

На правах рукописи

Могилюк Светлана Владимировна

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ
ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕМ
В БАССЕЙНЕ ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕК**
(на примере реки Иртыш)

специальность 25.00.36-Геоэкология

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Томск 2004

Работа выполнена в Институте мониторинга климатических и экологических систем СО РАН (г. Томск)

Научный руководитель: доктор географических наук, профессор
Поздняков Александр Васильевич

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор
Казанцев Владимир Аркадьевич

доктор географических наук, профессор
Бураков Дмитрий Анатольевич

Ведущая организация Алтайский государственный университет
(г. Барнаул)

Защита состоится 27 декабря 2004 года в 16.00 на заседании
диссертационного совета К 221.267.07 при Томском государственном
университете по адресу: г. Томск, пр. Ленина, 36.

С диссертацией можно ознакомиться в Научно-исследовательском
государственного университета

 Томского

Автореферат разослан 26 ноября 2004 г.

Отзывы на автореферат (в 2-х экз., заверенные печатью) просьба направлять на имя Ученого секретаря Совета
по адресу:
:634050 г. Томск, пр. Ленина, 36, ТГУ ГГФ.

Ученый секретарь диссертационного совета
Кандидат геолого-минералогических наук

Савина Н.И.

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

Актуальность темы исследования. Для Казахстана, который по объему речного стока относится к числу наименее водообеспеченных стран планеты, водный фактор является одним из определяющих, сдерживая развитие многих регионов страны. Так, общий объем необходимого водопотребления составляет 54,5 км³, а располагаемый объем, возможный к хозяйственному использованию, в среднем по водности год не превышает 46,0 км³. В маловодные годы общий объем водных ресурсов снижается до 58 км³, а располагаемый, соответственно, до 26 км³. Недостаток водных ресурсов усугубляется их плохим качеством, которое практически для всех водных объектов республики оценивается как неудовлетворительное. Истощение и загрязнение водных ресурсов отмечается в Концепции экологической безопасности Республики Казахстан среди наиболее опасных проявлений экологического кризиса в стране.

Для достижения устойчивости водопользования необходимы, в первую очередь, преобразования в системе управления водными ресурсами. В Концепции развития водного сектора экономики и водохозяйственной политики Республики Казахстан до 2010 года, утвержденной в 2002 году, отмечено, что существующая в настоящее время система управления водным хозяйством страны, созданная в условиях централизованной экономики, сильно устарела и требует кардинальной перестройки.

Наряду с разработкой нового системного подхода управления водопользованием для Казахстана также очень важна проблема трансграничного управления водопользованием. Поскольку из 100,5 куб. км, составляющих в среднем по водности год ресурсы поверхностных вод Казахстана, только 56,5 км³ формируется на территории республики, а остальной объем поступает из сопредельных стран: Центрально-Азиатских государств, Российской Федерации и Китая.

В процессе совместного использования трансграничных водных объектов между государствами возникает множество проблем и спорных вопросов, в особенности, в оценке объемов и последствий оказываемого воздействия. Это обусловлено в большой мере отсутствием общепринятых методологий таких оценок.

Цель и задачи исследования. Целью диссертационного исследования является разработка подходов к организации системы управления водопользованием в бассейнах трансграничных рек.

Для реализации обозначенной цели были поставлены следующие задачи:

- рассмотреть структуру эколого-экономической системы Казахстанской части бассейна реки Иртыш;
- проанализировать современное состояние информационного обеспечения в системе управления водопользованием;
- обосновать необходимость использования бассейновой ГИС в процессе управления водопользованием;
- предложить методику эколого-экономического районирования бассейна реки;
- провести на основе предложенной методики эколого-экономическое районирование казахстанской части бассейна реки Иртыш.

Объект исследования – эколого-экономическая система бассейна реки Иртыш в пределах Республики Казахстан.

На выбор в качестве объекта исследования бассейна реки Иртыш повлияли следующие положения:

1. Река Иртыш является крупнейшей в Республике Казахстан и обеспечивает водой население и хозяйство не только в пределах своего бассейна, но и через канал Иртыш – Караганда огромную территорию маловодного Центрального Казахстана. Таким образом, от воды р. Иртыш зависит состояние экономики и здоровье населения крупного индустриального региона Казахстана, включающего в себя три области республики – Восточно-Казахстанскую, Павлодарскую и Карагандинскую, общей площадью более 836 тыс. км² и численностью населения более 4 млн. человек, что составляет около четверти населения всей страны. Река Иртыш и канал Иртыш-Караганда питают водой 4 из 6 крупнейших городов Республики Казахстан, включая бурно растущую новую столицу г. Астана.

2. Протекая по территории трех стран, река Иртыш для Казахстана выступает как транзитная во всех смыслах – и как приносящая свои воды из-за рубежа, и как стекающая за пределы станы, иллюстрируя, таким образом, проблемы, возникающие у государств, расположенных выше и ниже по водотоку.

3. Бассейн реки Иртыш является одним из высокоразвитых промышленных регионов Казахстана. Здесь сконцентрированы крупные предприятия чёрной и цветной металлургии – ОАО «Казцинк» (г. Усть-Каменогорск), АО «Алюминий Казахстана» (г. Павлодар), АО «Испат-Кармет» (г. Темиртау), АО «Казахмыс» (г. Жезказган) и др. Эти предприятия, обеспечивая значительные поступления в бюджет республики, в то же время оказывают существенное влияние на экосистемы реки Иртыш.

4. Предполагается расширение антропогенного воздействия за счет увеличения забора воды через строящийся канал Черный Иртыш-Карамай на территории Китая и расширения использования канала Иртыш-Караганда в Казахстане.

Предмет исследования – механизм управления водопользованием в пределах бассейна трансграничной реки.

Река Иртыш протекает по территории трех стран, каждая из которых имеет свои интересы в использовании водных ресурсов, определяемые спецификой природных и экономических условий этих стран.

Китай, имея избыточную плотность населения в обжитых восточных провинциях, заинтересован в освоении территорий в Синьцзян-Уйгурском автономном районе, что потребует расширения отвода воды из реки Черный Иртыш для промышленного водоснабжения, орошения новых посевных площадей и увеличения производства товарного зерна. В итоге это приведет к росту изъятия части стока и возможному загрязнению воды в результате сельскохозяйственной деятельности.

Казахстан имеет крупнейшие в стране гидроэнергетические комплексы, водохранилищами которых зарегулирован сток р. Иртыш. Развитие добычи и производства цветных металлов в зоне формирования основной части стока приводит к существенному ухудшению качества воды, тем не менее, воды р. Иртыш служат одним из основных источников питьевого водоснабжения для большей части населенных пунктов Республики Казахстан, включая крупнейшие промышленные центры. Часть стока р. Иртыш изымается каналом Иртыш – Караганда для обводнения безводного Центрального Казахстана, причем это воздействие будет расширяться.

Россия, не испытывающая, на первый взгляд, недостатка водных ресурсов в этой части страны, тем не менее уже имеет проблемы с водообеспечением второго по величине в Сибирском федеральном округе промышленного центра и населенного пункта г. Омска. Одновременно существует угроза возможности судоходства, обеспечивающего важнейший для данного региона «северный завоз». Т.е. ставится под угрозу важная транспортная артерия, обеспечивающая нормальное функционирование расположенных ниже по течению территорий.

Уже существующие проблемы водообеспечения будут нарастать при намечающемся расширении антропогенного воздействия. Это может привести к обострению трансграничных отношений.

Методологические основы и методы исследования. Проблеме управления водными ресурсами были посвящены труды многих исследователей: А. Б. Авакяна, О. Ф. Васильева, С. Л. Вендрова, А. М. Черняева, И. С. Шахова, Н. Б. Прохоровой, Л. М. Корытного и ряда других.

В Казахстане изучением гидроэкологических проблем занимаются Ж. Д. Достай, А. А. Турсунов, М. Ж. Бурлибаев, разрабатывающие, в частности, проблемы вододелиния в Арало-Сырдарьинском бассейне. Но хотя большинство авторов в последних исследованиях все настойчивее указывают на необходимость применения геосистемного подхода в управлении водопользованием, тем не менее, он еще слабо используется.

Геоэкология – это интегральное научное направление, изучающее пространственно и системно организованные процессы и явления, возникающие в результате взаимодействия общества и природы, оно требует привлечения методов исследования из различных сфер: естествознания, обществознания и технoзнания. Теоретическим фундаментом исследования послужили положения общей теории систем, концепции геосистем и теории управления.

Учитывая, что экосистемы крупных рек, как и все геосистемы, обладают одним из важнейших свойств, на основе которого и должно строиться их изучение – территориальностью, одним из основных методов, используемых в работе, является экологическое картографирование.

Средством для выполнения картографического анализа послужила ГИС, разработанная и реализованная при непосредственном участии автора.

Для определения структуры водопользования потребовалось собрать, обработать и проанализировать с применением методов математической статистики большой объем данных о формировании стока и использовании водных ресурсов в бассейне реки.

В качестве исходных данных в работе использованы опубликованные и фондовые материалы Восточно-Казахстанского и Павлодарского управлений охраны окружающей среды, Главного управления природных ресурсов по Омской области, Иртышского бассейнового водного управления, фактические данные были также представлены Восточно-Казахстанским и Павлодарским центрами по гидрометеорологии.

Климатическое районирование было выполнено на основе анализа средних многолетних показателей в месячном интервале температуры воздуха, осадков и влажности воздуха по 52 метеостанциям за последние 15 лет.

Характеристики стока основываются на анализе данных по 11 речным створам (6 на р. Иртыш и 5 на основных притоках) за период, составлявший в среднем 25 лет.

Для анализа структуры водопользования были рассмотрены среднегодовые показатели за период с 1976 по 2002 гг.

Научная новизна. В диссертации изложены полученные в ходе проведенного исследования результаты, научная новизна которых сводится к следующему:

Предложена концепция ГИС для управления устойчивым водопользованием в бассейне р. Иртыш.

Разработана методика составления карт экологической уязвимости вод для бассейнов крупных рек.

Составлены карты оценки риска загрязнения для подземных и поверхностных вод казахстанской части бассейна р. Иртыш.

Разработаны и обоснованы принципы эколого-экономического районирования бассейна реки как средства для выделения иерархических уровней системы управления водопользованием.

Проведено эколого-экономическое районирование Казахстанской части бассейна р. Иртыш.

Работа выполнялась в лаборатории самоорганизации геосистем по плановой тематике Института оптического мониторинга СО РАН №01.20.0001885 – «Теоретические и экспериментальные исследования атмосфер-

ных и экосистемных изменений под воздействием природных и антропогенных факторов», а также в рамках международного российско-казахстанского проекта «Трансграничное управление бассейном реки Иртыш», осуществленного в 2001-2003 гг. при технической поддержке Франции.

Практическое значение работы. Предложенная методика составления карт может быть использована для оценки риска загрязнения вод в крупных бассейнах рек. В частности, проведенная оценка казахстанской части бассейна реки Иртыш послужила основой для разработки предложений по оптимизации сети мониторинга в ходе реализации международного проекта «Трансграничное управление водными ресурсами бассейна р. Иртыш». Проведенное климатическое и эколого-экономическое районирование легло в основу выделения блоков разработанной в рамках указанного проекта количественной модели стока.

Полученные в ходе реализации проекта результаты используются на практике Иртышским бассейновым управлением и в учебном процессе на кафедре экологии и географии в Павлодарском государственном педагогическом институте.

Апробация работы.

Результаты работы регулярно обсуждались в ходе выполнения проекта «Трансграничное управление бассейном реки Иртыш» на международных семинарах и рабочих встречах в апреле 2002 г. (г. Усть-Каменогорск), октябре 2002 г. (г. Павлодар), апреле 2003 г. (г. Омск), июле 2003 г. (г. Омск), сентябре 2003 г. (г. Павлодар), в работе которых принимали представители официальных организаций различных направлений управления природопользованием: гидрогеологии, метеорологии, управлений по ЧС, бассейновых управлений.

А также были представлены на международных научно-практических конференциях «Экология и здоровье человека» (Павлодар, 2002); «Экологические, гуманитарные и спортивные аспекты подводной деятельности» (Томск, 2004); «Взаимовлияние народов России и Казахстана» (Павлодар, 2004); шестом заседании постоянно действующего Всероссийского научного семинара «Самоорганизация устойчивых целостностей в природе и обществе» (Томск, 2002); доложены на заседаниях научного семинара факультета Естественного Павлодарского педагогического института (Павлодар, 2004) и отделения геофизических исследований и отделения экологических исследований ИМКЭС СО РАН (Томск, 2004).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 9 работ, в которых с достаточной полнотой отражены основные положения диссертационного исследования.

Содержание и объем работы. Диссертация состоит из введения, трех глав и заключения. Первая глава содержит изложение теоретических основ управления водопользованием. Во второй главе рассматривается структура модели эколого-экономической системы «Речной бассейн» и ее характеристики в пределах казахстанской части бассейна р. Иртыш. В третьей главе обоснован территориальный подход к организации информационного обеспечения управлением водопользования.

Работа изложена на 143 страницах машинописного текста, содержит 30 таблиц, 20 рисунков и список литературы, насчитывающий 193 источника. В приложения включены таблицы матричного анализа антропогенных воздействий, оказываемых в бассейнах рек, подобные ведения о структуре водопользования в казахстанской части бассейна р. Иртыш и список индикаторов устойчивого развития, имеющих отношение к водопользованию.

Автор пользуется приятной возможностью выразить признательность и благодарность за помощь в работе научному руководителю А.В. Позднякову, руководителю Казахстанского бюро международного проекта «Трансграничное управление бассейном реки Иртыш» И.Ф. Колодину и всем коллегам по работе над этим проектом.

В диссертации изложено обоснование, следующих **положений, являющихся предметом защиты:**

1. Бассейновая система управления водопользованием трансграничных рек должна основываться на комплексе методологических, метрологических, правовых, технических и организационных мер, осуществляемых всеми странами с целью сохранения запасов воды и повышения ее качества.

Формирование водных ресурсов в бассейнах рек определяется природными процессами, регулируемые биосферными механизмами, не подлежащими прямому управлению со стороны человека. Однако современные воздействия, оказываемые человеком в процессе использования природных ресурсов, и в частности, воды, сильно нарушают механизмы самоорганизации биосферы. Для обеспечения устойчивого водопользования необходимо сохранять функции окружающей среды воспроизводить водные ресурсы, при этом следует управлять природопользованием как одним из видов человеческой деятельности.

Главной проблемой во взаимодействии человеческого общества с окружающей средой является ограниченная возможность оценить все последствия оказываемых воздействий. В таком случае следует использовать динамическое целеполагание и иерархическую структуру управления (*Костарев, 2000*).

Принцип динамического целеполагания заключается в том, что во взаимодействии со сложной системой, находящейся в неравновесном состоянии, нельзя сформулировать конечную цель как желаемый результат, можно говорить только о целевой тенденции (генеральной цели), в составе которой цель проходит несколько фаз.

Генеральная цель управления водопользованием – сохранение свойств природной системы воспроизводить водные ресурсы в необходимом количестве и качестве в пределах всего бассейна в целом. Она должна быть выражена в виде набора частных целей, которые должны последовательно достигаться:

- 1) оценка сложившейся ситуации
- 2) установление контроля над природопользованием
- 3) стабилизация экологического состояния
- 4) доведение состояния окружающей среды до нормативов и восстановление здоровой среды обитания человека,
- 5) охрана окружающей природной среды.

Достижение этих целей потребует решения многих задач: создание системы мониторинга, организация правовых и экономических механизмов регулирования воздействий, поиск новых менее опасных технологий.

Для проведения оценки сложившейся ситуации необходимо, в первую очередь, определить ее методологию.

В настоящее время можно выделить два подхода к экологическому нормированию: «монографический» и «экосистемный». (*Проблемы эколого-экономической оценки...*, 1994)

Монографический подход, основанный на установлении различных ПДК и ПДВ/ПДС, получил в настоящее время достаточно широкое применение в природоохранной деятельности. Следует отметить, что в последнее время этот подход подвергается все большей критике специалистов, поскольку установленные нормативы качества среды, выраженные через ПДК, как правило, не учитывают специфических особенностей нахождения загрязнителей в естественных условиях и синергетического эффекта их действия.

Экосистемный подход к определению экологических нормативов пока не получил широкого распространения в практике природоохранной деятельности, что объясняется, во-первых, отсутствием единого понимания самой экосистемы, ее структуры, целей функционирования и развития, а во-вторых, отсутствием унифицированных подходов к определению качества состояния экосистем и силы воздействия на них.

Тем не менее, экосистемный подход более соответствует главному свойству природных систем – целостности, выражающемуся в том, что система как целое обладает такими свойствами, которых нет и не может быть у составляющих ее частей. Система и существует, и выделяется, и соответственно, должна описываться как носитель этих новых свойств.

Одной из важнейших задач является также организация информационного обеспечения управления. Информация – это именно то, что имеет управляющий орган заранее, что получает в процессе управления и на основе чего строит свои дальнейшие действия.

Теория информации указывает на то, что в цикле информационного обмена происходят следующие фазы: получение исходных данных – обработка – создание новой информации – передача, далее цикл повторяется на другом уровне. По мере прохождения информации в ней неизбежно возникают помехи, искажающие ее, поэтому количество циклов передачи увеличивает степень искажения. Возможно, именно этим часто объясняется стремление управляющих центров владеть информацией в полном объеме от первоисточника. Но это не лучший выход. Чрезмерная информация в силу ограниченности ресурсов управляющего центра часто остается не обработанной, т. е. не включенной в процесс принятия решений. Это противоречие между необходимостью распределения информации между иерархическими уровнями и возникновением помех при прохождении этих уровней можно преодолеть за счет четкого дозирования информации, т. е. ограничения ее объема оптимальным количеством.

При этом необходимо иметь в виду следующие принципы:

- Иерархичность информации должна соответствовать уровням управляющей системы.
- Для каждого уровня должен быть четко определен оптимальный объем информации, методы ее получения и обработки, процедуры передачи.

2. Одним из основных принципов информационного обеспечения управления должен быть принцип территориальности, позволяющий применять экосистемный подход к экологическому нормированию.

Состояние экосистем определяет достаточно большое число характеристик, которое все более увеличивается по мере расширения нашего представления о воздействиях на экосистемы и их ответной реакции. Часто встает проблема отбора необходимой информации, характеризующей состояние экосистемы. При этом необходимо учитывать, что сбор и обработка этой информации сопряжены с существенными экономическими затратами, которые не всегда бывают оправданы.

Следует обратить внимание, что экосистемы, наряду с целостностью, обладают еще одним из важнейших свойств, на основе которого и должно строиться их изучение и нормирование – это территориальность.

Поэтому одним из важнейших методов экологической оценки должно быть экологическое картографирование. В теории картографии карты определяются как образно-знаковые модели, воспроизводящие объект в схематизированной наглядной форме. При этом картографическому моделированию доступны не только внешние формы, но и сущность, внутреннее содержание явлений. Карты служат не только для реализации накопленных знаний и передачи информации, но и как средство приобретения новых знаний путем установления новых пространственных связей и отношений. В этом неоспоримое достоинство картографического метода исследования при изучении объектов сложной пространственной организации.

При этом важно помнить, что иерархия экосистем будет определять масштаб оценки.

Следует избегать излишней детализации информации при оценке высших уровней больших по территории экосистем, поскольку практически установлено, что на различных уровнях пространственно-временной организации природных систем они характеризуются разными наборами параметров, которые имеют различную степень репрезентативности для оценки иерархически разномасштабных объектов (Стурман, 2003).

Учет пространственных масштабов исследуемых территорий, определение необходимого «ранга» подлежащих оценке экосистем позволяет избежать использования излишней информации. В теории картографии это явление изменения детальности информации при изменении масштабов картографирования хорошо известно как генерализация.

Разработка экосистемных нормативов качества окружающей среды должна основываться на структуризации территории, формировании частных характеристик каждого из ее элементов и свертывании их в один или несколько обобщающих показателей. Сформировать единый показатель, пригодный для определения степени устойчивости каждой из зон территории необычайно сложно, поскольку экологическое качество зависит от множества специфических характеристик. В таких ситуациях специалисты рекомендуют использовать балльный принцип оценки (Тихомиров и др., 2003).

Этот подход был использован при построении карт оценки риска загрязнения вод. Для оценки ситуации в бассейне крупных рек в целом, на высших иерархических уровнях, целесообразно использовать карты масштабов 1 : 1 500 000 – 1 : 2 000 000.

Для построения карты риска загрязнения подземных вод были построены два слоя:

1. Проведена интерпретация гидрогеологической карты масштаба 1:1500000 по степени проницаемости горных пород на полигоны трех категорий: высокая, средняя и низкая проницаемость (см. рис. 1).

2. Учитывая, что главным агентом распространения загрязнений является вода, по степени увлажнения рассматриваемая территория была разделена на три категории (рис. 2): высокая – свыше 500 мм в год, средняя – от 250 до 500мм в год, низкая – менее 250 мм в год.

Далее путем пересечения слоев было получено множество полигонов, для которых просуммировали баллы, определенные полигонам каждого слоя.

Исходя из целей проводимой оценки, выделенным категориям придавалась следующая интерпретация.

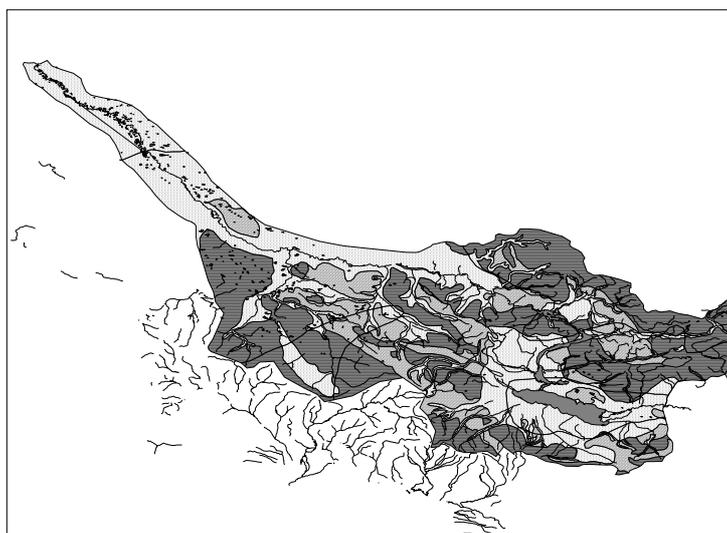


Рис. 1. Степень проницаемости горных пород в казахстанской части бассейна р. Иртыш.

□ - высокая, ▨ - средняя, ▩ - низкая

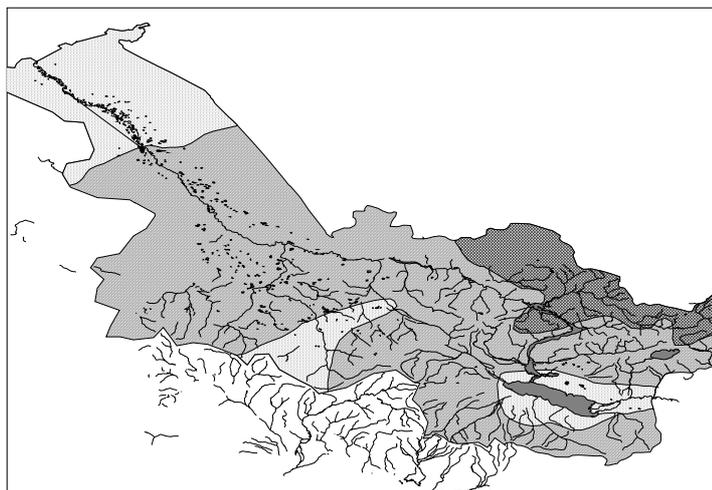


Рис. 2. Степень увлажнения казахстанской части бассейна р. Иртыш.

☐ - менее 250 мм, ▨ - от 250 до 500 мм, ▩ - более 500 мм в год

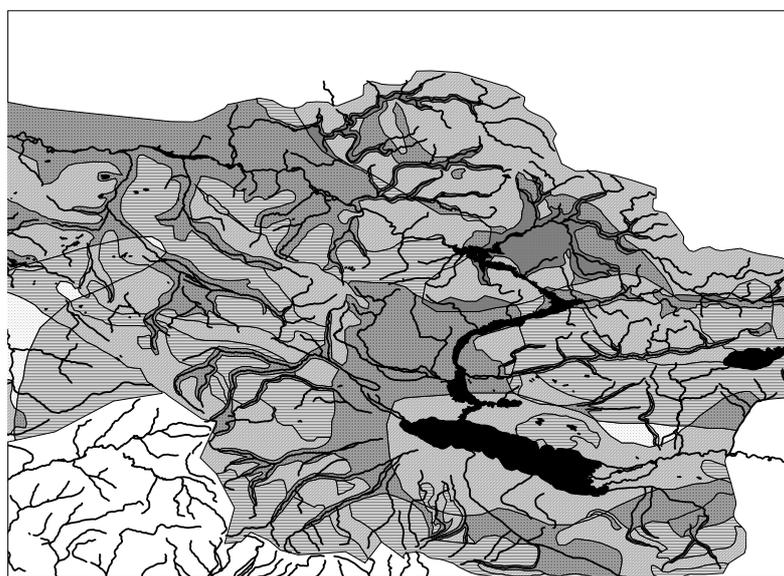


Рис. 3. Риск загрязнения подземных вод для казахстанской части бассейна р. Иртыш.

▩ - наиболее высокий, ▨ - высокий, ▨ - средний, ▨ - низкий, ☐ - наиболее низкий риск.

Так как загрязнения, имеющиеся на поверхности водосбора, попадают в подземные водоносные горизонты или поверхностные водотоки после того как будут растворены водой, имеет смысл определить территории, получающие большее количество этой воды как подверженные потенциально более высокому риску. Соответственно выделенным полигонам увлажнения был придан следующий вес: высокое – 3 балла, среднее – 2, низкое – 1.

Для подземных вод представляют наибольшую опасность легко проницаемые породы, способствующие быстрому проникновению растворенных на поверхности водосбора загрязнений. Соответственно полигонам степени проницаемости для подземных вод были приданы следующие значения: высокая – 3, средняя – 2, низкая – 1.

В результате было получено пять категорий риска: очень высокий, высокий, средний, низкий и наиболее низкий (рис. 3).

Для поверхностных вод проницаемость пород уже имеет другой смысл. Мало проницаемые породы, в особенности, в горных районах с большими уклонами склонов, способствуют быстрому «скатыванию» загрязнений в поверхностные водотоки, следовательно, должны быть оценены как наиболее опасные. Поэтому малопроницаемым породам был придан вес 3 балла, породам средней проницаемости – 2, высокопроницаемым – 1 бал. Кроме того, для поверхностных вод имеет большое значение удаленность от реки. Хотя было оговорено, что на данном уровне генерализации удаленность более 1000 м для горных территорий не имеет смысла ввиду большой сложности рельефа. Форма рельефа для горной части рассматриваемой территории должна учиты-

ваться для оценки риска на нижестоящем иерархическом уровне системы – эколого-экономических районов. Соответственно для равнинной части по степени удаленности от реки были выделены три категории: до 500 м, 500 – 1000 м, более 1000 м.

Для территориального анализа информации в настоящее время все более широко используются геоинформационные системы (ГИС). Обладая всеми функциями, присущими другим современным компьютерным средствам обработки информации, ГИС позволяют не только собрать, сохранить, обработать и интерпретировать разнообразные данные, необходимые для обеспечения решений в области экологической безопасности и охраны окружающей среды, но и осуществлять ее пространственную визуализацию, что существенно позволяет расширить качество восприятия и анализа информации.

Применение ГИС дает возможность исследовать закономерности территориальной структуры оказываемых воздействий на природные системы и предвидеть направления распространения загрязнений и других последствий антропогенной деятельности. Это обстоятельство имеет особый смысл в трансграничном контексте. В документах международного права закреплено положение, что воздействия должны ассимилироваться на территории той страны, где они осуществляются. (*Конвенция по охране и использованию водотоков, Протокол по проблемам воды и здоровья...*, 2001). Необходимость пространственного анализа распространения оказываемых воздействий приобретает, кроме всего прочего, еще и политический характер.

В предлагаемой концепции бассейновой геоинформационной системы предполагается наличие двух блоков: справочно-информационных карт, служащих основой для создания оценочных карт-моделей второго блока. В каждом блоке выделяются разделы, включающие в себя ряд слоев, в комплексе характеризующие определенный компонент эколого-экономической системы. Предусмотрена характеристика природной части бассейновой эколого-экономической системы, в которой выделены разделы под условными названиями «гидрология», «рельеф», «климат» и «ландшафты». Характеристики социально-экономической части сгруппированы в разделах: «административный», «хозяйственное воздействие» и «водопользование». Необходимо также представить информацию о существующей системе мониторинга за различными компонентами эколого-экономической системы и о выделяемых в этой системе подсистемах. Наличие такого раздела позволит унифицировать и закрепить процедуры сбора и обмена информацией. Все разделы должны иметь связь с постоянно обновляемыми базами данных (причем, процедуры обновления также должны быть строго обозначены). Это позволит оперативно обновлять карты, иметь своевременную, наиболее адекватную информацию, а также обеспечит создание карт следующего блока.

Карты оценочного блока должны информировать о комплексных показателях и расчетных параметрах, полученных при специальных работах. В соответствии с назначением, их можно разделить на четыре категории:

- Оценки устойчивости отдельных элементов эколого-экономической системы или геосистем в целом;
- Оценки степени антропогенного воздействия;
- Оценки риска;
- Оценки степени антропогенного изменения элементов эколого-экономической системы или геосистем в целом.

Предлагаемая система является необходимым минимумом и может дальше развиваться за счет создания новых аналитических и синтетических слоев. В ходе реализации проекта «Трансграничное управление водными ресурсами бассейна реки Иртыш», осуществленного в 2001-2003 годах совместно Российской Федерацией и Республикой Казахстан при технической поддержке Франции была составлена большая часть предлагаемых слоев для казахстанской части бассейна р. Иртыш в программной оболочке ArcView, при непосредственном участии автора.

При организации управления и его информационного обеспечения необходимо учитывать, что при централизованной системе вся информация о состоянии каждого объекта управления, о внешних воздействиях на систему и отдельных ее частей поступает в центральный пункт, где вырабатываются управляющие воздействия для каждого из входящих в систему объектов. Такая система обладает большими минусами:

- в центральный пункт управления нужно собирать огромное количество разнообразной информации, обеспечить эффективную ее переработку и поиск оптимального режима работы системы;
- большая жесткость структуры, отсутствие пластичности вследствие того, что приспособление ее к изменениям, как случайным (флуктуации), так и выражающим эволюцию самой системы и окружающей среды, происходит не в отдельных частях системы, а лишь в центральном пункте управления.

Централизованное управление позволяет долгое время осуществлять стабилизацию системы, подавляя как флуктуации, так и эволюционные изменения в отдельных частях системы, не перестраивая ее. Но, в конечном счете, это может оказаться роковым для системы. Поскольку несвоевременное, с большим опозданием формирование новых идей организации – это путь эволюционных катастроф.

Во избежание кризисных ситуаций при взаимодействии с такой сложной системой как окружающая среда, следует использовать иерархическую структуру управления. Отличительной особенностью такой структуры является последовательное расчленение управляемой системы на части (подсистемы) и установление между ними отношения соподчиненности. Сведения о состоянии управляемой системы и отдельных ее частей передаются от систем более низкого ранга к системам более высокого ранга во все более обобщенном и систематизи-

рованном виде. На каждом уровне необходим орган управления, который, с одной стороны, управляет компонентами системы своего уровня, а с другой, является управляемым компонентом со стороны более высокого уровня. При этом взаимодействие на одном уровне не требует и не допускает каких-либо актов управления, а происходит в форме согласования или координации.

В бассейнах трансграничных рек предлагается выделять три уровня управления (рис. 4): межгосударственный, государственный и региональный. Следует обратить внимание, что в отношении государств со стороны межгосударственного уровня не может быть прямого управления, потребуется согласование решений с каждой из стран.

На региональном уровне внутри государств, следует выделять не просто административные единицы (области и т.п.), как в настоящее время, а эколого-экономические районы. Каждый из этих районов будет иметь свои цели управления, обусловленные спецификой района.

При выделении единиц регионального уровня – эколого-экономических районов в пределах казахстанской части бассейна р. Иртыш были подробно проанализированы характеристики компонентов природной части системы «речной бассейн»: геологическое строение, рельеф, климат, речная сеть, а так же основные виды антропогенных воздействий оказываемых в пределах исследуемой территории.

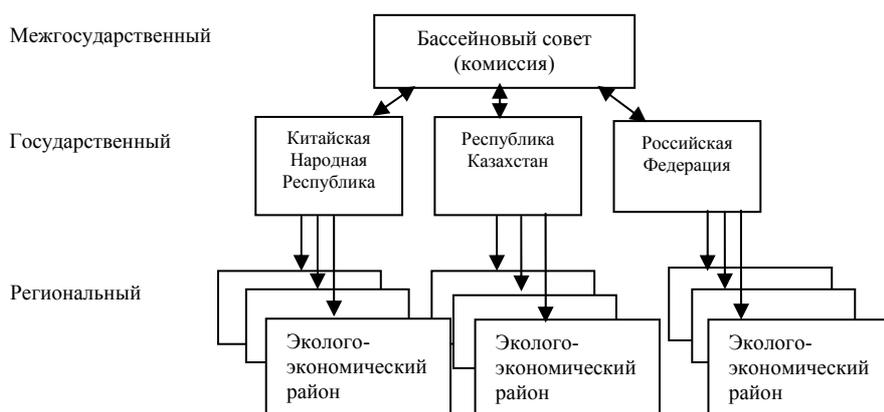


Рис. 4. Иерархические уровни управления в бассейнах трансграничных рек

Оптимальное расчленение территории является очень важным вопросом, который во многом зависит от принятых принципов районирования.

Известно, что границы природных экосистем не совпадают с границами подсистем общества. Однако, исходя из того, что разрабатываемая модель должна служить целям управления необходимо, чтобы выделенные подсистемы были управляемыми, сосредоточить свое внимание на воздействиях, которые поддаются регуляции, то есть антропогенным.

Если принять реку за линейный объект, то на ней можно выделить некие точки, существенные с позиций управляющих воздействий:

1. Плотины, поскольку они осуществляют регуляцию стока, с одной стороны, и одновременно являются точками тщательного наблюдения за характеристиками расхода воды.

2. Точки пересечения административных границ – государственных и областных, поскольку этими рубежами будет также определяться возможность оперативного, без согласования с высшими иерархическими уровнями, управления в пределах своей компетенции.

3. Крупнейшие водозаборы – каналы, как точки существенного изменения количественных характеристик стока.

Границы по территории бассейна следует проводить от этих барьеров по естественным природным рубежам – водоразделам бассейнов 2-го порядка, с учетом административных границ.

3. Эколого-экономическое районирование бассейна реки должно осуществляться с учетом иерархических уровней управления и экологической уязвимости вод бассейна в соответствии с конкретными природными условиями их формирования.

Проведенное районирование территории бассейна р. Иртыш в пределах Республики Казахстан представлено на рисунке 5. Были выделены следующие районы:

Район 1 – от границы с КНР до плотины Бухтарминской ГЭС.

На территории этого района формируется 40 % суммарного стока с территории КНР и Казахстана. Регулирующая способность Бухтарминского водохранилища позволяет аккумулировать почти два годовых стока, приходящих на данный створ, однако климатические особенности данной территории обуславливают высокую испаряемость, приводящую к существенной водопотере. С точки зрения влияния на качество воды,

здесь находится один узел существенного загрязнения вод – Зыряновский. Влияние этого узла загрязнения приводит к изменению качества вода в притоке р. Иртыш реке Бухтарме до 1.5 ИЗВ.

Район 2 – от Бухтарминской ГЭС до Шульбинской ГЭС.

На данной территории формируется 35 % стока, приходящего в итоге на границу с Российской Федерацией. Наиболее крупными притоками р. Иртыш в

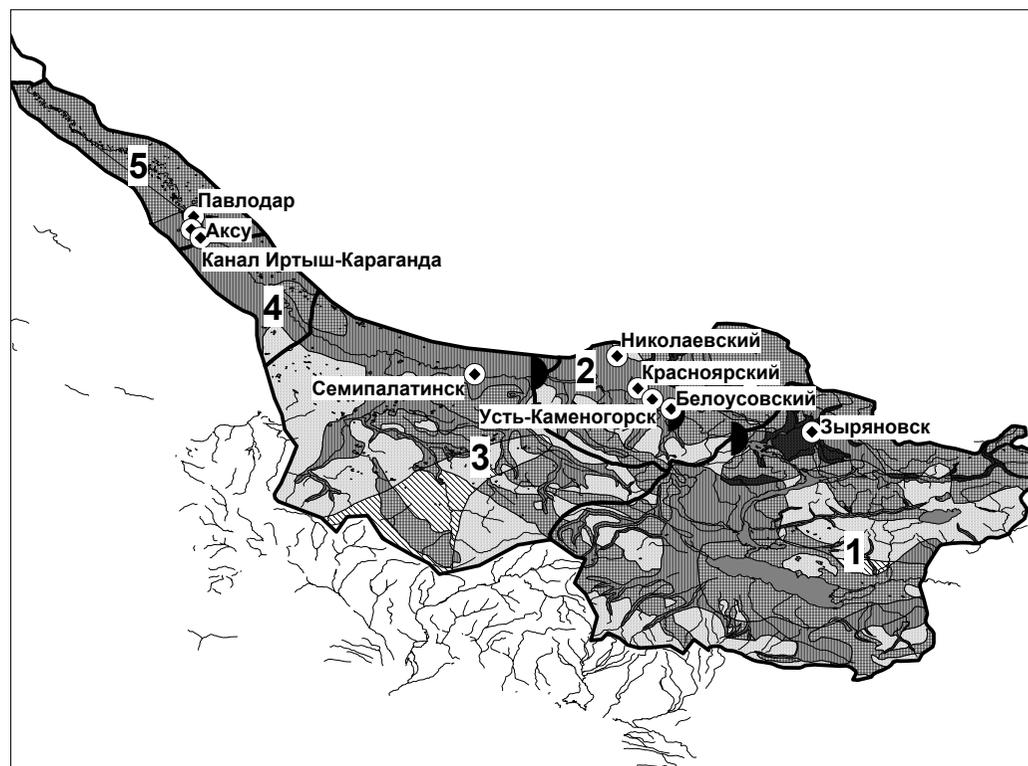


Рис. 5. Эколого-экономическое районирование казахстанской части бассейна р. Иртыш.

этом районе являются Ульба и Уба, в бассейнах которых наблюдается самое большое на территории Казахстана значение модуля стока, составляющее около 50 л/с с 1 км². Отличительной особенностью данного района является очень высокая техногенная нагрузка. Здесь расположены четыре из пяти крупнейших ядер загрязнения: Николаевский, Красноярский, Белоусовский и Лениногорский. К тому же, во втором районе располагается еще один концентрированный очаг комплексного антропогенного воздействия – Усть-Каменогорск. В результате притоки Иртыша в этом районе имеют очень плохое качество вод. Так р. Уба имеет ИЗВ 1,2; Ульба в районе Усть-Каменогорска – 2,3-2,6, а в районе Тишинского рудника – превышает 4; ИЗВ рек Глубочанка, Тихая превышает 4-5, р. Красноярка – 13. Уровень загрязнения самого Иртыша в этом районе составляет 1.6 ИЗВ.

Район 3 – от Шульбинской ГЭС до поста Семиярка.

Это последний из районов, выделенных в пределах Восточно-Казахстанской области Республики Казахстан. Характеризуется относительно небольшим антропогенным воздействием на систему речного бассейна. Здесь имеется только один существенный точечный источник загрязнения – г. Семипалатинск, с преобладанием хозяйственных стоков. В целом плотность хозяйственного использования здесь невелика. По оценке уязвимости для поверхностных вод эта территория представляется более благоприятной, поскольку наиболее опасные участки либо расположены далеко от русла основной реки Иртыш, либо не имеют густой сети поверхностных водотоков.

Район 4 – от п. Семиярка – до канала Иртыш-Караганда.

В административном плане это уже другая Павлодарская область. Имеет относительно слабую распределенную хозяйственную нагрузку, представляющую для основной реки среднюю и высокую опасность только в непосредственной близости от русла до 1000 – 1500 м. Более высокому риску загрязнения здесь подвергаются подземные воды верхних горизонтов.

Район 5 – канал Иртыш-Караганда – граница с Российской Федерацией.

Этот район существенно отличается от предыдущего. Здесь опять имеются крупные концентрированные очаги комплексного промышленного и хозяйственно-бытового воздействия, распределенное сельскохозяйственное воздействие на территорию бассейна также более интенсивное, нежели в предыдущем. Хотя доля забора воды в относительном выражении невелика – 4% (см. рис. 7). В этом районе отбирается существенная часть стока через канал Иртыш – Караганда. В промышленном водообеспечении, которое составляет основную долю в заборе воды в данном районе – 74%, выделяется крупнейший водопользователь – Евразийская энергетическая корпорация (Аксуская ГРЭС). На нужды этого предприятия используется около 75% всей забираемой для промышленности воды.

Предлагаемая схема районирования отвечает принципу, сформулированному В. Бунге (*Теоретическая география, 1967*): при проведении границ следует добиваться возможно большей гомогенности в пределах района и возможно большей гетерогенности между ними.

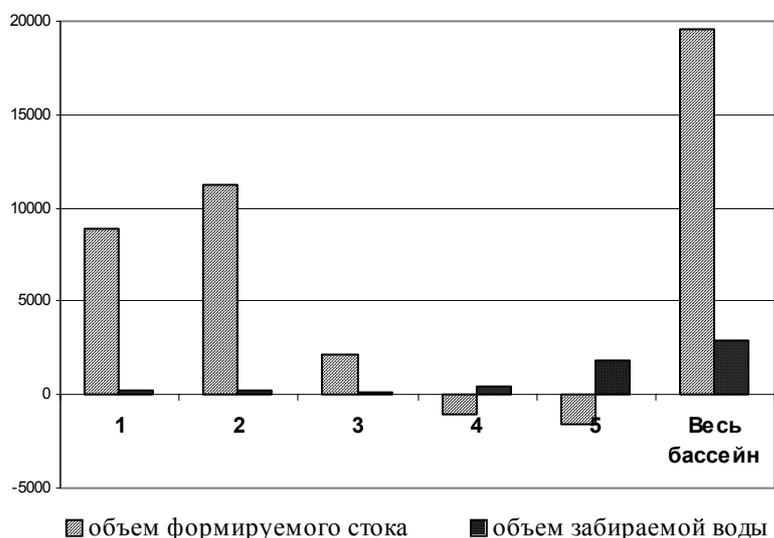


Рис.6. Соотношение объемов формируемого стока и забираемой воды по эколого-экономическим районам в казахстанской части бассейна р. Иртыш (в млн. м³)

По условиям формирования стока два первых из выделенных районов можно объединить в зону формирования стока (рис. 6), их вклад в выходную характеристику всей системы наиболее значительный. В оставшихся трех районах природные факторы оказывают воздействие преимущественно в виде испарения, что позволяет рассматривать их как зону расходования стока.

Антропогенное воздействие во всех районах отличается. Несмотря на то, что в структуре забора воды можно выявить подобие между вторым и пятым, первым и третьим районами (см. рис. 7), следует помнить, что в территориальном смысле они не соседствуют, перемежая друг друга. Оценивая к тому же разную роль рай-

онов в формировании стока и различия в риске загрязнения вод на их территории, можно убедиться в необходимости формирования различных целей управления для каждой из выделенных территориальных единиц.

4. Характеризуя экологическую ситуацию в казахстанской части бассейна р. Иртыш, следует отметить, что современное состояние эколого-экономической системы бассейна реки Иртыш не может считаться устойчивым, так как оказываемое антропогенное воздействие не обеспечивает повышения запасов воды и, в особенности, ее качества.

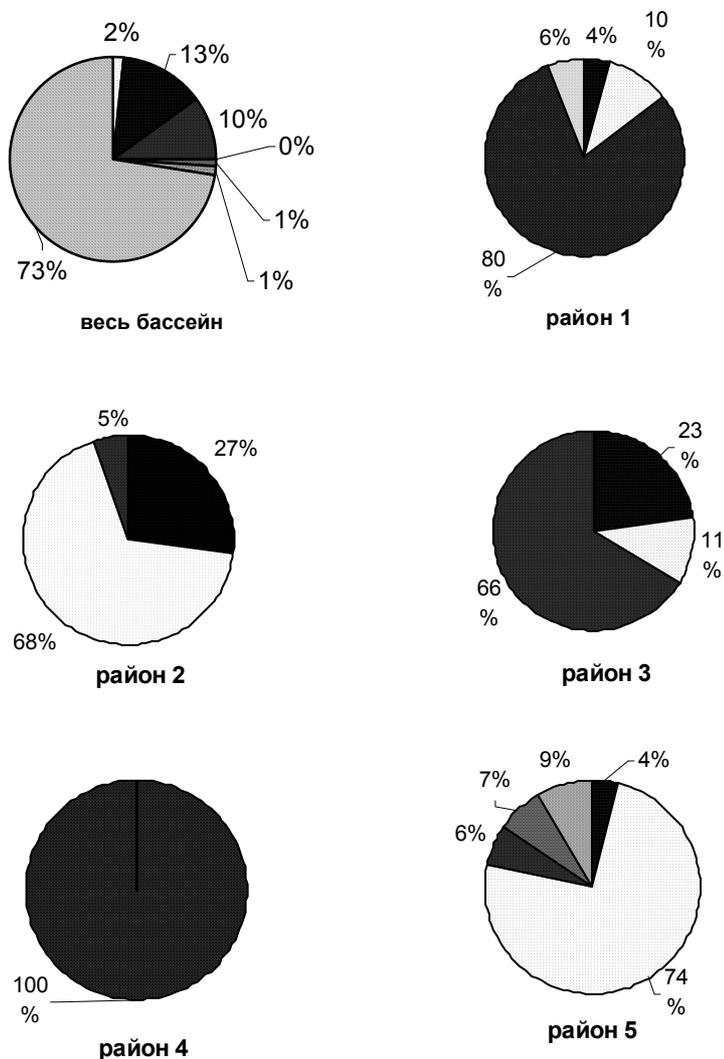


Рис. 7. Структура забора воды по эколого-экономическим районам казахстанской части бассейна р. Иртыш.

■ - промышленность, □ - коммунальное хозяйство, ▨ - сельское хозяйство, ▤ - рыбное хозяйство, ▧ - потери по каналу, ▩ - передача за пределы бассейна, ▪ - испарение с водной поверхности.

Это обусловлено, в первую очередь, тем, что антропогенное воздействие наиболее интенсивно и опасно в районах формирования основной части стока. К тому же, эти районы характеризуются преобладанием площадей с наиболее высоким и высоким риском загрязнения вод.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного исследования можно сформулировать следующие выводы:

- Существующая система управления водопользованием в бассейне р.Иртыш не позволяет нормировать антропогенное воздействие.
- Существующая в настоящее время система наблюдений не может считаться системой мониторинга, так как ведомственно разобщена и не имеет общей цели.
- При оценке антропогенного воздействия и состояния экосистемы бассейна р. Иртыш недостаточно учитывается ее территориальная дифференциация.

- Система управления водопользованием для трансграничных рек должна иметь следующие уровни: межгосударственный, государственный и региональный.

- Наилучшим инструментом информационного обеспечения процесса управления является бассейновая ГИС.

- Современное антропогенное воздействие в районе от створа Бухтарминской ГЭС до Шульбинской ГЭС, в пределах которого формируется 35% стока, наиболее интенсивно и опасно.

Для достижения главной цели процесса водопользования – обеспечения всех водопользователей водой в достаточном количестве и надлежащего качества – следует строго нормировать оказываемое антропогенное воздействие, сохраняя воспроизводящие функции системы «речной бассейн» и поддерживая ее устойчивость.

Для этого предлагается:

Создать Бассейновую систему управления водопользованием трансграничных рек, которая будет основываться на комплексе методологических, метрологических, правовых, технических и организационных мер, осуществляемых всеми странами с целью сохранения запасов воды и повышения ее качества.

Обеспечить формирование управляющих решений оперативной информацией о состоянии всей экосистемы в целом, причем оценка состояния должна носить системный характер, отвечая главному свойству системы – целостности. В то же время информационная система должна иметь четкую иерархическую структуру, отвечающую наличию различных иерархических уровней в системе речного бассейна.

Обеспечить функционирование для оценки текущей ситуации единой бассейновой системы мониторинга с четко ориентированными целями, задачами и строго определенными единими процедурами.

Создать бассейновую ГИС, в задачи которой должны быть включены не только оперативный сбор информации и оценка существующей ситуации, но и прогноз будущих состояний. Этот прогноз должен опираться на количественные оценки риска и обязательно носить пространственный характер.

Выделить в бассейне подсистемы регионального уровня, применяя эколого-экономическое районирование, которое должно осуществляться с учетом иерархических уровней управления и экологической уязвимости вод бассейна в соответствии с конкретными природными условиями их формирования.

ПУБЛИКАЦИИ АВТОРА

1. Могилюк С. В. ГИС технологии в экологических исследованиях и решении проблем охраны окружающей среды. // Материалы международной научно-практической конференции «Экология и здоровье человека». – Павлодар, 2002. – С. 383-390.
2. Могилюк С. В. Необходимость расширенного доступа к информации по вопросам охраны окружающей среды. // Материалы международной научно-практической конференции «Экология и здоровье человека». – Павлодар, 2002. – С. 390-394.
3. Могилюк С. В. Необходимость институциональных изменений для достижения устойчивого развития. // Проблемы устойчивого развития: иллюзии, реальность, прогноз. Материалы шестого постоянно действующего Всероссийского научного семинара «Самоорганизация устойчивых целостностей в природе и обществе». – Томск, 2002. – С. 198-202.
4. Могилюк С. В. Климат казахстанской части бассейна р. Иртыш. Отчет по международному проекту «Трансграничное управление водными ресурсами бассейна р. Иртыш» / ТОО «Центр чистых производств» - Павлодар, 2003. – 53 с.
5. Рамазанов Ж.Р., Калиева А.А., Могилюк С. В. Улучшение организации водопользования на селе, как фактор устойчивого развития. // Материалы международной научно-практической конференции «Социально-экономические проблемы сельских территорий и развития аграрного рынка» - Алматы, 2004. – С. 135-138.
6. Могилюк С.В. Экологическое состояние бассейна реки Иртыш в пределах Павлодарской области. //Сборник материалов конференции «Влияние экологической ситуации в регионе на здоровье и социально-экономическое положение женщин» - Павлодар, 2004. –С. 40-43.
7. Могилюк С.В. Подходы к оценке риска загрязнения территории водосборов крупных рек.// Материалы 3-ей Международной научно-практической конференции «Экологические, гуманитарные и спортивные аспекты подводной деятельности». – Томск, 2004. – С. 179-183.
8. Могилюк С.В. Трансграничные водные проблемы Российской Федерации и Республики Казахстан и подходы к их преодолению// Материалы международной научно-практической конференции «Взаимовлияние народов России и Казахстана». – Павлодар, 2004, Т.1 – С. 154 –160.
9. Могилюк С.В. Иерархические уровни управления природопользованием в бассейнах трансграничных рек, на примере реки Иртыш. //Сборник трудов Международной Экологической Академии, Санкт-Петербург, 2004. – в печати.