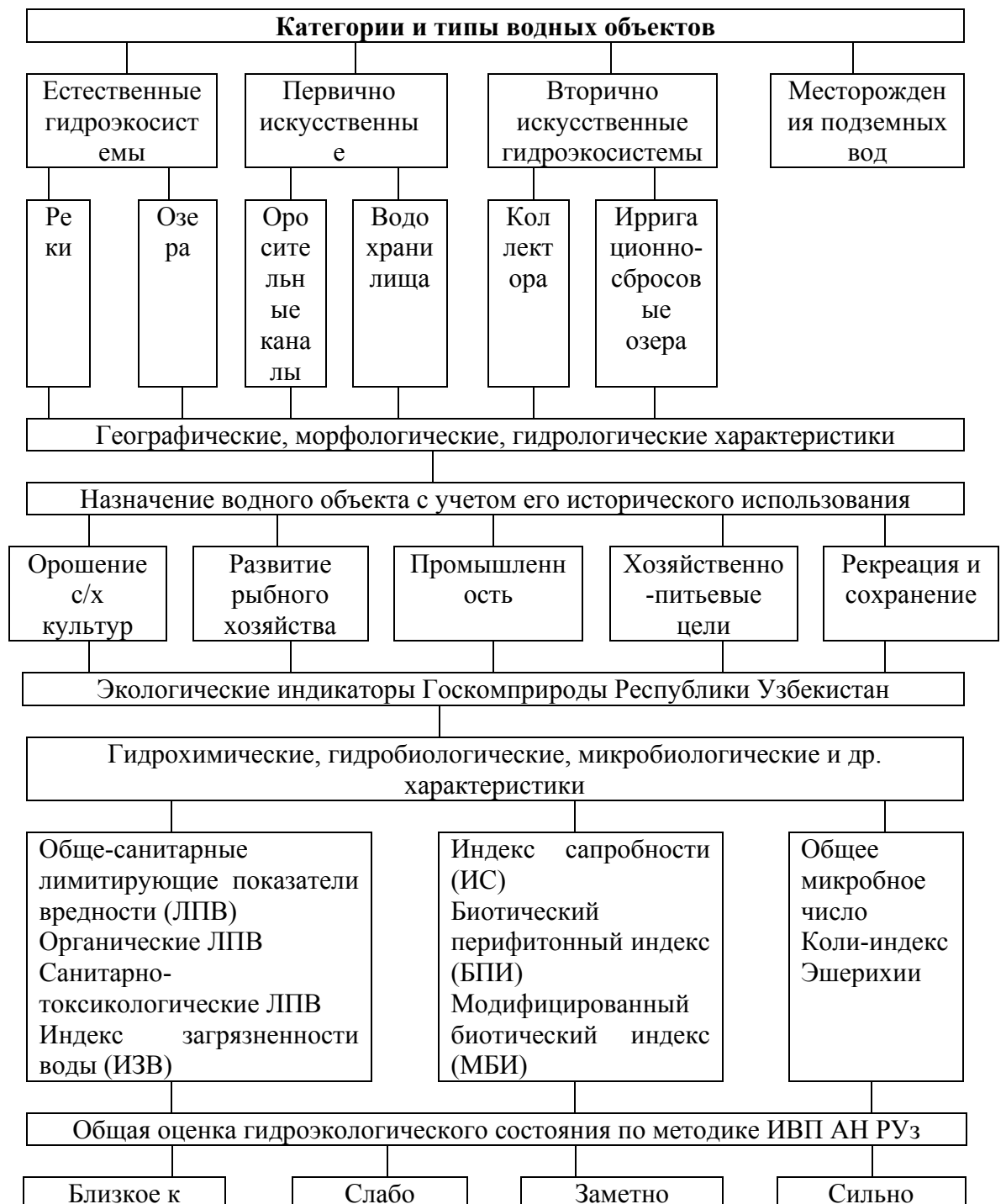


МНОГОБЛОЧНЫЙ КОМПЛЕКСНЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ ОБОБЩЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИНДИКАТОРОВ

Для выполнения полной оценки экологического состояния водных объектов предлагается проводить полную оценку экологического состояния водных объектов, путем применения многоблочного комплексного метода оценки экологического состояния водных объектов который состоит из нескольких блоков (рис 1.):





При проведении комплексного анализа в первом блоке рассматриваются следующие характеристики:

I блок - местоположение водного объекта и его гидрологические и морфометрические характеристики (включая объем водного объекта, протяженность, среднюю глубину, площадь, зеркала воды), тип питания (ледниково – снеговой, снеговой, дождевой и т.д.). Если данный водный объект использовался в народном хозяйстве, то отмеченные характеристики необходимо привести за многолетний период;

II блок - определяется назначение водного объекта: для чего он используется или использовался. Например, если это горный ручей или родник, то вероятнее всего они будут использоваться в питьевых целях; тоже самое можно сказать о пресных месторождениях подземных вод; если это крупная река, как Сырдарья, Амударья, Чирчик и т.д., то их сток может использоваться для орошения различных сельскохозяйственных культур, для рыбного хозяйства, для водопотребительских нужд промышленности. При оценке вод питьевого значения необходимо провести специальные гидрохимические исследования, а также предусмотреть различные способы очистки этих вод. Если мы хотим использовать коллекторно-дренажные воды, стекающие с орошаемых территорий, то зная, что они обычно минерализованные и загрязненные, то их вероятнее всего можно использовать для промывок засоленных почв, орошения солеустойчивых с/х культур, а также для пополнения отдельных высыхающих водоемов.

Определяются и рассматриваются многочисленные гидрохимические характеристики, включающие органолептические показатели (привкус, запах, мутность, цветность, водородный показатель – рН, минерализацию, содержание железа, марганца, меди, полифосфатов, сульфатов, хлоридов, цинка, синтетических активных поверхностных веществ – СПАВ, фенола, нефтепродуктов); токсикологические показатели, состава неорганических компонентов (алюминий, бериллий, бор, кадмий, молибден, мышьяк, никель, нитраты, ртуть, свинец, селен, стронций, фтор, хром) и органических компонентов (бензол, бензапирен, пестициды и др.).

Предельно – допустимая концентрация (ПДК) большинства отмеченных ингредиентов, разделенных по лимитирующим показателям вредности составлен с учетом ГОСТа 2874-82 “Вода питьевая”, СанПиН 4630-88 и O’z DST 950:2000. Указывается класс опасности ингредиента, который подразделяется следующим образом: 1 класс – чрезвычайно опасные, 2 класс – высокоопасные, 3 – опасные, 4 – класс умеренно опасные.

Учитывая значительное количество ингредиентов, влияющих на качество воды, на практике принято также определять величину интегрального индекса загрязненности воды – ИЗВ.

III блок - исследуют различные гидробиологические показатели качества воды, включая такие как индекс сапробности (ИС) – индикатор органического загрязнения; биотический перифитонный индекс (БПИ) и модифицированный биотический индекс (МБИ), который характеризует биологический класс качества воды и общий уровень загрязнения водоемов.

Под сапробностью понимается степень насыщенности воды различными органическими веществами. Устанавливается по видовому составу организмов - сапробионтов в водных сообществах.

Следует отметить, что в настоящее время для оценки качества воды и экологического состояния водотоков Центральной Азии гидробиологами, предложена и применяется шкала значений БПИ, включающая десять баллов, которые в цифровом виде характеризуют разные классы воды и типы экологических состояний (так, при БПИ равном 9-10 экологическое состояние фоновое, а при БПИ равном 0,3 – плохое):

- оценивают содержание микробиологических показателей, в число которых входит общее микробное число, число бактерий группы кишечной палочки (коли - индекс); содержание эшерихий и колифагов;

- рассматривают паразитологические показатели, в которые входят патогенные кишечные простейшие: цисты лямблий, дизентерийных амёб, балантидий, а также яйца гельминтоз;

- определяют показатели радиоактивного загрязнения, в число которых входят суммарная альфа - радиоактивность и суммарная бета-радиоактивность.

В итоге после анализа гидрологических, гидрохимических, гидробиологических, микробиологических, паразитологических показателей и показателей радиоактивного загрязнения устанавливается общее экологическое состояние рассматриваемого водоема. Сотрудниками лаборатории гидрохимии ИВП АН РУз выделены следующие типы экологического состояния водных объектов и качества воды по питьевым показателям: а) близкое к естественному (вода хорошая); б) слабо нарушенное (вода удовлетворительная); в) заметно нарушенное (вода плохая); г) сильно нарушенное (вода опасная).

Предложенный метод был применен для оценки гидроэкологического состояния Айдар-Арнасайской озерной системы. ААОС в своем развитии прошла ряд периодов. До начала освоения Голодной степи только котловина оз. Тузкан, подпитываемая р. Кылы, ежегодно затоплялась водой. Строительство Чардаринского водохранилища (1965 г.) с Айдар - Арнасайским гидроузлом сделало возможным регулирование режима озер в весьма широких пределах, что дало начало новому этапу в режиме озер. Увеличение коллекторно-дренажного притока и аварийные сбросы из водохранилища привели к тому, что во второй половине 1960-х годов Восточно - Арнасайские озера стали проточными, сбрасывающими избыток дренажных вод в Айдар - Айдарскую котловину. Общая площадь водоемов, входивших в озерную систему была равна около 110 км², а их суммарный объем около 0,3 км³ (по данным Н.Е. Горелкина 1976).

Чардара - Арнасайская водная система, питаемая коллекторно-дренажными и сбросными речными водами, образовалась как единая озерная система в катастрофически многоводном 1969 г. в результате сброса из Чардаринского 21,0 км³, что дало возможность избежать больших разрушений на территории Казахстана в нижнем течении р. Сырдарья. При этом были затоплены значительные площади пастбищ на территории Узбекистана и произошла перестройка гидрографической сети Восточно - Арнасайских озер, заполнения котловины оз. Айдар, которое после прорыва перемычки соединилось с оз. Тузкан, образовав единую озерную систему, объем которых составил более 20 км³, а площадь – 2824 км².

Минерализация воды в оз. Тузкан в 1972 – 1983 гг. составляла 4,0 – 4,5 г/л, а в западной части водоема всего 2,5 – 2,0 г/л. В 1980 гг. минерализация воды в оз. Айдаркуль, в виду прекращения сбросов из Чардаринского водохранилища, была равна 9 – 10 г/л; в концевых частях водоема она увеличивалась до 13 – 14 г/л, что отрицательно сказывалось на нерестах рыб.

В 1993 г. Кыргызстан начал эксплуатировать Токтогульское водохранилище не в ирригационном, а в энергетическом режиме, что повлекло за собой ежегодные зимнее - весенние сбросы из Чардаринского водохранилища в Айдар - Арнасайское понижение. Согласно данным «Узгидромета» в ААОС за 1993 – 2006 гг. было сброшено 38,64 км³ воды, в том числе наибольшие величины сбросов наблюдались в 1994 г. – 9,3 км³; в 1995 г. – 4,0 км³; в 1998 г. – 3,14 км³; в 2003 г. – 4,76 км³. Эти сбросы привели к тому, что одно из озер ААОС – Айдаркуль стал по объему третьим озером в бассейне Аральского моря,

достигнув величины $41,0 \text{ км}^3$ (для сравнения объем Большого Арала равен 109 км^3 , а оз. Сарыкамыш – $46,0 \text{ км}^3$). Площадь Айдар - Арнасайской оросительной системы за прошедшие годы изменялась следующим образом (в га): в 1969 г. – 230 000; в 1970 г. – 232 300; в 2004 г. – 283 208,9 (в том числе Айдаркуля – 215661,8; Арнасай – 17517,1 и Тузкан – 50030,0 га).

До 1970 – 1972 гг. о гидрохимии воды Айдар - Арнасайской озерной системы были отрывочные данные. Более полные сведения о гидрохимии данной озерной системы стали появляться после сброса в нее $21,0 \text{ км}^3$ в многоводном 1969 г.

В последние годы, в связи со значительным увеличением величины объема ААОС до $40 - 41,0 \text{ км}^3$ и проявлением к нему практического интереса различные гидрохимические и гидробиологические исследования на данной озерной системе проводятся Институтом водных проблем АН РУз, Институтом зоологии АН РУз и специалистами Узгидромета РУз.

Опираясь на данные специалистов данных организаций можно отметить следующие особенности гидрохимических и гидробиологических характеристик данной озерной системы.

По величине минерализации вода ААОС в последние годы относится к умеренно солоноватым: $5 - 7 \text{ г/л}$, содержание суммы ионов кальция и магния превышает содержание гидрокарбонатного иона; химический состав в основном хлоридно - сульфатный - кальциево - магниевый - натриевый (ХС-КМН).

Ежегодные сбросы из Чардаринского водохранилища и сток впадающих коллекторов являются опреснителями озерной воды, образуя при впадении зоны с пониженной минерализацией: до $2,0 - 3,5 \text{ г/л}$.

В пробе воды, отобранной сотрудниками ИВП АН РУз в оз. Тузкан в июне 2005 г., содержание гидрокарбонатного иона было равно $0,163 \text{ г/л}$, сульфатного – $2,41 \text{ г/л}$, хлоридного – $1,06 \text{ г/л}$, кальция – $0,36 \text{ г/л}$, магния – $0,29 \text{ г/л}$ и натрия – $0,99 \text{ г/л}$.

Весной концентрация загрязняющих веществ на большей части озерной системы находится ниже предельно-допустимых концентраций (ПДК) для водоемов рыбохозяйственного значения. Это позволяет использовать озера данной системы для развития рыбного хозяйства.

Н.Р. Муллабоев, Е.Н. Гинатуллина, Б.К. Каримов и др. (2004) исследовали годовую динамику численности и биомассы фитопланктона в Айдар-Арнасайской системе озер и выявили следующее: а) весной и летом бесспорными доминантами являются диатомовые водоросли, наибольшая численность этой группы наблюдается в весенние месяцы – до 6 млн. кл/л; б) сине-зеленые водоросли достигают максимальной численности летом, весной и осенью их количество уменьшается.

Е.Н. Гинатуллина (2004) изучая видовой состав фитопланктона ААОС в 2003 г. Обнаружила 24 рода и 55 видов. По данным Е.Н. Гинатуллиной, Н.Р. Муллабоева и др. (2004) численность зоопланктона в различных частях ААОС в 2003 г. изменялась от 7,74 до $173,5 \text{ тыс. экз/м}^3$.

В.Б. Апарин, К.В. Громыко и др. (2004) изучали различные гидробиологические характеристики воды Восточно - Арнасайских озер. По данным этих авторов состав воды в озерах хлоридно - сульфатный - натриево - магниевый, минерализация в проточных частях равна $3,5 - 3,9 \text{ г/л}$, жесткость воды $26 - 30 \text{ мг-экв}$. В застойных, бессточных заливах минерализация возрастает до 10 г/л , в низ резко возрастает содержание сульфатного иона: до $4,5 \text{ г/л}$. В воде были обнаружены вышедопустимые концентрации следующих тяжелых металлов: селена (до $10,0 \text{ ПДК}$), до 2 ПДК марганца, хрома, железа.

Общая численность бактерий в воде озер колебалась в пределах от 0,98 до 1,54 млн. кл/мл, численность сапрофитных бактерий колебалась в пределах от 5,9 до 8,6 тыс. кл/мл и численность бактерий кишечной палочки – от 5,2 до 9,6 кл/мл.

Видовой состав перифитона был представлен 176 таксонами водорослей, из которых 137 таксонов приходится на диатомовые водоросли.

Видовой состав зоопланктона был представлен 34 таксонами, в том числе 20 видов коловраток, 4 вида ветвистоусых, 6 видов веслоногих и 1 видом ракушковых рачков.

Конечный вывод авторов следующий: а) по микробиологическим показателям качество воды определяется: градациями «чистая» по загрязнению бактериями группы кишечной палочки и «умеренно-загрязненная» по общей численности бактерий и численности сапрофитных бактерий. Индекс санпробности (ИС), рассчитанный по показателям перифитона колеблется в пределах от 1,97 до 2,1, по показателям зоопланктона – от 1,57 до 1,89, что соответствовало III классу загрязнения воды – как умеренно загрязненная.

По расчетам, произведенным по методике ИВП АН РУз (которая учитывает превышение всех ингредиентов выше ПДК) величина $ИЗВ_{инт}$ воды – Айдар - Арнасайской озерной системы изменяется в пределах 3,1 – 5, что указывает на преобладание плохого качества воды.

Произведенный анализ полных гидрохимических данных воды ААОС (был использован материал Института водных проблем АН РУз) показал, что около 7-8 ингредиентов различного класса опасности в последние годы превышают их предельно допустимую концентрацию. Согласно классификации сотрудников лаборатории гидрохимии ИВП АН РУз общее гидроэкологическое состояние воды Айдар-Арнасайской озерной системы следует считать заметно нарушенным.

Согласно вышеприведенным гидрохимическим, гидробиологическим и микробиологическим данным по воде Айдар - Арнасайской озерной системы (ААОС), а также нормативам ГОСТа «Вода питьевая» (O'z DST 950:2000) становится очевидным, что воду ААОС в естественном состоянии нельзя использовать для хозяйственно-питьевых целей.

Оценку ирригационного качества воды ААОС по комплексному методу показали, что воду Айдар - Арнасайской озерной системы (особенно в бессточных заливах, где минерализация доходит до 8 – 10,0 г/л) нельзя использовать на орошения хлопчатника, бахчевых и др. сельскохозяйственных культур, так как поливы данной водой могут привести к общему засолению почв, хлоридному засолению, а также к натриевому и магниевому осолонцеванию. В маловодные годы определенную часть озерной воды можно в незначительных объемах использовать для орошения солеустойчивых культур на локальных участках, расположенных в зоне поступления сбросов из Чардаринского водохранилища, а также в местах сброса коллекторно - дренажных вод.

Современное экологическое состояние Айдар - Арнасайской озерной системы также является заметно нарушенным, так как в воде несколько ингредиентов превышают их допустимую концентрацию. Наиболее предпочтительным путем использования ААОС является воспроизводство промысловых видов рыб (сазан, толстолобик, судак, плотва, жерех и др.), однако нужно проводить строгий контроль за качеством воды и добиться проточности данного водоема. Ввиду того, что минерализация воды в отдельных частях ААОС доходит до 8-10,0 г/л эту воду нельзя использовать для орошения сельскохозяйственных культур, кроме участков, расположенных в зоне поступления сбросов из Чардаринского водохранилища.

Снижение рыбопродуктивности озер ААОС за последние годы зависит от следующих факторов: а) увеличения минерализации; б) непостоянства уровня воды; в) стихийные формирования ихтиофауны, приводящий к нестабильной и низкой биопродуктивности; г) отсутствие естественного воспроизводства некоторых промысловых рыб (белый толстолобик и белый амур); д) очень низкие показатели бентоса, являющиеся основным кормом бентофагов.

Несмотря на отмечаемые факты специалисты ихтиологи считают, что при принятии мер по стабильному поддержанию уровня воды в ААОС на определенной отметке, принятия мер по недопущению повышения минерализации воды, при грамотном ведении работ в части воспроизводства, рационального использования и охраны рыбных

ресурсов ААОС, вылов рыбы в ближайшие годы в данной озерной системе можно довести до 5 – 6 тыс. тонн ежегодно.

Дальнейшая судьба Айдар - Арнасайской озерной системы, возможность затопления новых площадей или же напротив падения горизонтов воды, а также возможность стабилизации, во многом зависит от работы Токтокульского водохранилища, которое в настоящее время эксплуатируется в энергетическом режиме.

Согласно расчетам, проведенным Н.Е. Горелкиным и Д.Д. Нурбаевым (2005) уменьшение ежегодных сбросов из Чардаринского водохранилища менее 1,5 – 2, 0 км³ приведет к медленному сокращению озерной системы, причем в условиях прекращения попусков из водохранилища первые три года уровень воды в озерах будет понижаться на 0,4 – 0,6 м в год. Это приведет к повышению минерализации (до 15 – 20,0 г/р.) и прекращению нереста пресноводных рыб.

Учитывая данную ситуацию Правительством Республики Узбекистан экологическая ситуация на ААОС взята под особый контроль и специалистами начаты работы по комплексному изучению состояния гидроэкологических режимов Айдар - Арнасайской озерной системы. Начаты работы по разработке конкретных мер по решению накопившихся проблем.

В соответствии с Соглашением между Правительствами Республики Казахстан, Узбекистан и Кыргызской Республики о сотрудничестве в области охраны окружающей среды и рационального природопользования предусматривается разработать стратегию управления водным регионом ААОС на базе концепции расположенного использования водных ресурсов бассейна р. Сырдарьи.

Исходя из сложившейся ситуации, в целях предотвращения угрозы затопления отдельных территорий Джизакской и Навойской областей и обеспечения стабильности экологической среды Айдар - Арнасайской озерной системы, Кабинетом Министров Республики Узбекистан было дано поручение причастным министерствам и ведомствам разработать комплексную программу по изучению ситуации и обеспечению стабильности экологической среды ААОС.

Данная комплексная программа включает в себя мероприятия по строительству дамбы в районе пос. Баймурат, берего и дамбуукрепительные работы по Арнасайскому водохранилищу, а также дальнейшее проведение исследовательских работ в регионе.

Согласно предложениям Института водных проблем АН РУз предлагается перевести ААОС на проточный режим. Для создания проточности ААОС предложено строительство в западной части Айдаркуля водовыпускного сооружения с форсированным расходом 275 м³/с, способного отводить около 3,0 км³ озерной воды. Отводимая вода может иметь минерализацию 2,0 – 3,5 г/л и использоваться для орошения легких почв и обводнения пастбищ (Махмудова, 2006).

Постановлением СМ Уз ССР № 521 от 9.09.1983 г. на территории Джизакской области, на площади 63,3 тыс. га был создан Арнасайский заказник по охране перелетных птиц. В настоящее время, из-за поднятия уровня воды, были затоплены острова, на которых раньше находились колонии птиц (бакланы, чайки, кулики, крачки) и, в небольшом количестве гнездились утки и гуси. Поэтому предлагается включить ААОС в список Рамсарской конвенции - «Конвенция о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение в качестве местобитаний водоплавающих птиц», это позволит сохранить места обитания водоплавающих птиц, и сложившейся экосистемы.

В ближайшее время предполагается начать комплексные работы и научные исследования по утвержденной Кабинетом Министров РУз. «Программе действий по обеспечению стабильности экологической обстановки и эффективному использованию ААОС на 2008-1010 гг.».

Исходя из вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Несмотря на имеющиеся исследования экологического состояния водных объектов Узбекистана, можно отметить, что они еще малочисленны и часто не содержат

комплексного анализа с их разносторонней оценкой и предложения по его улучшению. Проведение исследований в этом направлении с учетом географо-экологических подходов считается актуальным и необходимым. Для проведения более полной оценки экологического состояния различных водных объектов (гидроэкосистем) предлагается «многоблочный комплексный метод оценки экологического состояния водных объектов», который включает анализ изменения различных характеристик водных объектов за разные периоды рассматривающие географические, гидрологические, гидрохимические, гидробиологические, микробиологические, паразитологические показатели и показатели радиоактивного загрязнения. После обобщенного комплексного анализа устанавливается современное гидроэкологическое состояние водного объекта соответствующего одному из следующих типов: а) близкое к естественному; б) слабо нарушенное; в) заметно нарушенное и г) сильно нарушенное. Отдельным блоком анализируется социально-экономическая значимость водного объекта, включающего исторически сложившийся вид его использования (для орошения с/х культур, для рыбного хозяйства, рекреации, городского и сельского водоснабжения и т.д.).

2. Авторами предложены дополнительные критерии, вошедшие в разработанный комплексный метод оценки состояния водных экосистем, например, сброс коллекторно-дренажных вод с орошаемых территорий.

Литература

Литература:

1. Чембарисов Э. И., Реймов А. Р., Шамсиев Ф. К., Атаназаров К. М. Исследование геоэкологических индикаторов территории Южного Приаралья с целью рационального использования и охраны биологических ресурсов. В сборнике тезисов международной научно-практической конференции «Проблемы рационального использования и охраны биологических ресурсов Южного Приаралья», Нукус, 2006.

2. Гиниатулина Е.Н., Муллабаев Н., Курамбаева М., Фишер В, Мирабдуллаев И.М., Каримов Б.К. Современное состояние зоопланктона Айдар-Арнасайской системы озер. В материалах Международной конференции «Использование географических информационных систем и симуляционных моделей для исследования и принятия решений в бассейне рек Центральной Азии», Ташкент, 2004.

3. Нурбаев Д. Д., Горелкин Н. Е. Прогноз минерализации Айдаро-Арнасайской озёрной системы на среднесрочную перспективу. – В сборнике материалов международного симпозиума «Загрязнение пресных вод аридной зоны: оценка и уменьшение», Ташкент, Гидроингео, 2004.

4. Шамсиев Ф. К. Чембарисов Э. И. «Комплексный метод оценки состояния водных объектов». В материалах республиканской научно-практической конференции «Проблемы рационального использования природных ресурсов Южного Приаралья, Нукус, Кар.Г.У. 2007.