ветрами, благоприятной температурой. Его термическое влияние распространялось на 200-250 км, а влияние на влажность воздуха — на 350-400 км к югу.

В связи с усыханием Аральского моря поднялась летняя температура, усилилась континентальность, сократился безморозный период, что отрицательно сказывается на жизнедеятельности человека и продуктивности сельскохозяйственных растений и пастбищ. В целом усыхание Аральского моря привело к усилению континентальности климата. Уже сейчас разность средних месячных температур за январь и июль возросла на 15-20° С.

Увеличились пыльные бури, число которых составило в год более тридцати ветреных дней со скоростью ветра от 50 до 100 км/час. Возросло количество дней с температурой воздуха 42-44° С.

Процессы аридизации обусловили деградацию природных экосистем региона. Особенно сильной деградации подвергается растительный покров дельты. Происходит высыхание тугайных лесов и тростниковых зарослей, значительного количества озер и болот, вместо них формируются солончаки.

Значительное сокращение площади тугаев, тростниковых зарослей и водоемов дельты повлекли за собой обеднение животного мира: если раньше здесь обитало 173 вида ценных животных, то в последние годы их сохранилось всего 38 видов. Полностью исчезла ондатра, значительно сократилось число кабанов, уменьшилось количество фазанов. В этих условиях сильно размножились грызуны, которые интенсивно осваивают не только прилегающее высохшее дно Аральского моря, но и опустынивающиеся участки дельты.

В число экологических проблем, вызванных усыханием Арала, входит и рост засоления всего биоценоза. Если раньше море служило основным солеприемником бассейна, то теперь оно стало поставщиком солей путем эолового выноса. Обнажение более 4 млн. га осушенного дна моря и Приморской дельты, покрытых мелкоземом и солевыми частицами, привело к усилению ветроэрозионных процессов и образованию новых золых форм на песчаных грунтах. По предварительным оценкам специалистов, ежегодно в атмосферу поднимается от 15 до 75 миллионов тонн пыли.

При наблюдаемом уменьшении поступления речной воды в дельту реки и увеличении объема минерализованных коллекторно-дренажных вод, загрязненных различными химикатами, создалась реальная угроза полного засоления и загрязнения почвы, грунтовых и поверхностных вод, пород, а в конечном счете снижения качества и количества продуктов земледелия.

На обсохшем дне моря формируется антропоический ландшафт, где созданы благоприятные условия для размножения грызунов — основных носителей чумной инфекции.

Нарушение цикличности в численности носителей и переносчиков приводит к большим неопределенностям при прогнозировании состояния природных очагов чумы, что требует сегодня нового подхода в изучении этих явлений.

Ограничение притока пресной воды в дельту и безвозвратное водопотребление на ирригационные нужды определило коренное изменение характера питания имеющихся водоемов. Основным источником питания водоемов стали высокоминерализованные коллекторно-дренажные и сбросные воды, обогащенные остатками сельхозудобрений. Это привело к формированию иных лимнологических систем по сравнению с существовавшими.

Согласно исследованиям ихтиологов, экосистемы водоемов Амударьи оказались подверженными евтрофикации, на них прослеживается доминирующая роль эвтрофирования: уменьшение прозрачности до 0,3-0,7 м, ухудшение органолептических свойств воды, нарушение кислородного режима, повышение минерализации водоемов и др. Причиной антропоического эвтрофирования явилось усиленное поступление в водоемы значительного количества биогенов и минеральных веществ с сельскохозяйственных угодий. Ухудшение природных условий Приаралья уже сказалось на здоровье жителей этого региона. Дефицит качественной питьевой воды и загрязнение пестицидами, удобрениями, отсутствие водопроводов и канализации в большинстве населенных пунктов, низкий уровень санитарной культуры, загрязнение атмосферы пыльными бурями, ухудшение климатических условий создали неблагоприятную санитарно-эпидемиологическую обстановку в регионе, неблагоприятные условия труда, жизни и быта его населения.

Так, только в период с 1980 по 1988 гг. число госпитализированных лиц (на 1000 человек населения) возросло с 20,2 до 25,0. Данные медицинских обследований показали, что с начала 1960-х годов в Приаралье увеличилось число заболеваний в 5 раз желчекаменной болезнью, в 7-10 раз раком пищевода, хроническим гастритом, заболеваниями почек.

По имеющимся данным в Каракалпакстане за последние десять лет в 1,5 раза выросла общая смертность, в 1,6-1,8 раза увеличилась заболеваемость сердечно-сосудистыми болезнями. Состояние региона

требует дальнейших научных исследований отмеченных проблем, различных практических решений по улучшению сложившейся ситуации.

5.1. Состояние качества вода водоемов Южного приаралья

В годы благоприятного гидрологического режима в дельте Амударьи насчитывалось около 40 озер с общей площадью около 200 тыс.га. В связи с резким уменьшением стока реки, прекращением разливов и затопления её поймы число озер и занимаемая площадь сильно сократились (рис.3). В настоящее время здесь имеется около 10 озер, часть которых образовалась в результате скопления в низинах сбросных и коллекторно-дренажных вод, поступающих с орошаемых массивов дельты. Суммарная площадь их сильно колеблется по годам и сезонам (табл. 14).

Таблица 14

Динамика изменения площади дельтовых озер (тыс.га)

Наименование озер	1992 г.	2001 г.	2003 г.
Муйнакский залив	9,7	0,87	9,0
Залив Сарыбас	4,0	0,58	3,1
Междуреченское водохранилище	15,0	Пересохло	17,1
Оз. Думалак	52,4	Пересохло	40,0
Система озер Судочье	44,0	5,6	22,1
Оз. Машанкуль	24,0	Пересохло	11,3
Оз. Макпалкуль	2,4	Пересохло	1,9
Залив Жылтырбас	25,6	Пересохло	22,4
Итого	177,1	7,05	115,6

В настоящее время все существующие озера в дельте реки Амударьи отличаются друг от друга своим гидрохимическим составом воды, их по режиму питания можно разделить на две части: а) озера, существующие за счет речных вод, б) озера, существующие за счет коллекторно-дренажных вод.

Состояние водных экосистем дельтовой зоны Амударьи целиком и полностью зависит от объема и качества поступающих в регион вод. Как известно, источником питания водоемов Южного Приаралья является р. Амударья и магистральные коллектора ККС, КС-1, КС-3, КС-4 и др. Из Амударьи питаются в основном водоемы приамударьинской зоны (оз. Шегекуль, бывшие морские заливы Муйнак и Сарыбас), а водоемы, расположенные в левобережной (оз. Судочье, Каратерень) и правобережной (оз. Жылтырбас и др.) частях дельты реки питаются из магистральных коллекторов (см. рис. 2). Экологическое состояние этих водоемов напрямую зависит от изменения ситуации в источнике питания.

Ограниченный приток воды в низовья Амударьи с осени 1999 г. до середины 2002 г. вызвал деградацию всех водоемов дельтовой зоны, выражающуюся в осолонении и осушении озер, гибели биоты. Оценка качества воды гидрозкосистем Южного Приаралья по степени солености показывает, что соленость воды в водоемах дельты р. Амударьи меняется от солоноватой до соленой. В многоводные годы соленость озер снижается, а в маловодные повышается. В катастрофически маловодном 2000 г. соленость воды Междуреченского водохранилища достигла 6 класса, а в другие по водности годы вода озера обычно солоноватая. Муйнакский залив отличается среди Приамударьинских озер высокой соленостью воды: до 2,2-2,5 г/л. В оз. Сарыбас соленость воды меняется в зависимости от водности года (1,7 до 2,3 г/л).

В озерах, расположенных в левобережной и правобережной частях дельты реки, соленость воды высокая. Как было сказано выше, они в основном питаются дренажно-сбросными водами с орошаемых полей. В 2000-2001 гг. минерализация воды в оз. Судочье повысилась до 43,6 г/л, соленость соответствовала 4-му классу соленых вод. Такая вода ограничено пригодна даже для рыбохозяйственных целей и целей рекреации.

Исследования гидрохимического режима водоемов дельтовой зоны в 2000-2005 гг. показали, что прежде обильно заросшие Муйнакский и Сарыбасский заливы во время засухи пережили сильное осолонение: в июле 2002 г. (до поступления воды) минерализация в сохранившемся у северной дамбы в наибольшем плесе Муйнакского залива составляла в среднем 22 г/л, в Сарыбасском — 16 г/л. Поступление речной воды в Муйнакском заливе уже к осени 2002 г.

привело к снижению минерализации воды плесов юго-западного участка залива до 4 г/л.

В заливе Сарыбас к осени 2002 г. минерализация воды в разных участках установилась в пределах 1-2 г/л (в среднем по акватории 1,7 г/л) и продержалась на этом уровне в течение первой половины 2003 г. благодаря регулярным попускам речных вод в этот период в Междуречье, откуда питается Сарыбас. К концу 2003 г. в Сарыбасском заливе минерализация воды составила в среднем 1,3 г/л. В начале июля 2005 г. вода удерживалась на уровне 51,9 м, минерализация воды сохранялась в среднем на уровне 1,27 г/л.



Рис. 3. Схематическая карта дельты Амударьи на 1963 г.
(по Е. Курбанбаеву и др.).

Муйнакский залив к ноябрю 2003 г. вновь осолонился. Минерализация возросла повсеместно: в плесах вдоль западной дамбы она была

на уровне 4 г/л, в южных плесах достигла 7,5 г/л. Только в зоне впадения канала Главмясо и начальном участке паровой тропы минерализация воды сохранялась в пределах 1,1-2,3 г/л. В целом попуск воды в Муйнакском заливе в эти годы был небольшим и ограничивался во избежание подтопления буровых установок в прибрежье залива. В 2005 г. минерализация воды колебалась от 1,09 г/л до 1,2 г/л.

5.2. Гидроэкологическая роль озера судочья в развитии Южного приаралья

Гидрохимическим исследованиям существующих водных экосистем в зоне Приаралья придается большое значение.

Судочье-Каратеренская озерная система расположена в 50 км к югу от современной границы Аральского моря, в левом концевом участке дельты Амударьи.

Озеро Судочье — один из крупнейших водосмов дельты Амударьи. Наиболее известные среди них Большое Судочье, Бегдулла Айдын, Бесомыт, Омар Салым, Донгелек, Ходжакуль, Казахкарау, Агушпа, Шерман. Судочье прежде было одним из крупных приморских озер дельты Амударьи. После сильного наводнения 1944 г. в Кунграде проток Раушан был закрыт и доступ “пресной воды” в озеро прекратился. Вода в нем еще в начале 1950-х годов была пресная, глубина в среднем составляла 1,2-2 м. Судочье имело связь с Аральским морем через озеро Западный Каратерень и залив Аджибай, а питалось оно водой Амударьи через протоку Раушан. Колебания уровня Аральского моря и непостоянство стока Амударьи неоднократно превращали Судочье то в соленоводное, то в совершенно пресное озеро. В начале 1960-х годов озеро сильно осолонилось: соленость достигла 17-19 г/л. Средняя глубина озера упала до 1-1,5 м.

Обводнение северо-западной части дельты Амударьи начиная с 1956 г. уменьшилось. Протоки Раушан, Галдык и Прамузьяк в результате заиления верхних участков перестали действовать, поэтому основной сток Амударьи направился по руслу реки Акдарья в центральную часть дельты.

1 сентября 1952 г. у поселка Тайлы был открыт стационарный гидрологический пост на озере Судочье. В состав проводимых наблюдений

входили характеристики: уровень температуры воды и воздуха, влажность воздуха, скорость ветра и количество осадков.

Вынос воды в северо-западную часть дельты к 1959 г. практически прекратился, так как воды этой части дельты почти полностью расходовались на испарение. В связи с этим гидрологический и гидрохимический режим Судочье-Каратеренской озерной системы резко изменился — озера стали резко уменьшаться в размерах и осолоняться. Площадь озерной системы уже к концу 60-х годов сократилась до 70-100 км² и появилась реальная угроза ее исчезновения.

В 1964 г. пост был закрыт в связи с падением уровня и потерей озером рыбопромышленного значения. В 1963-1965 гг. произошло резкое сокращение стока Амударьи, уменьшились ее разливы. Все озера дельты обмелели, а мелкие высохли. Озеро Судочье было оторвано от источников пополнения пресной водой, в связи с чем оно продолжало осолоняться и высыхать. Площадь его сократилась в этот период до 200 км² (20 тыс. га).

В 1966 г. к озеру был прорыт Кунградский коллекторный сброс (ККС) для отвода в озеро дренажных вод с орошаемых земель левобережья Амударьи (Ходжейлийский, Шуманайский, Канлыккуль-ский и Кунградский районы Каракалпакстана). Сток коллектора в первые годы был небольшой и Судочье продолжало усыхать. И только благодаря многоводному 1969 г. оно вновь опреснилось. Затем уровень и объем озера поддерживались уже за счет возросшего стока коллектора и небольших излишков оросительных вод Кунградского района, поступающих сюда по каналу Караузьяк. Но они были не регулярными и нестабильными.

Вместе с тем озеро занимает ключевое место в современной гидрологической сети дельты и является водоприемником коллекторно-дренажного стока и сбросных вод Кунградского ирригационного района и аккумулирует КДВ, поступающие в озеро по коллекторам ККС и Устюртскому. Уровень озера стал постоянно расти и в конце 70-х годов приблизился к естественному состоянию.

Вода озера на орошение не используется. В связи с необходимостью улучшения мелиоративного состояния орошаемых земель, для поднятия уровня проектируется строительство новой части коллектора на концевом участке его по озеру Судочье длиной 34 км до бывшего залива Аджибай Аральского моря. В центральной части озера ил серого цвета

с примесью ракушечника морского происхождения, в прибрежье ил черно-коричневого цвета.

К 1991 г. образовалось обширное озеро, которое имело следующие морфометрические характеристики: площадь зеркала воды — 300 км²; объем воды — 0,6 км³; длина 34 км; средняя ширина — 9,7 км; максимальная — 25; средняя глубина — 2,0 м; максимальная — 5,0 м.

В последнее время озерная система характеризуется небольшими изменениями, вызванными чередованием маловодных и многоводных лет и выходом озерной системы на осушенное дно Аральского моря. Гидрологический режим озера Судочье постоянно изменяется, но из-за отсутствия сети наблюдений до 2000 г. динамика изменений не изучена.

Использование космической съемки различных периодов и их сравнение может восполнить отсутствие необходимых данных в исследовании динамики озера за этот период в изучении его морфометрии и морфологии.

Минерализация воды озерной системы Судочье изменяется, причем наибольшие величины минерализации (до 43,6 г/л) наблюдались у дамбы.

В течение 2000-2001 гг. в результате катастрофически небывалого маловодья произошло осушение огромных площадей дельтовых и приморских озер, в том числе в проектной зоне оз. Судочье.

В течение всего расчетного периода с января по ноябрь 2001 г. в систему оз. Судочье (Агушпа, Большое Судочье, Каратерень, Бегдулла Айдын) вообще не было подачи пресной воды, что привело к резкому повышению минерализации воды этих озер. По коллектору ККС, который является основным источником питания озера, приток воды резко сократился и суммарный сток (за январь-ноябрь) составил всего лишь 46,24 млн.м³. Это в 12,2 раза меньше, чем за многолетний период 1980-1999 гг.

По состоянию на ноябрь 2001 г. горизонт воды оз. Бегдулла Айдын и Большое Судочье опустился до критической отметки 51,00 м абс. БС и произошла осушка по всей их акватории. Площадь оз. Агушпа сократилась до 285 га, что составляет 2,45 % от первоначального состояния (1999 г.), а оз. Каратерень — 31,25 га или 6,58 %.

По состоянию на 1 ноября 2001 г. площадь осушки по всей системе озера оказалась равной 18708,75 га, что составляет 98,3 % от первоначальной величины.

Наблюдалось изменение минерализации и химического состава. К 1950 г. минерализация воды в озере повысилась до 1,66 г/л. 30 июня 1952 г. вода в оз. Судочье имела минерализацию 5,16-7,16 г/л. Начиная с 1957 г. обводнение всей северо-западной части дельты Амударьи, в том числе и оз. Судочье, уменьшилось. Озера Судочье и Каратерень стали быстро осолоняться. Минерализация их воды в 1962-1963 гг. составила 17-30 г/л.

После заполнения минерализация воды в 1991 г. в озере изменилась от 4-5 г/л, в устье Кунградского коллекторного сброса до 9-10,4 г/л в северной части озера.

Наблюдения за минерализацией и химическим составом воды в разных частях системы оз. Судочье были продолжены в 1999 г.

Согласно отобранной пробе воды 15.08.1999 г. минерализация была равна 3,89 г/л, при этом химический состав воды был хлоридно-сульфатно-натриево-магниевым (ХС-МН).

В маловодном 2000 г. в период со 2 мая по 16 августа было отобрано 19 проб воды: 5 — в оз. Каратерень; 6 — оз. Агушпа; 3 — в Большом Судочьем (между Агушпой и Бегдулла Айдыном) и 1 — в оз. Судочьем у дамбы.

В разных частях оз. Каратерень минерализация воды изменялась от 3,03 до 5,74 г/л, а тип воды от сульфатно-магниевый (С-М) до хлоридно-сульфатно-кальциево-магниевый-натриевого (ХС-КМН).

Содержание аммиачного азота изменялось в пределах 0,09-3,1 мг/л; нитратного азота от 0,02 до 10,8 мг/л; нитритного азота — от 0,001 до 17 мг/л и фосфатов в пределах 0,01-0,77 мг/л.

В разных частях оз. Агушпа (расположенного недалеко от восточного чинка Устюрта) минерализация воды изменялась от 16,33 до 23,99 г/л, а состав воды от хлоридно-сульфатно-магниевый-натриевого (ХС-МН) до сульфатно-хлоридно-магниевый-натриевого (СХ-МН).

Содержание аммиачного азота изменялось в пределах 0,10-0,11 мг/л; нитратного азота от 3,11 до 4,16 мг/л; нитритного азота от 0,043 до 0,20 мг/л и фосфатов в пределах 0,2-0,5 мг/л.

В разных частях оз. Бегдулла Айдын (расположенного в южной части озерной системы) минерализация воды изменялась от 4,36 до 4,92 г/л, а состав воды был в основном хлоридно-сульфатно-кальциево-магниевый-натриевого (ХС-КМН).

Содержание аммиачного азота изменялось в пределах 0,10-0,11 мг/л; нитратного азота — от 1,40 до 3,16 мг/л; нитритного азота — от 0,007 до 0,05 мг/л и фосфатов в пределах 0,48-0,77 мг/л.

В разных частях оз. Большое Судочье (расположено в восточной части озерной системы) минерализация воды изменялась от 3,69 до 4,19 г/л, а состав воды был преимущественно хлоридно-сульфатно-кальциево-магниево-натриевым (ХС-КМН).

Содержание аммиачного азота изменялось в пределах 0,10-0,11 мг/л; нитратного азота — от 2,6 до 4,12 мг/л; нитритного азота — от 0,005 до 0,007 мг/л и фосфатов в пределах 0,30-0,55 мг/л.

В северной части озерной системы (у дамбы) минерализация была равна 43,6 г/л, состав воды хлоридно-сульфатно-натриево-магниевым (ХС-НМ).

В пробе воды, отобранной между плесами Агушпа и Бегдулла Айдын минерализация воды была равна 28,98 г/л, состав воды был сульфатно-хлоридно-магниево-кальциево-натриевым (СХ-МКН).

Таким образом, полученные гидрохимические данные показали, что в зависимости от места сброса коллекторно-дренажного стока (через ККС и Устюртский коллектор) минерализация и химический состав воды в различных частях озерной системы Судочье изменяется, при этом наибольшие величины минерализации (до 43,6 г/л) наблюдаются в районе дамбы.

Как и в прошлом, так и в настоящее время озеро Судочье играет важную роль в сохранении биоразнообразия в регионе.

Орнитологический заказник "Судочье" был создан 29 ноября 1991 г. на озере Судочье постановлением Совета Министров Республики Каракалпакстан в соответствии с Конвенцией между бывшим СССР и Индией "Об охране перелетных птиц, мест их обитания", а также для сохранения природного комплекса озера.

Орнитологический заказник "Судочье" расположен на территории Муйнакского района, площадь его 50 тыс.га. На озере в пределах территории заказника разрешен промысел ондатры, рыбы, лицензионный отстрел млекопитающих и ограниченная заготовка тростника. Разрешено проведение на озере мероприятий, направленных на улучшение условий обитания диких животных. Все виды работ, проводимые в заказнике, должны осуществляться строго на научной основе в соответствии с решениями Государственного комитета по охране природы Каракалпакстана.

Границы заказника "Судочье" обозначены следующим образом: северная — от мыса Урга (плато Устюрт) на восток по берегу озера Судочье между озером Западный Каратерень до восточного озера

Судочье; восточной и южной границей служит береговая линия озера и западная — от южного берега озера до мыса Урга.

Озеро в годы естественного состояния экосистемы было одним из крупных рыбопромысловых озер Каракалпакстана, здесь же изготавливалось до 15-20 тыс. шт. ондатры. Сейчас рыбный промысел сильно снизился, а ондатровый практически прекратился. Все это из-за того, что его водообеспечение нестабильное и, соответственно, уровень озера и состояние его биоты были подвержены сильным колебаниям. Так как озеро сильно заросшее и мелководное, то падение уровня воды на 30-50 см вызывает тотальные заморы, то есть происходит гибель рыбы и нарушение в системе кормовых организмов, а также водной растительности. Эти процессы также отрицательно сказываются на воспроизводстве и состоянии ондатры, поэтому здесь низкий и неустойчивый рыбный и ондатровый промыслы.

Однако, несмотря на всю эту негативную ситуацию, озеро остается важным природным объектом благодаря тому, что оно лежит на путях пролета весной и осенью водоплавающих и околоводных птиц в Западную Сибирь, Казахстан, Индию, Пакистан, на Каспийское море.

На озере в его прибрежной зоне и примыкающей чинковой полосе Устюрта (по данным ученых Каракалпакского отделения Академии наук РУз) были встречены 168 видов птиц, относящихся к 42 семействам. Наиболее богато здесь во все времена были представлены семейства утиные, бекасовые, чайковые, славковые, ястребиные, мухоловковые и др. В отдельные благоприятные годы с большими разливами воды весной и осенью во время пролета птиц здесь (по данным ученых Каракалпакского отделения Академии наук РУз) наблюдались скопления до 8-10 млн. особей. На территории озера гнездятся очень редкие и ценные виды птиц. Среди них лебедь шипун, большой и малый баклан, серый гусь, различные виды уток-колпицы, каракайки, чайки, крачки, кваквы.

Вместе с тем, понижение уровня воды в 2001 г. в озерах наблюдалось почти на 1,0-1,3 м, а повышение минерализации до 16-60 г/л по плотному остатку, что привело к полной деградации природной среды и к сокращению запасов рыбы и ондатры. Значительно сократились площади тростниковых зарослей, служащих основным источником заготовки на корм скота. Самое главное в том, что такая критическая ситуация лишила основного источника доходов населения, проживающего в проектной зоне оз. Судочье.

Все эти показатели являются основанием для представления Узбекистаном озера Судочье в списке объектов Рамсарской Конвенции. В него включают водно-болотные угодья, имеющие большое значение для охраны водоплавающих птиц на путях миграций и гнездовья.

В 1991 г. на озере был организован орнитологический заказник специально для охраны птиц. Несмотря на его международное природоохранное значение, он до сих пор остается заказником местного значения.

6. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ВНУТРИ РЕГИОНА

В связи с усыханием Аральского моря в дельте Амударьи усилились негативные последствия в виде опустынивания дельты, увеличения неблагоприятных явлений (засухи, аномальные явления погоды, усиление солевывноса и пыльные бури). Формируются дискомфортные условия для обитания человека. Экстремальность усиливается за счет повышения сухости воздуха, усиленной солнечной инсоляции.

Крупной проблемой является загрязнение питьевой воды, в которой местами обнаруживается избыточное содержание тяжелых металлов.

Большинство населенных пунктов в Каракалпакстане имеет старый традиционный состав сооружений подготовки питьевой воды; отстойники, скорых фильтров, обеззараживание осуществляется, как правило, хлорированием. Практика и анализы показывают, что качество питьевой воды в Республике Каракалпакстан не отвечает санитарно-гигиеническим требованиям по водоснабжению, прежде всего по органолептическим показателям, по содержанию хлоридов, жесткости, по содержанию органических соединений.

В настоящее время население региона пользуется питьевой водой из следующих источников:

- водопроводной водой, подаваемой по водоводу Туямуюн-Нукус-Тахтакупыр;
- водой, забираемой из оросительной сети;
- водой из открытых водоемов;
- водой из опреснительных установок ЭКОС — 50;
- водой, забираемой из подземных скважин и колодцев.

Централизованным водоснабжением обеспечено около 68% населения

РК, в т.ч. в городах — 77,7%, на селе — 39%. Значительная часть населения (около 47%) использует для питьевых нужд воду из неблагоустроенных колодцев, 23% населения пользуется загрязненными поверхностными водоисточниками. В водопроводах, снабжающих водой из поверхностных источников, процент случаев отклонений качества воды в отдельные годы достигал 38% по химическим показателям и 43% по бактериологическим; более 90% сельского населения РК в весенне-летний период используют воду ирригационной сети, а зимой воду колодцев, выкопанных по сухому руслу, 80% колодцев используемых сельским населением не отвечают санитарным требованиям. Плохое качество питьевых вод, накладываясь на жаркий, резко континентальный климат Южного Приаралья, ухудшает жизненные условия населения, формируют почву для комплекса болезней, связанных с водным фактором, т.к. в жарком климате водопотребление возрастает в 8-10 раз.

Рациональное использование подземных вод в развитии экономики Республики Каракалпакстан и охраны их от истощения и загрязнения очень актуальная задача современности. Весьма велика роль подземных пресных линз и использование их в различных отраслях экономики — жилищном, промышленном и других.

Исследования оценки качества подземных скважинных вод, их оценка и пути улучшения в РК в настоящее время в условиях маловодья имеют весьма важную значимость. Современное состояние связано со значительном потреблением подземных вод как для водоснабжения, так и для орошения.

Анализы показали, что для последних лет характерно резкое повышение минерализации подземных питьевых вод. Минерализация подземных питьевых вод РК составляла от 0,8 до 14,7 г/л. Особенно опасно присутствие солей Ca^{2+} и избыток Mg. В подземных питьевых водах отмечено присутствие остатков удобрений: нитратов до 4,25, аммонийного иона до 1,20, фосфат иона до 0,7 мг/л.

В последнее время в подземных питьевых водах РК были обнаружены высокие показатели некоторых тяжелых металлов и микроэлементов, таких, как Si, Al, Fe, Zn, Mn, Cd, Ba, Mo.

Река Амударья, которая является единственным источником пресной воды в регионе, подвергается загрязнению на всем протяжении. В бассейне реки формируется 0,46 км³ промышленных сточных вод, 0,37 км³ коммунально-бытовых, около 0,30 км³ коллекторно-дренажных, 0,23

км³ сточных вод сельскохозяйственного производства и 2,3 км³ — теплоэнергетики.

Непосредственно в Амударью и ее притоки отводится 8,5 км³ коллекторно-дренажных, 0,9 км³ промышленных, 0,2 км³ коммунально-бытовых сточных вод, сельскохозяйственное водоотведение составляет 125 млн.м³.

Перед Туямуонским водохранилищем (в створе Дарган-ата) вода по минерализации в течение года на протяжении последних 10 лет устойчиво колеблется в пределах 0,60-1,8 г/л. Жесткость колеблется от 6,18 мг-экв/л. Биогенные элементы, соединения азота (NH⁺₄, NO₃, NO₂), поступаая с сельскохозяйственным стоком, регистрируются в максимальных величинах в мае, июне, а фосфаты поздней весной и ранним летом до 1,5 мг/дм³.

Качество поверхностных вод в значительной степени ухудшается также из-за возврата в реку с орошаемых земель вод с повышенной минерализацией, загрязненной пестицидами, неорганическими удобрениями, а также сбросами неочищенных и недостаточно очищенных промышленных и хозяйственно бытовых стоков из верхнего и среднего течения реки Амударья.

Поэтому качество питьевых вод в значительной степени не соответствует стандартам (табл.15).

Таблица 15

Микроэлементный состав в питьевой воде исследуемых районов Республики Каракалпакстан

Название водоисточников	Fe	Mn	Cu	Zn	Co
Муинакский район					
водопроводная	0,05	0,06	1,16	0,01	0,06
колодезная	0,04	0,03	2,76	0,1	0,011
канал	0,08	0,04	1,57	0,04	0,10
Кунградский район					
водопроводная	0,07	0,03	0,41	0,04	0,02
колодезная	0,41	0,04	1,24	0,07	0,07
канал	0,06	0,04	0,21	0	0,02

Тахтакупырский район					
водопроводная	0,03	0,01	0,07	-	0,0
колодезная	0,04	0,021	0,16	-	0,01
канал	0,01	0,04	0,21	-	0,03
Канлыккульский район					
водопроводная	0,1	0,08	0,13	0,01	0,1
колодезная	0,09	0,12	2,18	0,01	0,06
канал	0,1	0,06	0,1	0,1	0,07
ПДК, мг/л	0,3	0,01	0,001	0,01	0,01

Обеспечение населения питьевой водой хорошего качества остается серьезной проблемой, в том числе и для Каракалпакстана.

По нашему мнению, проблему можно решить проведением экологического мониторинга питьевых вод на локальном уровне. Также нужны новые методы и более совершенная технология очистки подземных вод, которые укажут правильный путь к выходу из сложившейся ситуации.

Исследование подземных вод РК может проводиться лишь в комплексе с учетом всех природных компонентов, отраженных в эколого-гидрогеологической системе. При разработке стабилизационных мероприятий, мер по смягчению экологической обстановки необходимо исходить из приоритетных позиций: рационализация водопользования, улучшение качества поверхностных вод, снижение химических нагрузок на регион, улучшение условий жизнеобитания человека в эпицентре экологической катастрофы.

7. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ РЕШЕНИИ ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Глава посвящена анализу использования современных информационных технологий в области водного хозяйства, в первую очередь создания методики гидроэкологического мониторинга на примере дельты реки Амударьи. Материал освещает также другие аспекты использования ГИС на конкретных примерах.

Для комплексного изучения гидроэкологического состояния Узбекистана большую помощь может оказать методика гидроэкологического мониторинга с использованием ГИС-технологий,

разработанная в лаборатории гидрохимии ИВП РУз (Насрулин, 2005 и др.).

Геологическое строение дельты Амударьи на территории Каракалпакстана состоит из многих видов и типов отложений мелового, третичного и четвертичного периодов. Меловые отложения имеют место на правом берегу реки. Третичные отложения встречаются у Туямуюня, Кызылкумов, Устюрта и других районов в виде отложений красных и красно-желтых глин.

Четвертичные отложения широко распространены повсеместно на территории современной и формирующейся дельты р.Амударьи и состоят из песков, супесей, суглинков и глин, приносимых водой. Эти отложения имеют сравнительно хорошую водопроницаемость, рыхлость строения, неустойчивость к процессам разлива.

Четвертичные отложения являются объектом мелиорации, в которых формируются грунтовые воды и их режим.

Сложность геологического строения дельты р.Амударьи, наличие и хозяйственное использование орошаемых земель в дельте обуславливают особенности ее гидрогеологических условий формирования режима грунтовых вод.

На рис. 4 показан пример использования ГИС-технологий при гидроэкологическом мониторинге дельты Амударьи.

Подобная методика использовалась при изучении грунтовых вод дельты р.Амударьи (Каракалпакстан). В созданной цифровой карте гидроэкологического мониторинга Южного Приаралья представлены гидрохимические данные за 1980-2008 гг. в виде диаграмм и таблиц (рис. 4). Для специалистов они представляют несомненный практический интерес.

Используя методику гидроэкологического мониторинга, был проведен анализ глубин залегания и минерализации грунтовых вод, их влияние на состояние орошаемой площади.

В основном глубина залегания грунтовых вод в Каракалпакстане 1,5-2 м.

Наибольшая глубина залегания грунтовых вод наблюдается в Муйнакском районе, почти 3-5 м. При этом минерализация грунтовых вод на большей части орошаемой площади равна 3-5 г/л. В целом по республике на большей части орошаемой площади (311,07 тыс.га) глубина грунтовых вод равна 1,5-2 м, а их минерализация колеблется от 1 до 5 г/л.



Пример использования ГИС (система ArcView GIS 3.1) для гидроэкологического мониторинга дельты Аральского моря (Савицкий А. Нургули А.Б.2004)

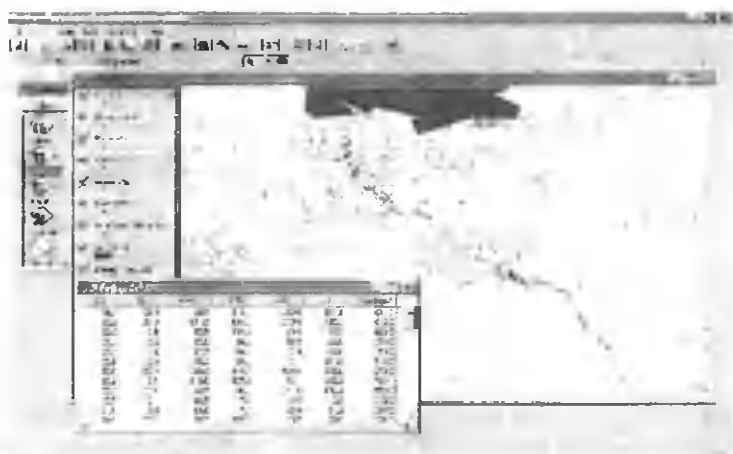


Рис. 4. Пример использования ГИС (система Arc View/ GIS 3.1) для гидроэкологического мониторинга дельты реки Амударьи. Данные в виде таблиц с гидрохимическими данными привязаны к карте в табличной форме в формате DBF 4 (dBASE IV).

В бассейне Аральского моря находятся сотни различных гидроэкосистем естественного и антропоического происхождения: реки, озера, каналы, коллектора и Аральское море. Уже несколько десятков лет эти гидроэкосистемы загрязняются за счет впадения в них неочищенных коллекторно-дренажных и промышленных сточных вод, что оказывает значительное негативное влияние на экологическое состояние окружающей среды и здоровье человека. Чтобы решить заданную проблему — улучшение качества водных ресурсов, необходимо решить ряд научных и практических задач, одной из которых является проведение обширного гидроэкологического мониторинга на всех гидроэкосистемах. Главной задачей гидроэкологического мониторинга является получение и анализ изменений гидрологических, гидрохимических, биологических параметров гидроэкосистем за различные сезоны года, а по возможности и за ряд лет.

Получение таких данных позволит соответствующим структурам претворить в жизнь практические решения по защите водоемов, водотоков и подземных месторождений от сбросов загрязненных стоков и улучшения качества воды.

Во многом этому будет способствовать подача собранного фактического материала по гидрологическим и гидрохимическим характеристикам в виде “Банка данных” и серии компьютерных карт, выполненных при помощи ГИС-технологий. Имеющиеся гидрологические и гидрохимические материалы по подземным и поверхностным водам в Каракалпакстане разрознены и собраны по различным методикам.

Поэтому в процессе исследований была разработана единая методика гидроэкологического мониторинга для бассейна Аральского моря, которая применена для оценки водных ресурсов Каракалпакстана (проекты ИНТАС 00-1039 “Методы восстановления и управления водных и тугайных экологических систем северной части дельты реки Амударья” (2001-2004) и Узбекский проект ГНТП -13 “Решение проблем охраны окружающей среды устойчивого природопользования и обеспечения экологической безопасности”). Полученные полевые материалы позволили составить современный Банк гидрологических и гидрохимических данных, которые представлены в виде компьютерных карт с помощью ГИС обработки. Эти материалы могут быть использованы другими лицами для принятия правительственных или соответствующих практических решений по улучшению качества водных ресурсов Каракалпакстана.

8. ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРИРОДНОГО И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДЕЛЬТЫ АМУДАРЬИ

Решение социально-экономических и экологических проблем дельты во многом зависит от наличия водных ресурсов и их качества.

Поэтому при решении вопроса необходимо ориентироваться на наличие водных ресурсов, которые предусмотрены в Межгосударственной Координационной Водохозяйственной Комиссии (МКВК) с корректировкой водности года.

Согласно Е.Курбанбаеву и др. (2010), при разработке комплекса мероприятий, направленных на восстановление природного и социально-экономического потенциала нужно обратить внимание на решение следующих вопросов:

- необходимо утвердить объем лимита сброса воды ниже Тахиаташского гидроузла на уровне МКВК, который необходим для обводнения дельтовых озер, пастбищно-сенокосных угодий, а также для Аральского моря. Даже в маловодные годы необходимо производить сброс воды ниже Тахиаташского гидроузла в объеме 2,0 млрд. м³ в год;

- необходимо составить Генеральную схему развития дельты и завершить строительство не завершенных водохозяйственных объектов;

- восстановление растительного и животного мира и экономического потенциала дельты (рыба, ондатра, животноводство и др.);

- восстановление нарушенного природно-экологического равновесия путем применения фитомелиоративных работ, в основном на осушенном дне бывшего моря. При этом весь объем фитомелиоративных работ должен осуществляться на территории, расположенной выше 48 отметки;

- восстановление и увеличение производства рыбной продукции, которая является основным доходом населения;

- создание искусственных, локальных прудовых хозяйств (на хозрасчетной основе), которые в перспективе могут стать основным направлением для развития экономики региона.

Авторы вышеупомянутой книги считают, что регулирование режима и повышение дисциплины водопользования (особенно в пределах Центральной зоны Каракалпакстана) зависит от правильной эксплуатации Междуреченского водохранилища. Поэтому необходимо

разработать нормативный документ по обеспечению безаварийной эксплуатации этого объекта, а также по распределению имеющегося объема воды между всеми водоемами, расположенными в центральной зоне дельты.

В целях рационального использования водных ресурсов необходимо создать зональные Ассоциации водопользователей (Левобережная, Центральная и Правобережная зоны) и Совет водопользователей дельты. Сопоставление величин требуемого объема водоподдачи с фактическими показывает, что в виду дефицита воды поддерживать всю площадь озер в размере 250 тыс. га на современном уровне не представляется возможным, так как нет гарантии подачи воды в объеме 2850 млн. м³ пресной воды в год. В табл. 16 приведены данные площади озер и требуемый объем водоподдачи в годы различной водообеспеченности.

Таблица 16

Площади озер и потребные объемы водоподдачи (в млн.м³) в годы различной водообеспеченности (по Е.Курбанбаеву и др., 2010)

Водообеспеченность	Площадь, тыс. га	Требуемый объем водоподдачи	В т.ч. пресной воды
Многоводный	252	3935	2852
Средней водности	86	1275	513
Маловодный	32	470	68

В дальнейших расчетах с учетом ожидаемых водных ресурсов необходимо ориентироваться на подачу пресной воды в объеме 500-600 млн. м³. Это гарантирует обводнение 90-100 тыс. га площади дельтовых озер.

Расчеты специалистов показали, что в любые годы необходимо обеспечить подачу воды в Междуреченское водохранилище. Через это водохранилище осуществляется подача воды в Муйнакский район. Остальные водоемы в зависимости от значимости и необходимости требуют подачу воды для сохранения водоемов Рыбачье, Джолтырбас, Судочье и для периодического затопления (в год 2-3 раза) в целях создания зеленой полосы в дельте реки Амударьи.

При обводнении водоемов необходимо обратить внимание на качество используемой воды. На таких водоемах, как Судочье,

Каратерень, Джилтырбас и ряд других при отсутствии проточности может произойти засоление воды и почв, которые в конечном итоге могут потерять свою продуктивность. Учитывая это, необходимо периодически обеспечивать подачу пресной воды и путем обеспечения водносолевого обмена улучшить качество воды.

Совершенствование системы управления дельты р.Амударья. В настоящее время каждая отрасль, функционирующая в дельте, занимается своими прямыми обязанностями и подчиняется разным ведомствам и министерствам, отсутствует единая система управления природно-хозяйственным комплексом, они не имеют между собой связи, что в конечном итоге приводит к нерациональному использованию и истощению природных ресурсов (Е.Курбанбаев и др., 2010).

В целях координации деятельности всех организаций, расположенных в дельте, включающих различные отрасли производства, а также комплексного управления водными ресурсами в дельтовых и прибрежных водоемах назревает вопрос о создании Республиканского "Консорциума" по управлению дельты.

Вновь создаваемый Консорциум должен осуществлять свою деятельность по следующим направлениям:

— охрана и использование природных ресурсов в дельте реки. Работа должна проводиться совместно с Госкомприродой Республики Каракалпакстан. Подразделения местного уровня (районные) этой организации должны быть привлечены в состав Консорциума и непосредственно участвовать при выполнении работ по охране окружающей среды (растительный, животный мир) и вести постоянный контроль за использованием природных ресурсов. Сотрудники этой организации (инспектора, егеря и др. Кунградского, Муйнакского, Караузьякского, Тахтакупырского и Чимбайского районов) должны обеспечивать выполнение всех обязывающих положений закона о природопользовании;

— управлением и использованием водными ресурсами, как правило, должны заниматься отделы Консорциума при непосредственном участии БВО Амударья, Нукусского управления гидроузлов и Министерства сельского и водного хозяйства Республики Каракалпакстан. Этим организациям придается большое значение, так как вопрос обеспечения водными ресурсами является одним из главных факторов в решении многих вопросов в дельте. Нукусское управление гидроузлов обеспечивает подачу воды ниже

Тахиаташского гидроузла по заявкам потребителей Консорциума и АВП (согласно установленному лимиту), которые необходимы для обводнения водоемов дельты, сельского хозяйства и санитарного пропуска;

— самая крупная отрасль в дельте — это производство и воспроизводство рыбной продукции на базе созданных фермерских рыбоводческих хозяйств. В настоящее время вся озерная система роздана арендаторам-фермерам на долгосрочной основе. Если анализировать отчетные статистические данные, в последние годы намечается резкое сокращение улова рыб по всем водоемам, расположенным в дельте.

В перспективе каждое озеро должно закрепляться за одним фермером или за председателем Ассоциации фермерских хозяйств.

Консорциум по управлению дельтой Амударьи будет заниматься вопросами координации всей деятельности рыбного промысла, начиная от производства до конечной реализации годовой продукции.

Учитывая большое количество водопотребителей в дельте и для обеспечения справедливого распределения воды между ними, необходимо организовать Ассоциацию водопользователей (АВП) с объединением всех заинтересованных субъектов водопользования.

Е. Курбанбаев и др. (2010) предлагают также создать механизм внедрения принципов платного водопользования в дельте Амударьи. Это позволит повысить эффективность использования воды и принудить потребителей использовать воду для наиболее выгодных целей.

Авторы вышеупомянутой книги считают, что предлагаемая идея и схема создания Консорциума даст свои положительные результаты в деле рационального и комплексного управления и охраны природных ресурсов в дельте Амударьи.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном учебном пособии приведены некоторые данные по современному гидроэкологическому состоянию водоемов и водотоков Республики Каракалпакстан.

При этом последовательно описаны содержание и задачи нового раздела гидрологии-гидроэкологии аридных областей, необходимость учета химического состава воды при её использовании, современное гидроэкологическое состояние р.Амударьи и возможность использования её стока в различных целях (хозяйственно-питьевых, рыбохозяйственных, для орошения, выполнение трансграничных обязательств), коллекторно-дренажные воды орошаемой территории, состояние Аральского моря, местных водоемов и более подробно озера Судочье, качество питьевой воды в различных районах, использование ГИС-технологий при решении гидроэкологических задач и перспективы повышения природного и социально-экономического состояния дельты Амударьи.

При раскрытии вопроса учета химического состава воды при её использовании подробно описаны следующие разделы: показатели, характеризующие качество природных вод, существующие гидрохимические классификации, содержание и критерии гидроэкологического мониторинга за качеством поверхностных вод, содержание комплексной оценки загрязнения поверхностных вод, разработанной сотрудниками лаборатории гидрохимии Института водных проблем АН РУз и ранжирование природных территорий по качеству воды.

В заключительных разделах учебного пособия авторы призывают к широкому использованию различных ГИС-технологий при решении гидроэкологических задач, во многом этому будет способствовать подача имеющегося фактического материала по гидрологическим и гидрохимическим характеристикам в виде "Банка данных" и различных компьютерных карт, выполненных при помощи ГИС-технологий.

Авторы учебного пособия надеются, что оно будет использоваться не только бакалаврами и магистрами, но и аспирантами и преподавателями различных вузов при подготовке по таким предметам, как "Гидросфера", "Охрана природы", "Экология", "Рациональное использование и охрана водных ресурсов" и др.

ОСНОВНАЯ ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Абдиров Ч.А., Константинова Л.Г., Курбанбаев Е.К., Константинова Г.Г. Качество поверхностных вод низовьев р.Амударьи в условиях антропогенного преобразования пресноводного стока. — Ташкент, 1996.
2. Алякин О.А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат, 1970. - 442с.
3. Вернадский В.И. История минералов земной коры. Т.2. История природных вод. — М.: ОНТИ, 1933-1936. -562 с.
4. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы земли и её окружения. М.: “Наука”, 1965. -374 с.
5. Виноградов А.П. Геохимия живого вещества. Л.: “Издательство АН СССР”, 1932. -67 с.
6. Виноградов А.П. Геохимия. М.: “Наука”, 1972. -163 с.
7. Докучаев В.В. Учение о зонах природы. М.: Географ. изд., 1948. -64 с.
8. Ковальский В.В. Биогеохимические провинции и проблемы геохимической экологии организмов. М.: 1976. — 242 с.
9. Ковальский В.В. Геохимическая экология. Очерки. М.: “Наука”, 1974. -299 с.
10. Константинов А.С. Общая гидробиология. М.: “Высшая школа”, 1974. — 480с.
11. Курбанбаев Е., Артыков О., Курбанбаев С. Интегрированное управление водными ресурсами в дельте р.Амударьи. Глобальное водное партнерство. — Ташкент, 2010, 145с.
12. Курбанбаев Е., Артыков О., Курбанбаев С. Аральское море и водохозяйственная политика в республиках Центральной Азии. — Нукус, “Каракалпакстан”, 2011, -127 с.
13. Нижеховский Р.А. Гидролого-экологическая основа водного хозяйства. —Л.: Гидрометеиздат, 1990. -228 с.
14. Никопоров А.М. Гидрохимия — Л.: Гидрометеиздат, 1989. -346 с.
15. Риш М.А. Микроэлементы на службе животноводов Узбекистана. Ташкент, Мин.сель.хоз. УзССР, 1961. -32 с.
16. Риш М.А. и др. Биогеохимическое районирование и эндемические заболевания сельскохозяйственных животных Узбекистана. Ташкент: “Фан”, 1980. -151 с.

17. **Полынов Б.Б.** Географические работы. М.: Географиздат, 1952. -400 с.

18. **Рубинова Ф.Э.** Развитие антропогенной гидрологии в Средней Азии. —М.: Гидрометеоиздат, 1991.

19. Справочник по гидрохимии. Л.: Гидрометеоиздат, 1989. -391с.

20. **Ферсман А.Е.** Очерки по минералогии и геохимии. М.: "Наука", 1977. -177.-192 с.

21. **Хожамуратова Р.Т.** Гидрологическая роль коллекторно-дренажных вод Республики Каракалпакстан в условиях дефицита водных ресурсов. Автореферат диссертации на соиск. уч. ст. к.г.н., -Ташкент, НИГМИ, 2009 -21 с.

22. **Чембарисов Э.И., Бахритдинов Б.А.** Гидрохимия речных и дренажных вод Средней Азии. — Ташкент: Укитувчи, 1989. -132 с.

23. **Чембарисов Э.И., Хожамуратова Р.Т.** Коллекторно-дренажные воды Республики Каракалпакстан. — Нукус: Билим, 2008 -55 с.

24. **Чембарисов Э.И., Хожамуратова Р.Т.** Гидрологическая экология Узбекистана и её задачи. — Вестник Каракалпакского Государственного университета им.Бердаха — Нукус, №3-4, 2010, с. 27-29

25. **Шадиimetов Ю.Ш.** Региональные проблемы социальной экологии. — Ташкент.: Узбекистан, 1990. -102с.

26. **Чуб В.Е.** Изменение климата и его влияние на гидро-мелиоративные процессы, агроклиматические и водные ресурсы Республики Узбекистан. — Ташкент, НИГМИ, 2007. -132 с.

27. **Насруллин А.Б.** Опыт создания географо-информационных систем в целях улучшения экологического и социально-экологического положения низовьев р.Амударьи. // Известия Узбекского Географического общества, Ташкент, 2005, т.25, с.94-100.

28. **Хожамуратова Р.Т., Чембарисов Э.И.** Изменения расходов и минерализация воды в коллекторах и дренах внутри административных районов Республики Каракалпакстан. //Вестник КГУ им.Бердаха, Нукус, 2009, №2, с. 43-45.

СО Д Е Р Ж А Н И Е

Введение	3
1. Гидрологическая экология и её задачи.....	5
2. Необходимость учета химического состава воды при её использовании	13
2.1. Показатели, характеризующие качество природных вод.....	16
2.2. Гидрохимические классификации природных вод	23
2.3. Гидроэкологический мониторинг за качеством поверхностных вод.....	34
2.4. Комплексная оценка загрязнения поверхностных вод.....	35
2.5. Ранжирование природных территорий по качеству воды.....	40
3. Современное гидроэкологическое состояние р.Амударьи.....	45
3.1. Возможность использования водных ресурсов р.Амударьи с учетом гидроэкологического состояния	47
4. Коллекторно-дренажные воды орошаемой территории	50
5. Проблема Аральского моря, экология региона и местные водоемы	56
5.1. Состояние качества воды водоемов Южного Приаралья	60
5.2. Гидроэкологическая роль озера Судочье в развитии Южного Приаралья.....	63
6. Оценка качества питьевой воды внутри региона.....	69
7. Использование ГИС-технологий при решении гидроэкологических задач	72
8. Перспективы повышения природного и социально- экономического состояния дельты Амударьи	76
Заключение	80
Основная использованная литература	81

3200 счч
ЧЕМБАРИСОВ Э.И., ХОЖАМУРАТОВА Р.Т.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ГИДРОЭКОЛОГИЯ

(на примере Республики Каракалпакстан)

Учебное пособие

Издательство «Билим»
Нукус — 2012

Редактор: *В. Султангулова*

Дизайнер: *И. Сержанов*

Технический редактор: *З. Алламуратов*

Компьютерная вёрстка: *К. Атабаев*

Подписано к печати 08.04.2012. Формат 60x84 $\frac{1}{16}$.

Печать офсетная. Бумага офсетная. Кегль 10. Гарнитура.

Тип «Таймс». Объем 5.25 п.л. 4.88 усл. печ. лист. 4.5 уч. -изд. л.

Тираж 500 экз. Заказ № В-23

Издательство «Билим», 230100, г. Нукус, ул. Каракалпакстан, 9.

г. Нукус, ул. А. Досназаров, 18. Типография

«FARMA PRINT NUKUS»