

На правах рукописи



**ЧЕРЕПАНОВА**  
Татьяна Васильевна

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОДОБЕСПЕЧЕНИЯ И  
ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ВОД В СУБЪЕКТЕ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ С ЦЕЛЬЮ ИХ ПОЭТАПНОГО УЛУЧШЕНИЯ (НА  
ПРИМЕРЕ ЧИТИНСКОЙ ОБЛАСТИ)**

Специальность 25.00.36 – Геоэкология

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата географических наук

ЕКАТЕРИНБУРГ 2005

Работа выполнена на кафедре Водного хозяйства и инженерной экологии Читинского государственного университета Федерального агентства по образованию Министерства образования и науки Российской Федерации

**Научный руководитель:** Доктор технических наук, профессор,  
Заслоновский Валерий Николаевич

**Официальные оппоненты:** Доктор географических наук, профессор,  
Шахов Иван Семенович

Кандидат географических наук, старший  
научный сотрудник Федорова Елена  
Владимировна

**Ведущая организация:** Забайкальское межрегиональное  
территориальное управление по  
гидрометеорологии и мониторингу  
окружающей среды (ЗабУТМС) г. Чита

Защита диссертации состоится « 6 » июля 2005 г. в 13 часов на заседании диссертационного совета Д 216.013.01 в Федеральном государственном унитарном предприятии Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов (ФГУП РосНИИВХ), по адресу: 620049, г.Екатеринбург, ул.Мира, 23.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГУП «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов (ФГУП РосНИИВХ)

Автореферат разослан « 1 » июня 2005 г.

Отзыв на реферат, заверенный печатью, просим выслать по адресу: 620049, г. Екатеринбург, ул. Мира, 23, РосНИИВХ

Ученый секретарь диссертационного совета,  
доктор технических наук, профессор



Ю.С.Рыбаков

2006-4  
7729

2151121

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** В настоящее время все объекты окружающей среды в соответствии с Законом «Об охране окружающей среды» делятся на природные, природно-антропогенные и антропогенные.

Почти все водные объекты в настоящее время являются природно-антропогенными системами, формирующимися под воздействием, как природных, так и техногенных факторов. Таким образом, количественный и качественный состав поверхностных вод зависит от взаимосвязанных процессов природного и техногенного характера.

Управление такими природно-техногенными системами происходит, фактически, по административному принципу, т.е. через субъекты федерации. Природные же условия и закономерности их функционирования формируются по бассейновым принципам. Следовательно, необходимо сочетание административного и бассейнового принципов управления, которое декларируется «Водным кодексом РФ» (ст. 69), но не реализуется на практике.

Кроме того, на водный объект смотрят до сих пор, как на изолированную систему, хотя известно, что формирование количества и качества стока происходит не столько в русле, сколько на водосборе. Водный объект является лишь индикатором процессов, происходящих в бассейне. Методики, которая увязывала (хотя бы косвенно) процессы, происходящие на водосборе и в русле реки, до сих пор не существует. Следовательно, требуется оценка количества и качества вод водного объекта с позиций геоэкологических процессов, происходящих на водосборе.

Вопросами формирования ресурсов и качества вод, управления водохозяйственной деятельностью, мониторинга в разные годы занимались отечественные ученые: Алексеевский Н.И., Беляев С.Д., Вендров С.Л., Израэль Ю.А., Львович М.И., Носаль А.П., Попов А.Н., Прохорова Н.Б., Черняев А.М., Шахов И.С., Шикломанов И.А. и многие др.

Попытки осуществлять планирование и реализацию мероприятий по водообеспечению и улучшению качества вод на уровне субъектов РФ одновременно в полном объеме наталкивается обычно на нехватку финансовых средств и поэтому, как правило, обречены на неудачу. Подхода к планированию и реализации мероприятий в условиях дефицита средств практически не предлагалось.

Тема исследования непосредственно связана с НИР кафедры водного хозяйства и инженерной экологии ЧитГУ и ВостокНИИВХ.

**Основная идея** работы заключается в том, что в современном правовом поле и в условиях дефицита финансовых ресурсов реальная оценка, планирование и реализация мероприятий по улучшению водообеспечения и качества вод поверхностных водотоков, на уровне субъекта Российской Федерации, должна производиться по административно-бассейновому принципу и на основе показателя, позволяющего ранжировать ряды мероприятий по степени их влияния на качество воды водного объекта.



**Целью диссертационной работы** является обоснование и разработка способа геоэкологической оценки существующего состояния водообеспечения и качества вод поверхностных водотоков на уровне субъекта Российской Федерации и подхода к планированию мероприятий по их поэтапному улучшению в условиях дефицита финансовых средств.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие **задачи исследований**:

- проанализировать опыт ведущих стран мира по управлению водообеспечением и качеством вод и сравнить его с системой управления, сложившейся в России;

- критически оценить методы и показатели для определения и нормирования качества вод, выявить основные недостатки, присущие им;

- разработать карту-схему административно-бассейнового деления субъекта Российской Федерации и произвести оценку водообеспечения и техногенного влияния на качество вод природных водных объектов на основе такой схемы;

- обосновать показатель, позволяющий увязывать качество вод природного водного объекта с природно-техногенными геоэкологическими процессами на водосборе, ранжировать мероприятия по их улучшению, разработать методику его применения и проверить эффективность данного показателя на примере одного из бассейнов в границах Читинской области.

**Объектом исследований** являются водные объекты Читинской области – субъекта Российской Федерации.

**Методы исследования.** Для анализа использовались данные отчетности 2 ТП «Водхоз», стационарные и экспедиционные наблюдения по стандартным методикам; программные средства обработки табличных данных: Microsoft Excel, программа расчета модуля трансформации загрязняющих веществ, разработанная в ВостокНИИВХ с участием автора.

**Научная новизна работы** состоит в следующем:

- разработана схема административно-бассейнового деления территории в границах субъекта РФ и на ее основе произведена оценка водообеспечения населения и экономики Читинской области;

- на основе оценки водопользования в Читинской области установлено, что на территории происходит непрерывный перевод чистых подземных вод после их использования и загрязнения в поверхностные водные объекты;

- предложено в качестве сравнительного критерия качества вод природных водных объектов использовать модуль трансформации загрязняющих веществ с поверхности водосбора;

- с использованием модуля трансформации загрязняющих веществ произведена сравнительная оценка водно-экологического состояния водосборов в границах Читинской области.

**Практическая значимость.**

1. Произведена ранжировка бассейнов и участков водных объектов в границах Читинской области по обеспечению водными ресурсами и водно-экологическому состоянию водосборов.

2. Данные работы использованы в проекте целевой областной программы «Защита от загрязнения водных объектов бассейна р. Ингода на 2006 – 2010 годы», в областной целевой программе «Обеспечение населения Читинской области питьевой водой на 2002-2011 г.г.» (Закон Читинской области № 330 – ЗЧО) и при разработке Читинского областного компонента национальной программы действий «Вода России XXI век» (раздел «Уменьшение загрязнения водных объектов»).

3. Результаты работы и конкретные материалы используются в учебном процессе Читинского государственного университета по дисциплинам «Восстановление рек и водоемов», «Управление состоянием окружающей среды», «Комплексное использование и охрана водных ресурсов».

#### **Научные положения, выносимые на защиту:**

1. В условиях дефицита финансовых средств территориальные и бассейновые программы по улучшению водообеспечения и качества вод в регионах следует разрабатывать на основе схемы административно-бассейнового водохозяйственного районирования субъекта Российской Федерации и реализовывать по ранжированному ряду мероприятий.

2. Сравнительным критерием водно-экологического состояния водосбора может служить модуль трансформации загрязняющих веществ.

3. Качественные характеристики водного объекта целесообразно представлять в виде матрицы, позволяющей ранжировать мероприятия по улучшению качества вод, как по участкам водного объекта, так и по отдельным видам загрязнения.

#### **Достоверность результатов исследования обусловлена:**

- сходимостью данных наблюдений ЗабУГМС и собственных данных наблюдений;
- выполнением анализов по методикам и в лаборатории, имеющей метрологическую аттестацию;
- использованием официальных данных госстатотчетности;
- использованием стандартных методов статистической обработки экспериментальных данных.

#### **Личный вклад автора заключается:**

- в постановке целей и задач работы;
- в выявлении зависимостей качественных и количественных характеристик водных объектов;
- в проведении исследований и научном анализе результатов с использованием предложенного интегрального показателя качества вод;
- в апробации предложенной методики на примере конкретного водосбора.

#### **Апробация работы.**

Основные положения диссертационной работы докладывались на Всероссийской конференции «Бассейн реки: эколого-водохозяйственные

проблемы рационального водопользования» (Екатеринбург, 1996), всероссийской научно-практической конференции «Управление устойчивым водопользованием» (Екатеринбург, 1997), научно-практической конференции «Водные ресурсы Байкальского региона: проблемы формирования и использования на рубеже тысячелетий» (Иркутск, 1998), юбилейной международной конференции «Наука и образование на рубеже тысячелетий» (Чита 1999), VI и VII международных симпозиумах «Чистая вода России» (Екатеринбург, 2001, 2003), V международной конференции «Акватерра - 2002» (С.-Петербург, 2002) и др. По результатам исследования опубликовано 17 печатных работ.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и приложений. Общий объем работы 151 страница, в том числе 17 рисунков, 13 таблиц. Список литературы содержит 106 наименований.

Автор выражает глубокую признательность научному руководителю д.т.н., профессору В.Н.Заслоновскому за помощь на всех этапах работы, к.т.н., доценту Н.М. Шарапову за научные консультации, к.т.н., доценту А.В. Шаликовскому, к.т.н., доценту А.В.Соколову за ценные замечания и консультации и К.А. Кургановичу за помощь в оформлении работы.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

Во введении обоснована актуальность темы, изложены цели и задачи исследования, определены положения, выносимые на защиту, научная и практическая значимость работы.

### **1 УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ВОДЫ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ В ГРАНИЦАХ АДМИНИСТРАТИВНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ И БАССЕЙНАХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ (МИРОВОЙ ОПЫТ)**

В 60-х начале 70-х г.г. во многих развитых странах, столкнувшихся с необходимостью решения экологических проблем в государственном масштабе, были предприняты меры по охране окружающей среды. С этой целью в административных системах были расширены функции существующих законодательных и судебных органов и образованы новые исполнительные и координирующие учреждения для проведения в жизнь законодательных требований природоохранного характера и контроля за состоянием окружающей среды.

Проведенный обзор литературных источников, показал, что в ведущих зарубежных странах (США, Франции, Канаде, Германии, Японии) управление водными ресурсами и их качеством осуществляется на государственном уровне. Законодательство этих стран, в основном, опирается на общепринятые принципы и, отличается лишь в частных вопросах.

Мировой опыт управления водными ресурсами, в том числе и их качеством, говорит о том, что на уровне государства, как правило, устанавливаются лишь «рамочные» нормативы, а основная практическая работа по улучшению качества вод проводится на уровне субъекта государства (штата, земли, контона и т.п.) и на местном (муниципальном) уровнях.

В России проблема водопользования и управления водными ресурсами казалось бы введена в последнее время в общепринятое по международным стандартам русло. Однако, водные объекты России продолжают истощаться и загрязняться, проблема чистоты рек и качества питьевой воды настолько обострилась, что на некоторых территориях возникла угроза экологических катастроф.

Основная причина этого, на наш взгляд, состоит в том, что имеющиеся законы и правовые принципы не имеют механизма реализации, и следовательно, не внедряются в практику, чем и отличаются от нормативно-правовой системы развитых стран. Поскольку Конституция Российской Федерации закрепляет водные ресурсы в совместное ведение Российской Федерации и ее субъектов, договорных условий управления не избежать. Бассейновые соглашения по вопросам водного хозяйства между правительствами субъектов и правительством Российской Федерации, которые формально заключаются и ежегодно лонгируются, фактически не выполняются и не становятся основой управления водными объектами и базой для улучшения использования и охраны водных объектов. Территориальные и бассейновые программы использования и охраны водных объектов, ввиду дефицита финансовых средств не реализуются либо выполняются частично и не оптимально.

В Российской Федерации провозглашен «бассейновый» принцип управления в области использования и охраны водных объектов, но фактически оно ведется по административному принципу, т.е. через субъекты федерации. Административно-бассейновый принцип управления фактически не «срабатывает».

Основные недостатки существующей системы управления состоят в следующем:

- нет единой системы мониторинга водных объектов и свободного межведомственного обмена данными наблюдений за состоянием водных объектов, что приводит, к их отличиям и противоречивости;

- не вполне используются научно-обоснованные подходы при решении различных водохозяйственных проблем.

- не сформулированы критерии подхода к решению проблем водопользования с указанием приоритетов и очередности их решения (в разрезе бассейнов, подбассейнов, административных территорий и др.) с количественной оценкой влияния каждого участка на общее состояние водных ресурсов и увязкой их в бассейновом и территориальном разрезе;

- не существует рекомендаций по последовательности действий в условиях дефицита финансовых средств, используемых на решение проблем водопользования и улучшение экологического состояния водных объектов.

## **2 МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И НОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА СТОКА**

В настоящее время в России нет надежного научно обоснованного критерия оценки состояния водных объектов. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химических веществ используются как единые нормативы для огромных административных территорий, в то время как действие загрязняющих веществ и других факторов среды зависит от специфических климатических, фоновых, ландшафтных, хозяйственных и многих других характеристик конкретного бассейна, района, водосбора.

Показатель ПДК дает информацию лишь по концентрации конкретного вещества в конкретном створе водного объекта не отражает количественной стороны формирования его длине реки и не связан с территорией водосбора.

Показатели предельно-допустимых сбросов (ПДС) и индекса загрязненности вод (ИЗВ) базируются на вышеуказанном показателе ПДК и, следовательно, имеют те же недостатки.

Непараметрический показатель (ПБЗ), определяющийся в баллах, предложенный А.Н. Поповым и А.П. Носалем, позволяет в определенной мере учитывать естественный природный фон, но так же не связан с территорией водосбора.

Таким образом, известные нормативы не увязаны с природными геоэкологическими закономерностями формирования качества вод, а базируются только на требованиях человеческого организма или организма рыб, требованиях отраслей народного хозяйства к воде, что в условиях дефицита финансовых средств не дает возможности реализовывать программы с максимальной эффективностью. Необходимо обосновать сравнительный критерий и методику его применения, позволяющий оптимизировать реализацию программ.

При этом методика нормирования качества воды должна хотя бы косвенно отражать геоэкологические процессы на водосборе, а не только качество воды самого водного объекта. Такая методика должна позволять наиболее рационально вкладывать финансовые средства, выделяемые на водоохранные мероприятия.

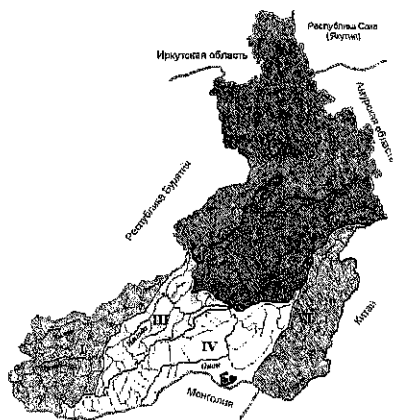


### 3 ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ЧИТИНСКОЙ ОБЛАСТИ И АДМИНИСТРАТИВНО-БАССЕЙНОВОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВОДОБЕСПЕЧЕНИЯ

Учитывая географическое положение области, ее разделение на бассейны крупных водных объектов, а также административно-территориальное деление Читинской области, целесообразно для целей управления, мониторинга, планирования водохозяйственной деятельности и оперативного контроля предложить следующую схему административно-бассейнового районирования области: территория Читинской области подразделяется на 6 водохозяйственных участков, каждый из которых соответствует бассейну главной реки или ее притока (рисунок 1). Такой подход будет соответствовать бассейновому принципу управления внутри области, включающей ряд административных районов.

Часть Читинской области, относящаяся к *Байкало-Енисейскому бассейну*, целесообразно отнести к 1 участку с условным названием *Селенгинский*. Основные водные объекты участка - р.р. Хилок, Чикой, Ивано-Арахлейские озера.

Часть *Ленского бассейна* Читинской области отнесится ко 2 участку (условное название - *Ленский*). Основные водные объекты - р.р. Витим, Чара, Олекма.



I – Селенгинский участок, II – Ленский участок, III – Ингодинский участок, IV – Ононский участок, V – Шилкинский участок, VI – Аргунский участок.

**Рисунок 1 – Водохозяйственные участки в схеме административно-бассейнового районирования Читинской области**

Часть *Амурского бассейна*, включая небольшую бессточную область на юге Читинской области, ввиду разнообразности климатических и экономических условий и наибольшей антропогенной нагрузки целесообразно разделить на 4 водохозяйственных участка: *Ингодинский* (основные водные объекты р. Ингода и оз. Кенон), *Ононский* (р. Онон, Торейские озера), *Шилкинский* (р.р. Амазар, Шилка, Амур), *Аргунский* (р. Аргунь).

Подбассейны указанных участков отличаются как гидрологическим режимом, так и плотностью населения, объемами и структурой водопользования. Существенно различаются они и водообеспеченностью, что выявлено и представлено в диссертационной работе.

Хозяйственная деятельность на территориях участков, а следовательно, и водопользование, также существенно неравномерны. Причем, если части Байкальского (за исключением г. Петровск-Забайкальского) и Ленского бассейнов по количеству жителей и объемам промышленного и сельскохозяйственного производства испытывают умеренную антропогенную нагрузку, довольно равномерно распределенную по территории, то в части Амурского бассейна такой равномерности нет. В Краснокаменском, Нерчинском, Борзинском и, особенно, Читинском (городском) промышленных узлах сконцентрировано наибольшее количество водопользователей.

Автором на основании многолетних данных произведена оценка водообеспеченности и водопотребления на территории Читинской области по указанным водохозяйственным участкам.

Водопотребление на территории области оценивается коэффициентом использования ( $K_{исп}$ ) поверхностного стока, предложенным Ковшом. Проведенный анализ говорит о том, что преобладающее количество забираемой воды из поверхностных водных объектов приходится на Ингодинский участок, в то время как по другим участкам использование поверхностных и подземных вод приблизительно одинаково.

Отрицательное значение  $K_{исп}$  показывает, что в пределах данного бассейна происходит перевод наиболее чистых подземных вод после их использования и загрязнения в поверхностные водные объекты, (объем сброшенных сточных вод превышает объем забранных поверхностных вод).

Очень небольшие абсолютные величины вышеуказанного коэффициента говорят о том, что общей проблемы нехватки водных ресурсов в Читинской области в настоящее время не существует (хотя могут встретиться отдельные локальные зоны, где в период маловодья она может появиться). Проблема сохранения поверхностных водных ресурсов в Читинской области носит не количественный, а качественный характер, т.е. суть ее – сколько и каких загрязняющих веществ образуется на водосборе и поступает в водные объекты и как справляются водоотки с этими загрязнениями. Это важно знать, поскольку, реки Забайкалья имеют, по

сложившемуся мнению, низкую самоочищающую способность, а в холодный период года большинство из них перемерзает.

Сброс загрязненных вод крайне неравномерно распределен по территории области. На Селенгинском, Аргунском и, особенно, Ингодинском участках его объем в руслах рек наиболее заметен. При этом, крайне неравномерное распределение объема стока рек Забайкалья внутри года, в маловодные периоды может привести к определенным критическим ситуациям.

Существующая система мониторинга водных объектов и отчетности водопользователей в Читинской области не оптимальны и существенно осложняют планирование и управление водохозяйственной деятельностью. Отсутствует система, позволяющая в условиях ограниченности финансовых средств достаточно подробно отслеживать качественные и количественные характеристики водных объектов.

Данные анализа по водообеспеченности и водопотреблению, выполненного автором, использованы при разработке областной целевой программы «Обеспечение населения Читинской области питьевой водой на 2002-2011 г.г.».

#### **4 ИНТЕГРАЛЬНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ КАЧЕСТВА СТОКА С ТЕРРИТОРИИ ВОДОСБОРА И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Качество вод природных водных объектов в значительной степени зависит от загрязнений, поступающих либо в виде сосредоточенных сбросов, либо рассредоточенным (диффузным) потоком с водосборных территорий.

Показатель, применяемый при нормировании качества вод поверхностных водотоков должен отражать экологическое состояние всего водосбора, геоэкологические процессы происходящие на нем, а не только качество воды самого водного объекта. С учетом ограниченности финансовых средств на водоохранные мероприятия методика его применения должна позволять наиболее эффективно вкладывать эти средства.

Рассмотрим простейшую теоретическую модель формирования качественного состава воды на участке водосбора водного объекта (рисунок 2).

Предположим, что массовый расход загрязнений формируется на водосборной территории, ограниченной входным (1) и выходным (2) створами участка водного объекта. Обозначим его  $\Delta m_{\Sigma}$ ,  $M^3/c$ .

Весь массовый расход загрязнений, формирующийся на водосборной территории, состоит из загрязнений, поступающих из сосредоточенных источников (т.е. со сточными водами предприятий, населенных пунктов и т.п.) ( $\Delta m_c$ ), рассредоточенных (диффузных) стоков, формирующихся на водосборе ( $\Delta m_{ноч}$ ) и загрязнений, поступающих с

грунтовым и подземным питанием ( $\Delta m_{подз}$ ). Часть данного стока самоочищается за счет природных процессов как на территории водосбора (на поверхности и в подземных горизонтах), так и в самом русле реки ( $\Delta m_{со}$ ). Уравнение массового расхода с учетом самоочищения будет иметь вид:

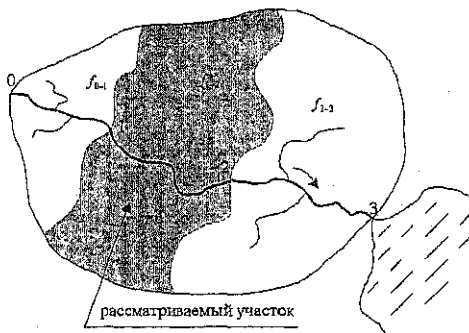


Рисунок 2 - Схема выделенного расчетного участка в бассейне реки

$$\Delta m_3 = \Delta m_c + \Delta m_{нов} + \Delta m_{подз} - \Delta m_{со} \quad (1)$$

Балансовое уравнение данного участка между створами 1 и 2 по массовому расходу загрязнения с учетом самоочищения будет иметь вид:

$$\Delta m_2 - \Delta m_1 = \Delta m_p = \Delta m_3 - \Delta m_{со} \quad (2)$$

где  $\Delta m_2$  и  $\Delta m_1$  – массовый расход загрязнения в конечном (2) и начальном (1) створах участка водного объекта;  $\Delta m_2 - \Delta m_1 = \Delta m_p$ .

Преобразовав уравнение (2),

$$\frac{\Delta m_p}{\Delta m_3} = 1 - \frac{\Delta m_{со}}{\Delta m_3} \quad (3)$$

и обозначив отношение расхода самоочищения к массовому расходу загрязнения водосбора, как коэффициент самоочищения водосбора ( $K_{со}$ ),

$$K_{со} = \frac{\Delta m_{со}}{\Delta m_3} \quad (4)$$

а отношение массового расхода загрязнения, обнаруженного в реке, к расходу загрязнения водосбора, как коэффициент трансформации загрязнения:

$$K_{mp} = \frac{\Delta m_p}{\Delta m_3}, \quad (5)$$

Получим уравнение (6):

$$K_{mp} = (1 - K_{co}) \quad (6)$$

Решить уравнения (3) или (6) аналитически невозможно, но на основании формул (4), (5) и (6) можно анализировать состояние водосбора и водного объекта. По уравнению (6) логично выделить три зоны значения  $K_{co}$  и соответствующего ему  $K_{mp}$  (таблица 1).

**Таблица 1 - Значения коэффициентов самоочищения  $K_{co}$  и трансформации  $K_{mp}$  загрязнений в зависимости от состояния водосборов и водных объектов**

Категория состояния водосбора и водного объекта	Значения коэффициентов		Значения разности массовых расходов	Состояние водосбора и водного объекта
	$K_{co}$	$K_{tr}$		
I	0	1	$\Delta m_p = \Delta m_3$	Водосбор и водный объект полностью деградировали
II	0...1	1...0	$\Delta m_p = \Delta m_3 \dots 0$	Водосбор и водный объект ассимилируют часть загрязнений
III	>1	<0	$\Delta m_p < 0$	Водосбор и водный объект полностью ассимилируют загрязнения и имеют запас самоочищающей способности

Зона (I) – критическое состояние, т.е. скорость образования загрязнения на водосборе настолько велика, что самоочищения практически не происходит. Все загрязнения транзитом перемещаются от начального створа до конечного и накапливаются по длине реки и водосбора. Это состояние полной деградации водного объекта, перешедшего в антропогенное состояние.

Зона (III) – благополучное состояние, т.е. самоочищающая способность водосбора и реки превосходит скорость поступления

загрязнений. Иными словами водосбор и река в состоянии «переработать» не только загрязнения образующиеся на данной территории, но и частично загрязнения накопленные на вышерасположенных участках.

Зона (II) – переходное состояние, при котором скорость самоочищения соизмерима со скоростью образования загрязнений.

В зависимости от ведения хозяйственной деятельности на водосборе, будут меняться и данные коэффициенты.

Если никаких мероприятий по восстановлению и охране водосбора и водного объекта производится не будет, то антропогенная нагрузка будет возрастать и коэффициент самоочищения будет стремиться к нулю, а коэффициент трансформации - к единице. Иными словами водосбор и водный объект будут приближаться к зоне (I), т.е. деградировать.

Предлагается в качестве показателя экологического состояния водосбора и водного объекта использовать модуль трансформации загрязняющего вещества ( $M_{bi}$ ) в пределах участков и в целом по бассейну, поскольку он представляет собой удельную величину, увязывающую загрязнение и самоочищение, происходящее, как на водосборе, так и в самой реке.

В качестве примера рассмотрим интегральную кривую приращения массового расхода загрязнения по участкам с нарастанием площади водосбора, начиная от истока и заканчивая устьем (рисунок 3).

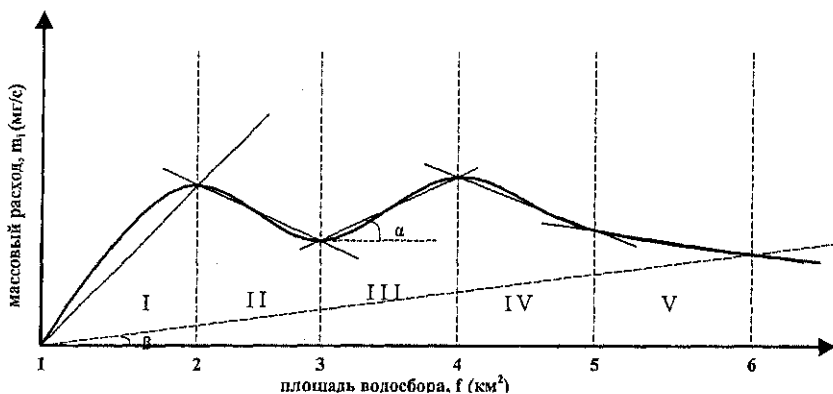


Рисунок 3 – Схема интегральной кривой массового расхода загрязнений с нарастанием площади бассейна.

Каждая ордината кривой представляет собой суммарный массовый расход загрязнений в рассматриваемом створе в определенный момент

времени. Изменение массового расхода  $j$ -того вещества на  $i$ -том участке бассейна водотока ( $\Delta m_{ij}$ ) между конечным (нижний створом) участка водотока ( $k$ ) и начальным (верхним) створом водотока ( $h$ ), позволяет определить, какой из процессов на рассматриваемом участке водном объекте преобладает - привнос загрязнения или самоочищение, т.е.:

$$\Delta m_{ij} = m_{kj} - m_{hj}, \quad (7)$$

Тангенс угла наклона любой секущей или касательной линии к интегральной кривой есть модуль трансформации загрязняющего вещества на данном участке реки:

$$\operatorname{tg} \alpha_i = \frac{\Delta m_{pi}}{f_i} = \frac{m_{pki} - m_{phi}}{f_{ki} - f_{hi}} = M_{bij}, \quad (8)$$

где  $\Delta m_{pi} = (m_{pki} - m_{phi})$  - градиент массового расхода  $j$ -того загрязняющего вещества на  $i$ -том участке;

$f_i = (f_{ki} - f_{hi})$  - площадь водосбора  $i$ -того участка;

$M_{bij}$  - модуль трансформации  $j$ -того вещества на  $i$ -том участке.

Участки с отрицательными модулями выноса (II), (IV) и (V),

$$M_{bij} = \frac{\Delta m_{pi}}{f_i} < 0, \text{ т.е. } \Delta m_{pi} < 0, \quad (9)$$

являются участками с относительно благополучным экологическим состоянием (таблица 1, зона III), т.е. на данных участках самоочищение превалирует над поступлением загрязняющих веществ и при планировании мероприятий для восстановления и охраны водных объектов и водосборов на данном этапе эти участки можно исключить.

На основании данного подхода возможно ранжирование водоохраных мероприятий по водным объектам и их участкам, а предложенный показатель позволяет производить сравнительную оценку качества вод бассейнов водотоков или их участков. Если рассмотреть отношение модуля трансформации  $j$ -го вещества на  $i$ -ом участке ( $\operatorname{tg} \alpha_{ij}$ ) к модулю трансформации данного вещества с территории бассейна в целом ( $\operatorname{tg} \beta_j$ ):

$$\frac{\operatorname{tg} \alpha_{ij}}{\operatorname{tg} \beta_j} = B_{ij} \quad (10)$$

то он покажет насколько более или менее интенсивно на данном  $i$ -ом участке происходит вынос  $j$ -го загрязняющего вещества, чем в целом по бассейну. Если  $B_{ij} < 1$ , то на данном участке по данному загрязнителю

обстановка более благоприятная, чем в целом по бассейну. Если  $B_{ij} > 1$ , то данный участок находится в худшем состоянии, чем бассейн в целом.

Оценка состояния данного бассейна в целом может быть аналогичным образом сделана путем сравнения модуля выноса загрязнения в замыкающем створе бассейна  $M_{bit}$  с модулем выноса с более крупной территории (например, территории субъекта Федерации  $M_{bitc}$ ). Таким образом, на основании предлагаемых показателей могут быть определены бассейны водных объектов субъекта РФ в которые следует в первую очередь вкладывать на данном этапе финансовые средства для улучшения водно-экологической обстановки, т.е на основе предлагаемых показателей может быть построена территориальная программа восстановления и охраны водных объектов (включая и их водосборные бассейны).

Точно также можно определить и приоритетные участки внутри административных образований субъекта РФ, расположенных в границах бассейна, сформировав при необходимости муниципальные программы. Таким образом, будет реализован административно-бассейновый принцип управления водными ресурсами.

Предложенный выше подход относился лишь к одному загрязняющему веществу. На практике же мы имеем дело с целым спектром загрязняющих веществ. Следовательно, необходим некий интегральный показатель качества воды водных объектов. Таковым может служить, на наш взгляд, среднее значение отношения модуля выноса рассчитанное по формуле (10) по группе определенных регионально значимых веществ. Определять такой показатель рационально в виде матрицы (таблица 2).

**Таблица 2 - Интегральная матричная оценка качества вод водных объектов по гидрохимическому составу**

Вещество	Расчетные участки				$\sum_{k=1}^m B$	Вклад вещества
	1	2	...	m		
I	$B_{i1}$	$B_{i2}$	...	$B_{im}$	$\sum_{k=1}^m B_{ik}$	$M_i^{экл}$
...	...	...	...	...	...	...
n	$B_{n1}$	$B_{n2}$	...	$B_{nm}$	$\sum_{k=1}^m B_{nk}$	$M_n^{экл}$
Сумма	$\sum_{i=1}^n B_{i1}$	$\sum_{i=1}^n B_{i2}$	...	$\sum_{i=1}^n B_{im}$	$B_{\Sigma}$	-
Среднее по участку	$M_{i1}^{экл}$	$M_{i2}^{экл}$	...	$M_{im}^{экл}$	-	-
Вклад участка	$\overline{M_{ij1}}$	$\overline{M_{ij2}}$	...	$\overline{M_{ijm}}$	-	1

Сравнивая такие матрицы на различные временные периоды для одного и того же водного объекта (или его участка) можно оценивать изменения, произошедшие за истекшее время.



Суммарный балл ( $B_{\Sigma}$ ) отражает изменение качества вод водного объекта по гидрохимическому составу по сравнению с исходным состоянием. Увеличение суммарного балла указывает на относительное ухудшение качества вод и экологического состояния водного объекта - (поступление загрязняющих веществ увеличилось по сравнению с процессами самоочищения), а понижение балла - на улучшение качества вод и его экологического состояния.

Данная оценка позволяет выявить не только изменения в гидрохимическом состоянии водного объекта, но и основные загрязняющие вещества, наиболее значительно влияющие на гидрохимические показатели качества вод.

Из матрицы виден вклад каждого загрязняющего вещества в общий вынос всех загрязняющих веществ в данный бассейн с территории, а также вклад данного вещества в бассейне реки в целом. Такая матрица позволяет объективно наметить программные мероприятия, как по бассейнам рек, их участкам, так и по конкретным загрязняющим веществам.

Применение данного показателя позволяет ранжировать бассейны водных объектов и их участки с позиций наиболее эффективного вложения средств в водоохранные мероприятия на уровне субъекта Российской Федерации, (т.е. позволяет в случае дефицита финансовых средств при реализации водоохранных программ направлять их на первоочередные мероприятия), а в дальнейшем, по результатам повторного мониторинга, производить корректировку программ.

## **5 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДУЛЯ ТРАНСФОРМАЦИИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО УЛУЧШЕНИЮ КАЧЕСТВА ВОД НА ПРИМЕРЕ БАССЕЙНА Р. ИНГОДА**

Предложенный способ был апробирован при обследовании бассейнов водных объектов Читинской области. На основании схемы административно-бассейнового деления был проведен сравнительный анализ хозяйственной деятельности водохозяйственных участков, объемов и структуры водопользования, водоотведения, численности и плотности населения. В результате было выявлено, что наибольшую антропогенную нагрузку несет Ингодинский участок Амурского бассейна. Следовательно, первоочередной задачей является разработка мероприятий, уменьшающих загрязнение водных объектов бассейна р. Ингода.

В настоящее время на р.Ингода имеется всего шесть постов ЗаБУГМС, причем отбор проб на гидрохимические анализы производится только на четырех из них, что не позволяет установить более или менее достоверную картину изменения качественного состава вод внутри бассейна. Незначительное количество постов не позволяет выявить наиболее напряженные участки и составить ранжированный ряд мероприятий. Поэтому для более подробного изучения бассейна р. Ингода в 2000 г.

проводилось его обследование экспедицией кафедры ВХИЭ и ВостокНИИВХ.

В ходе обследования, с участием автора, были составлены подробная схема экспедиции, карта отбора проб и описание населенных пунктов расположенных в пределах бассейна р. Ингода, а также составлен подробный перечень возможных источников загрязнений водосборной территории.

Пробы отбирались в местах впадения в р. Ингода крупных притоков, вблизи населенных пунктов (500 м ниже и 500 м выше населенного пункта), на границах муниципальных образований и обязательно в створах, на которых замыкаются участки водосборной площади, с активной хозяйственной деятельностью. Всего было 29 пунктов отбора проб.

На основании отобранных проб затем рассчитывались массовые расходы характерных загрязняющих веществ (17 показателей), определялись концентрации в аттестованной лаборатории кафедры ВХИЭ.

Отбор проб и их лабораторный анализ выполнялись по стандартным методикам.

На основе многолетних данных ЗаБУГМС и анализа экспедиционных данных, была выполнена сравнительная оценка участков р. Ингода по описанной выше методике в виде матрицы. Анализ матрицы позволил произвести ранжировку участков в границах муниципальных образований, расположенных в бассейне р. Ингода, по вкладу загрязняющих веществ. В результате работ составлена карта водно-экологического состояния бассейна р. Ингода по участкам (рисунок 4).

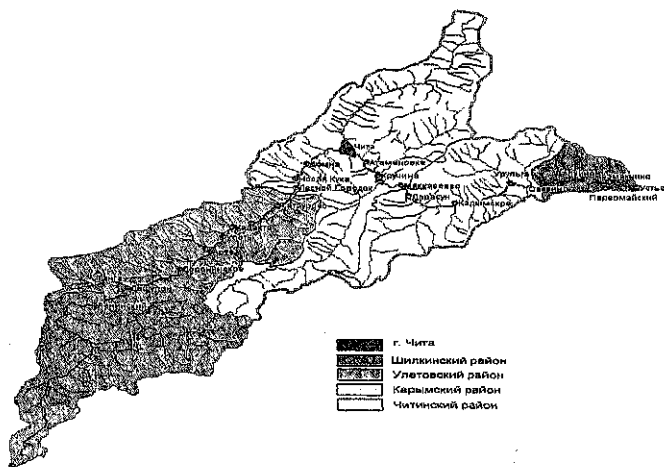


Рисунок 4 – Карта водно-экологического состояния бассейна р. Ингода по данным обследования (переход от светлых к более темным тонам указывает на ухудшение состояния)

Первоочередным участком, в который необходимо вкладывать средства для стабилизации экологической обстановки является г. Чита, (вклад этого участка в общий вынос загрязняющих веществ составил 53 %). Далее идут Шилкинский (23 %) и Улетовский (11 %) районы, другие участки имеют более стабильную водно-экологическую обстановку. Подобные карты составлены и для каждого из указанных муниципальных образований.

Анализ экспедиционных данных позволил выявить и основные источники загрязнений антропогенного характера в бассейне реки Ингода.

На основе детального обследования и анализа расчетов были разработаны мероприятия по приведению природопользования в бассейне р. Ингода в соответствие с требованиями водного и природоохранного законодательства. Причем перечень мероприятий приведен в ранжированном виде (в той последовательности, в которой следует их выполнять).

Полученные данные использованы в проекте целевой областной программы «Защита от загрязнения водных объектов бассейна р. Ингода на 2006 – 2010 год», и при разработке Читинского областного компонента национальной программы действий «Вода России – XXI век» (раздел «Уменьшение загрязнения водных объектов»).

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Представленная диссертация является научно-квалификационной работой, в которой на основании проведенных исследований с учетом геоэкологического аспекта проанализировано водообеспечение и изложен подход к оценке водообеспечения и качества вод водных объектов в границах субъекта РФ с использованием интегральных показателей качества стока, формирующегося в пределах отдельных его участков. В качестве таких показателей предложено использовать модули трансформации загрязняющих веществ с участков водосбора и отношение модулей трансформации участков и всего водосбора в целом.

По работе можно сделать следующие выводы:

1. Проведенный обзор литературных источников, показал, что в ведущих зарубежных странах управление водными ресурсами и их качеством осуществляется на государственном уровне. Законодательство этих стран, в основном, опирается на административно-бассейновый принцип и, отличается лишь в частных вопросах.

В России проблема водопользования и управления водными ресурсами формально введена в общепринятое по международным стандартам русло. Однако административно - бассейновый принцип на практике не реализуется, и водные объекты России продолжают истощаться и загрязняться.

2. В настоящее время нет научно обоснованного критерия оценки качества вод природных водных объектов, увязанного с процессами загрязнения и самоочищения, происходящими на водосборе.

Известные стандарты (ПДК, ПДС, ИЗВ, ПБЗ и др.) объективно отражают только требования к качеству воды отдельных отраслей экономики или человеческого организма, но не природные закономерности формирования такого качества на конкретном водосборе.

3. Учитывая географическое положение Читинской области, ее деление на бассейны крупных водных объектов, а также административное устройство, для целей управления, мониторинга, планирования водохозяйственной деятельности предложена схема административно – бассейнового районирования субъекта РФ, которая явилась основой для анализа и оценки водообеспечения населения и экономики.

Административно – бассейновое районирование территории, обработка данных наблюдений, (в том числе экспедиционных), на основе карты-схемы позволило выявить наиболее загрязненные участки водотоков и источники загрязнения.

4. Для сравнительной оценки качества вод водных объектов и их участков предложено использовать показатель изменения массового расхода загрязняющих веществ с территории бассейна между начальным и конечным створами водотока за определенный промежуток времени – модуль трансформации загрязнений, представляющий собой удельную величину, увязывающую загрязнение водосбора и самоочищение, происходящее, как на водосборе, так и в самой реке.

5. Предложенный показатель позволяет произвести ранжировку рассматриваемых загрязняющих веществ по их максимальному вкладу для бассейна рассматриваемого водотока и выявить основные источники загрязнения, а также сравнить водотоки по трансформации загрязняющих веществ и определить приоритетность вложения средств в конкретные мероприятия по повышению качества вод.

6. Ранжированный ряд участков и бассейнов рек позволяет формировать как бассейновые, так и муниципальные программы водоохраных мероприятий, исходя из средств бюджетов различного уровня и водопользователей, выделяемых на эти цели.

7. Результаты работы использованы при разработке областных программ по водообеспечению и улучшению качества вод природных водных объектов.

## **СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. Влияние природных, экономических и организационных условий Читинской области на формирование бассейновых соглашений // М-лы Всерос. конф. «Бассейн реки: эколого-водохозяйственные проблемы рационального природопользования». – Екатеринбург: РосНИИВХ, 1996. - с. 76-77. (соавтор В.Н.Заслоновский).

2. Общность задач водопользования и охраны водных ресурсов // Сб. трудов молодых ученых и аспирантов «Молодежь и современный мир». – Чита: ЗабГПУ и ЧитГТУ, 1997. – с. 92-97. (соавтор В.Н.Заслоновский).
3. Об общности задач водопользования и охраны водных ресурсов // Всерос. научно-практическая конференция «Управление устойчивым водопользованием». М. – Екатеринбург, 1997. – с. 83. (соавтор В.Н.Заслоновский).
4. О концепции рационального использования, восстановления и охраны водных объектов Читинской области //Вестник Читинского государственного технического университета: выпуск 5. – Чита: ЧитГТУ, 1997. – с.61-64. (соавтор В.Н.Заслоновский).
5. Использование водных ресурсов в Читинской области //Вестник Читинского государственного технического университета: выпуск 5. – Чита: ЧитГТУ, 1997. – с.69-74. (соавтор В.Н.Заслоновский).
6. Водные ресурсы и водохозяйственные проблемы Байкальского бассейна (в границах Читинской области) //М-лы науч.- практ. Конф. «Водные ресурсы Байкальского региона: проблемы формирования и использования на рубеже тысячелетий». – Иркутск: институт географии СО РАН 1998. – с. 116 - 117(соавтор В.Н.Заслоновский).
7. Водные ресурсы Читинской области: состояние, проблемы, пути решения (под ред. д.т.н. проф. Заслоновского В.Н. и к.т.н., доц. Шаликовского А.В.) // ВостокНИИВХ, Читакомвод. – Чита: ЧитГТУ. 1998. – с.20-36, с. 66-68.
8. Об объективных критериях, взаимодействия субъектов Федерации в рамках бассейновых соглашений /Тез.докл. междунар. конф. «Наука и образование на рубеже тысячелетий». – Чита: ЧитГТУ, 1999. – с. 75-78 (соавтор В.Н.Заслоновский).
9. «Вода России» в 10 т. / А.М Черняев, Н.Б. Прохорова, А.Н. Попов и др. – Екатеринбург: АКВА – Пресс, 2001 - 2002. «Малые реки» - с. 640-654. (соавторы Заслоновский В.Н., Иванова Г.Г., Шарапов Н.М. и др.)
10. Разработка территориальной программы использования и охраны водных объектов центральной части Читинской области /М-лы междунар. симпозиума «Чистая вода России – 2001». – Екатеринбург, 2001. – с.96. (соавторы В.Н.Заслоновский, Н.М.Шарапов, О.Ю.Сабостьянович).
11. Основные проблемы использования природных вод Читинской области /Пути решения водных проблем Прибайкалья и Забайкалья. Труды Восточно-Сибирского отделения Академии проблем водохозяйственных наук, вып. 1. – Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2002. – с.97-105. (соавторы В.Н.Заслоновский, Н.М.Шарапов).
12. Качественная оценка водосборных территорий с использованием модуля выноса /Тез.докл. V междунар. Конф. «Акватерра – 2002». – С.Петербург, 2002. – с. 168-169 (соавторы В.Н.Заслоновский, Н.М.Шарапов).
13. Оценка состояния водного бассейна с использованием модуля выноса загрязнения /Тез. докл. VII междунар. Симпозиума и выставки

«Чистая вода России – 2003». – Екатеринбург, 2003. – с. 210-211 (соавторы В.Н.Заслоновский, Н.М.Шарапов).

14. Об оценке водно-экологического состояния водосбора и планировании мероприятий по его улучшению на основе интегральных показателей / Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. Том 5, № 1. 2003. – с. 18-29. (соавторы В.Н.Заслоновский, Н.М.Шарапов, В.И.Капралов).

15. Качественная оценка стока с водосбора с использованием модуля выноса / «Актуальные экологические проблемы республики Татарстан». – г. Казань, 2003. – с. 274 (соавторы В.Н.Заслоновский, Н.М.Шарапов).

16. Интегральный показатель качества стока с территории водосбора // Водные ресурсы и водопользование / Под науч. ред. В.Н.Заслоновского и А.В.Шаликовского. – Екатеринбург-Чита: Издательство РосНИИВХ, 2003. – с. 125-129.

17. Водные ресурсы Читинской области : реализация региональной водохозяйственной политики (1998-2003 г.г.) // Под ред. Заслоновского В.Н., Екатеринбург-Чита: Издательство РосНИИВХ, 2004. – с. 71-79.

Лицензия ЛР №020525 от 02.06.97 г.

Форм. бум. 60x84 1/16

Бум. Тип № 2

Печать офсетная

Гарнитура литературная

Уч.-изд. л. 1

Усл. печ. л. 1

Тираж 100 экз.

Заказ № 79

---

Читинский государственный университет  
672039, Чита, ул. Александрово-Заводская, 30

---

РИК ЧитГУ



11906

РНБ Русский фонд

2006-4

7729