

На правах рукописи



БЕЛЯЕВ Сергей Дагобертович

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ ВОДООХРАННОЙ
СТРАТЕГИИ ДЛЯ КРУПНЫХ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ
(НА ПРИМЕРЕ ВЕРХНЕЙ И СРЕДНЕЙ ОБИ)**

25.00.36 – Геоэкология (науки о Земле)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора географических наук

Барнаул – 2018

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов» (ФГБУ РосНИИВХ) Федерального агентства водных ресурсов Российской Федерации.

Официальные оппоненты:

ДВИНСКИХ Светлана Александровна, доктор географических наук, профессор, ФГБОУВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», профессор кафедры гидрологии и охраны водных ресурсов (г. Пермь);

ПОЗДНЯКОВ Шамиль Рауфович, доктор географических наук, ФГБУН Институт озероведения РАН, директор (Санкт-Петербург);

ВЕНИЦИАНОВ Евгений Викторович, доктор физико-математических наук, профессор, ФГБУН Институт водных проблем РАН, заведующий лабораторией охраны вод, профессор кафедры экологии и управления водными ресурсами Экологического факультета ФГАОУВО «Российский университет дружбы народов» (Москва).

Ведущая организация: **ФГБУН Институт географии РАН** (Москва).

Защита состоится «26» апреля 2018 г. в 10-00 час. на заседании диссертационного совета Д 003.008.01 при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук по адресу: 656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института водных и экологических проблем СО РАН и на сайте Института: www.iwep.ru.

Отзыв на автореферат (в двух экземплярах, заверенных гербовой печатью) просим направлять Ученому секретарю диссертационного совета по адресу: 656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, 1.

Автореферат разослан «___» _____ 2018 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат географических наук,
доцент

И. Д. Рыбкина

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Состав воды поверхностных водных объектов формируется в результате физических, химических и биологических процессов, протекающих на водосборной территории (включая массоперенос в зоне аэрации и в подземных водах, связанных с поверхностными) и в самом водном объекте. Специфичность таких процессов определяется целым рядом природных факторов: климатические особенности, морфологические и литологические характеристики, типы почв, характер растительного покрова и пр. Разнообразие перечисленных факторов на территории России имеет следствием существенную вариативность природного состава поверхностных вод. Однако до сих пор при оценке качества воды используются единые для всей территории страны нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения (ПДК_{рх}). Одним из следствий сложившейся ситуации является отсутствие объективной основы для установления целей и основных направлений (приоритетов) при планировании водоохранной деятельности.

В соответствии с Водным кодексом Российской Федерации (далее – ВК) долгосрочное государственное планирование водоохранных мероприятий осуществляется по крупным речным бассейнам (подбассейнам) в рамках Схем комплексного использования и охраны водных объектов (СКИОВО). Обоснованный выбор целей и приоритетов водоохранной деятельности, иными словами – водоохранной стратегии, является залогом эффективности реализации СКИОВО. Анализ действующих нормативно-методических документов и утвержденных СКИОВО свидетельствует об отсутствии единой методологической базы разработки водоохранной стратегии. В научно-методическом обеспечении нуждается прежде всего учет территориальной дифференциации факторов формирования химического состава воды при оценке состояния водных объектов, а также определение степени воздействия на качество воды управляемых источников антропогенного загрязнения.

Предусмотренные Законом об охране окружающей среды (далее ФЗ-7) нормативы качества окружающей среды, обеспечивающие учет «природных особенностей территорий и акваторий», в применении к водным объектам пока не разработаны. Целевые показатели качества воды, предусмотренные ВК как инструмент планирования водоохранной деятельности, им не стали, ввиду отсутствия необходимого научно-методического обеспечения.

В то же время от наличия механизмов определения целевого состояния водных объектов и оценки его достижения, от увязки выдачи разрешительных документов с задачами бассейнового планирования будет во многом зависеть реальное улучшение состояния водных объектов в результате предусмотренного Законом (№219-ФЗ от 21.07.2014, далее – ФЗ-219) внедрения с 2019 г. технологических нормативов (на уровне наилучших доступных технологий – НДТ) в систему регулирования воздействий на окружающую среду. Сжатые сроки и потенциально высокие затраты на

внедрение новых технологий неизбежно приведут к необходимости обоснованного выбора тех водоохранных мероприятий, на осуществление которых следует направить меры государственной поддержки. Приоритеты водоохранной деятельности, закрепленные в СКИОВО, могли бы стать основой для принятия таких решений.

Принимая во внимание предстоящую в ближайшие годы регламентную корректировку СКИОВО, можно утверждать, что обоснование методологических основ разработки водоохранной стратегии с учетом территориальной дифференциации природной среды, а также алгоритмов установления целей и приоритетов водоохранной деятельности для крупных речных бассейнов является актуальной научной проблемой, направленной на решение важной водохозяйственной задачи.

Степень разработанности темы. Комплексно тема долгосрочного планирования водоохранных мероприятий в масштабах речных бассейнов в современных российских условиях освещена мало (В.Н. Заслоновский, Ю.Б. Мерзликина, Н.Б. Прохорова, В.Г. Пряжинская, А.М. Черняев, Н.М. Шарапов). С другой стороны, достаточно подробно изучены некоторые составляющие рассматриваемой проблемы.

Так, благодаря исследованиям целого ряда ученых (О.А. Алекин, Р.Л. Бернер, Л.В. Бражникова, Е.В. Веницианов, В.И. Вернадский, Ю.И. Винокуров, П.П. Воронков, Н.А. Гашкина, М.А. Глазовская, В.П. Зверев, В.А. Земцов, А.П. Лисицын, М. Мейбек, Т.И. Моисеенко, А.М. Никаноров, Т.С. Папина, Г.К. Парфенова, А.И. Перельман, Н.М. Рассказов, В.С. Савенко, О.Г. Савичев, Б.Г. Скакальский, Г.М. Черногаева, С.Л. Шварцев, К.К. Эдельштейн), факт зависимости состава поверхностных вод от природных условий на водосборе считается общепризнанным, так же как и то, что эта зависимость имеет весьма сложный и трудно формализуемый характер.

Аналізу недостатков действующей в России системы оценки качества поверхностных вод и регулирования воздействий на водные объекты в последние два десятилетия было посвящено достаточно много работ (Е. В. Веницианов, В.И. Данилов-Данильян, В.Н. Заслоновский, А.Е. Косолапов, В.Н. Кузьмич, А.П. Лепихин, А.П. Носаль, Л.С. Пономарева, А.Н. Попов, Н.Б. Прохорова, В.Г. Пряжинская, Д.В. Рисник, В.А. Селезнев, А.М. Черняев, Н.М. Шарапов и др.). В этих работах содержатся, в числе прочего, некоторые общие предложения по совершенствованию действующей системы. Тем не менее, полученные результаты не сложились в единый методологический подход, доведенный до описания алгоритмов, пригодных для широкого применения в практике государственного планирования.

В 70-90 годы активно решалась задача научного обоснования комплекса водоохранных мероприятий на значительном участке реки (или речного бассейна) на основе методов математического программирования (А.К. Кузин, В.Г. Пряжинская, С.А. Станишевский, А.Д. Рикун, А.М. Черняев, И.М. Ширяк, В.Ф. Шолохович и др.). Однако использовавшийся критерий выбора мероприятий (целевая функция) – минимизация суммарных затрат, в

значительной степени утратил свою актуальность в связи с тем, что участники водных отношений в настоящее время являются чаще всего финансово независимыми. Кроме того, постановка и решение задач оптимизации на реальных объектах требует существенного упрощения используемых моделей, а обоснование функций затрат в динамично меняющихся рыночных условиях стало еще более затруднительным, чем в советское время. Вступление в силу ФЗ-219 еще больше сужает возможность практического применения рассмотренного подхода.

Таким образом, задачи обоснования методологической базы и разработки практических инструментов долгосрочного государственного планирования водоохранных мероприятий остаются нерешенными.

Цель исследований: обоснование методологических основ разработки водоохранной стратегии для крупных речных бассейнов с учетом территориальной дифференциации природной среды и антропогенных воздействий, а также разработка алгоритмов ее реализации с учетом перехода к регулированию воздействий на окружающую среду на основе НДТ.

Предмет исследований: управление восстановлением и охраной водных объектов на бассейновом уровне.

Объект исследований: гидрографическая единица (крупный речной бассейн, подбассейн) или совокупность гидрографических единиц, в рамках которых осуществляется долгосрочное государственное планирование водохозяйственных мероприятий (СКИОВО).

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- анализ механизмов управления качеством воды поверхностных водных объектов, включая анализ действующего научно-методического обеспечения и практики установления нормативов качества воды, нормативов допустимого воздействия на водные объекты, целевых показателей качества воды, технологических нормативов, планирования водоохранных мероприятий, а также обзор мирового опыта;
- анализ природных и антропогенных факторов формирования качества поверхностных вод подбассейна Верхней и Средней Оби (Обь до впадения Иртыша), включая анализ многолетних данных наблюдений;
- обоснование методического подхода и разработка алгоритмов определения целевых показателей качества воды поверхностных водных объектов с учетом территориальной дифференциации природных условий и антропогенных воздействий в пределах крупных речных бассейнов;
- обоснование методического подхода и разработка алгоритмов определения приоритетов водоохранной деятельности в масштабах крупных речных бассейнов на основе сопоставления целевых и актуальных значений показателей качества воды, характеристик источников поступления загрязняющих веществ;
- разработка механизмов учета целевых показателей качества воды при регламентации воздействий на водные объекты на основе НДТ;

- апробация предложенных подходов и алгоритмов на Верхней и Средней Оби.

Методология и методы исследований. Исследования базировались на: бассейновом подходе (Л.М. Корытный, А.М. Черняев); географо-гидрологическом методе (В. Г. Глушков), получившем развитие в целом ряде работ (А.Н. Антипов, В.И. Бабкин, Г.В. Воропаев, И.Н. Гарцман, Н.И. Коронкевич, Л.М. Корытный, П.С. Кузин, А.И. Субботин, В. Н. Федоров), на методах геохимических и ландшафтно-геохимических исследований (М.А. Глазовская, А.И. Перельман, Б.Б. Полынов), картографическом методе, статистических методах исследования рядов наблюдений, некоторых принципах теории управления, общих положениях государственного стратегического планирования.

Исходные материалы. В ходе работ проанализированы релевантные научные публикации, российские нормативно-правовые и инструктивно-методические документы, директивные и инструктивные документы ЕС и США, материалы 69 утвержденных СКИОВО. В качестве примера в работе исследуется гидрографическая единица «13.01.00. (Верхняя) Обь до впадения Иртыша» (далее – Верхняя и Средняя Обь, либо Подбассейн). Выбор обусловлен разнообразием природных условий, интенсивности и характера антропогенных нагрузок, социально-экономическим значением Подбассейна, а также опытом практического применения защищаемых положений диссертации при разработке СКИОВО бассейна р. Обь. В исследованиях по Верхней и Средней Оби использованы: тематические карты, материалы «Ежегодных данных о качестве поверхностных вод» за 2000-2010 г. г. по зоне деятельности Западно-Сибирского УГМС, предоставленные ГУ Новосибирский ЦГМС-РСМЦ, а также данные, предоставленные Нижне-Обским БВУ по ХМАО-Югре, Енисейским БВУ по участкам Подбассейна, расположенным в Красноярском крае и Республике Хакасия (всего – 170 пунктов контроля качества воды (ПКК), из которых 164 принадлежат сети Росгидромета), данные отчетности по форме 2-ТП (водхоз), ежегодные отчеты «О состоянии окружающей среды» по субъектам РФ на территории Подбассейна.

Научная новизна:

- показана ограниченность применения статистических методов исследования для выявления границ территориальной неоднородности состава поверхностных вод речного бассейна по данным государственного мониторинга качества воды, что обуславливает предпочтительность установления таких границ на основе географического (ландшафтно-гидрологического, ландшафтно-геохимического) анализа водосборной территории;
- обоснованы методологические основы разработки водоохранной стратегии для крупных речных бассейнов, обеспечивающие учет природных и антропогенных факторов формирования качества воды;

- разработан аппарат установления целевых показателей качества воды поверхностных водных объектов, включая:
 - методику зонирования речного бассейна с целью учета территориальной дифференциации природных факторов формирования качества поверхностных вод, основанную на анализе ландшафтно-геохимических условий при учете характера антропогенных воздействий и наличия пунктов регулярного контроля качества воды;
 - процедуру выбора и классификации эталонных пунктов контроля качества воды, основанную на анализе антропогенных воздействий;
 - алгоритмы статистической обработки данных многолетних рядов наблюдений за качеством воды с учетом гидрологических сезонов, классификации эталонных пунктов контроля качества воды, уровня информационной обеспеченности;
- разработаны алгоритмы установления приоритетов водоохранной деятельности в речном бассейне на основе сопоставления значений целевых и актуальных показателей качества воды, масс загрязняющих веществ, поступающих от различных источников, с массами в контрольном створе;
- разработаны механизмы учета целевых показателей качества воды при регламентации воздействий на водные объекты на основе НДТ.

Теоретическая значимость работы. Разработаны методологические подходы к определению целей и приоритетов водоохранной деятельности в речном бассейне, обеспечивающие учет территориальной дифференциации природных и антропогенных факторов формирования химического состава воды в поверхностных водных объектах. На означенных подходах основаны: предложенный в работе аппарат установления целевых показателей качества воды поверхностных водных объектов и алгоритмы выбора приоритетов водоохранной деятельности.

Обоснованный в работе способ зонирования водосборной территории бассейна реки представляет собой адаптацию методов географо-гидрологического и ландшафтно-геохимического районирования к задаче учета территориальной дифференциации условий формирования качества воды поверхностных водных объектов при планировании водоохранных мероприятий. Показана ограниченность применения статистических методов для такого зонирования при использовании гидрохимической информации, поставляемой действующей государственной системой мониторинга.

Практическое применение результатов работы. Разработанные методологические подходы и алгоритмы позволяют повысить обоснованность долгосрочного государственного планирования водоохранных мероприятий, определить наиболее перспективные с точки зрения ожидаемого природоохранного эффекта в масштабах речных бассейнов направления водоохранной деятельности. Результаты работы обеспечивают исполнение статей 33 и 35 Водного кодекса РФ.

Методологические основы разработки водоохранной стратегии, целевые показатели качества воды и алгоритмы установления приоритетов водоохранной деятельности используются (могут быть использованы) при:

- разработке/корректировке долгосрочных бассейновых планов водоохранных мероприятий (СКИОВО);
- выборе водоохранных мероприятий, для осуществления которых могут быть предоставлены предусмотренные действующими нормативными документами государственные преференции;
- определении условий предоставления водного объекта в пользование при составлении деклараций о воздействии на окружающую среду, согласовании комплексных экологических разрешений и временно разрешенных сбросов (по ФЗ-219);
- установлении нормативов качества окружающей среды в применении к поверхностным водным объектам;
- определении размеров платежей за загрязнение окружающей среды.

Обоснованные в работе алгоритмы принятия решений позволяют увязать регулирование водопользования на основе НДТ с задачами достижения целевого состояния водных объектов, установленного в СКИОВО.

Результаты исследований использованы при разработке СКИОВО по следующим бассейнам рек (получили положительные заключения государственной экологической экспертизы и официально утверждены в 2014-2015 г.г.):

- Кама; Обь (Верхнеобский и Нижнеобский бассейновые округа) – под руководством автора;
- Ангара (включая озеро Байкал); бассейнов рек средней и северной части оз. Байкал; Большой Узень и Малый Узень (российская часть); Волхов; Енисей; Западная Двина; рек Карелии бассейна Балтийского моря (российская часть бассейнов); бассейна реки Луга и рек бассейна Финского залива от северной границы бассейна реки Луги до южной границы бассейна реки Невы; Надым; Нарва; реки Нева, рек и озер бассейна Финского залива (от границы Российской Федерации с Финляндией до северной границы бассейна реки Нева); Нижняя Таймыра; Пур; Пясина; Селенга; Сура; Таз; Урал (российская часть бассейна); Хатанга – независимыми исполнителями.

Материалы диссертационных исследований использованы при разработке Концепции государственной политики в сфере использования, восстановления и охраны водных объектов (утв. в 1999 г.), положения которой нашли отражение в новациях Водного кодекса и основных принципах Водной стратегии. На международном уровне результаты исследований использованы при подготовке Документа Европейской экономической комиссии ООН № MP.WAT/2003/8 «Межгосударственное распределение водных ресурсов трансграничных водотоков и их рациональное использование с учетом аспекта качества вод: принципы, подходы и рекомендации» (2003 г.).

Положения, выносимые на защиту:

- 1) Методологический подход, основанный на территориальной дифференциации природных условий формирования качества поверхностных вод, повышает обоснованность выбора целей и приоритетов при долгосрочном государственном планировании водоохранной деятельности для крупных речных бассейнов.
- 2) Выделение «расчетных участков» позволяет учесть территориальную дифференциацию природных условий в крупном речном бассейне в условиях недостаточности информации, поставляемой системой государственного мониторинга водных объектов.
- 3) Разработанные алгоритмы определения целевых показателей качества воды для «расчетных участков» обеспечивают учет природных и неидентифицированных антропогенных факторов при установлении долгосрочных целей водоохранной деятельности в крупном речном бассейне.
- 4) Сопоставление актуальных показателей качества воды с целевыми показателями, а также масс загрязняющих веществ, поступающих от различных источников, с их содержанием в водном объекте позволяет определить приоритеты водоохранной деятельности в речном бассейне.
- 5) Установление нормативов допустимого сброса на основе целевых показателей качества воды водного объекта обеспечивает интеграцию технологического нормирования (НДТ) в систему долгосрочного государственного планирования водоохранной деятельности.

Основные результаты диссертационной работы были получены автором в период с 1996 по 2017 г. в ходе исполнения ряда научных тем и проектов в ФГБУ РосНИИВХ (г. Екатеринбург), а также ряда международных проектов.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность результатов обеспечена использованием в качестве исходной информации данных Государственной системы наблюдений за состоянием природной среды, федерального статистического наблюдения по форме № 2-ТП (водхоз), официальных картографических материалов, применением апробированных методов статистического анализа. Достоверность результатов подтверждена положительными заключениями государственной экологической экспертизы.

Основные результаты работы докладывались и обсуждались на многочисленных международных и всероссийских конференциях, семинарах и симпозиумах: Междунар. симп. и выст. «Чистая вода России» (Екатеринбург, 1997, 1999, 2003, 2005, 2007, 2008, 2013, 2015, 2017); Всерос. науч.-практ. конф. «Управление устойчивым водопользованием» (Москва-Екатеринбург, 1997); Науч.-практ. семинары на междунар. выст. «Урал-экология» (Екатеринбург, 1997, 1998); Междунар. науч.-практ. семинар «Бассейновый программно-целевой подход к управлению устойчивым водопользованием» (Тюмень, 1997); Конф. «Региональная стратегия устойчивого социально-экономического роста» (Екатеринбург, 1998); Школа-семинар «Экология, Экономика, Информатика» (Новороссийск, 1998, 1999,

2000); Всерос. науч.-практ. конф. «Экология и здоровье человека» (Самара, 1998, 1999), Междунар. конф. «Экологические проблемы бассейнов крупных рек-2» (Тольятти, 1998); VI Горно-геол. форум «Природные ресурсы стран СНГ» (Москва, 1998); Междунар. конгр. «Вода: экология и технология» ЭКВАТЭК (1998, 2000, 2006, 2008, 2016); Междунар. науч. конф. «Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов на рубеже третьего тысячелетия» (Томск, 2000); 6-я междунар. конф. и выст. Aquaterra (Санкт-Петербург, 2003); Конф. «Эколого-гидрологические проблемы изучения и использования водных ресурсов» (Казань, 2006); IV Междунар. науч.-практ. конф. «Селенга – река без границ. Проблемы и перспективы сотрудничества в области охраны и использования трансграничных вод» (Улан-Удэ, 2010); Всерос. науч. конф. «Вода и водные ресурсы: системообразующие функции в природе и экономике» (Цимлянск, 2012); III Междунар. форум «Чистая вода» (Москва, 2012); VII Всерос. гидролог. съезд (Санкт-Петербург, 2013); Всерос. науч. конф. «Научное обеспечение реализации “Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 г.”» (Петрозаводск, 2015); Круглый стол «Водные объекты бассейна Каспийского моря» на Дне Каспия (Астрахань, 2015); VI Междунар. науч.-практ. конф. «Современные проблемы водохранилищ и их водосборов» (Пермь, 2017); Междунар. науч.-практ. конф. «Байкал как участок всемирного природного наследия: 20 лет спустя» (Улан-Удэ, 2017); III Всерос. науч. конф. с междунар. участием «Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии» (Барнаул, 2017); Всерос. науч. конф. «Водные ресурсы: новые вызовы и пути решения» (Сочи, 2017); Междунар. науч.-практ. конф. «Институциональное партнерство в целях устойчивого трансграничного водопользования: Россия и Казахстан» (Ханты-Мансийск, 2017).

Основные результаты работы представлялись также за рубежом: на заседании Межсессиональной раб. группы ООН по стратегическим подходам к управлению водными ресурсами (Нью-Йорк, 1998), Междунар. конф. «Вода и устойчивое развитие» (Париж, ЮНЕСКО, 1998); Шестой сессии Комиссии ООН по устойчивому развитию (Нью-Йорк, 1998), Междунар. конф. «Директива ЕЭС по водной политике и ее применение в странах Дунайского бассейна» (Братислава, 1999), IV совместной конф. США-СНГ по гидролог. и гидрогеолог. проблемам охраны окружающей среды (Сан-Франциско, 1999 г.), Междунар. конф. «Новые тенденции в водном и экологическом инжиниринге» (Капри, 2000), III встрече Сторон Конвенции по рациональному использованию и охране трансграничных водотоков и международных озер (Мадрид, 2003), Региональной встрече экспертов ВЕКЦА: «Разработка динамической системы регулирования качества поверхностных вод» (Париж, 2011).

Публикации. Результаты исследований опубликованы в 68 печатных работах, в т.ч. 6 монографий и отдельных изданий (в соавторстве), 7 статей в зарубежных изданиях, 20 – в изданиях, рекомендованных ВАК.

Личный вклад автора заключается в постановке целей и задач исследований, теоретическом и методическом обосновании путей их решения, сборе и обработке исходных данных, включая проектирование и наполнение базы данных, в проведении расчетов и обобщении полученных результатов. Основные положения диссертации разработаны лично автором. Соавторы не возражают против использования результатов исследований в материалах диссертации.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цели и задачи исследований, защищаемые положения, определена их научная новизна и практическая значимость.

Глава 1. АНАЛИЗ МЕХАНИЗМОВ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ВОДЫ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

В главе приведен анализ механизмов управления качеством воды поверхностных водных объектов (ВО) по следующим направлениям: 1) анализ действующего нормативно-правового и методического обеспечения механизмов сокращения поступления загрязняющих веществ (ЗВ¹) в ВО; 2) анализ опубликованных предложений по решению проблем управления охраной ВО в России; 3) обзор зарубежного опыта (ЕС, США); 4) анализ подходов к обоснованию целей и программ водоохранных мероприятий в утвержденных СКИОВО.

Выводы: 1) используемые в российской практике инструменты планирования водоохранной деятельности без учета разнообразия природных факторов не отвечают современным научным представлениям о формировании качества поверхностных вод и требованиям действующего законодательства, что снижает эффективность водоохранных мероприятий; 2) обзор мирового опыта показывает практическую осуществимость и результативность выделения территорий с однородными (в определенном смысле) природными условиями (напр., экорегионы в ЕС, Канаде, США, Мексике) с последующим установлением для этих территорий показателей «хорошего» состояния ВО, разработкой и осуществлением бассейновых планов мероприятий по достижению «хорошего» состояния на всех ВО; 3) законодательная основа для применения подобного подхода в России имеется; 4) наиболее подходящим инструментом для учета дифференциации природной среды при планировании водоохранной деятельности в российских условиях являются целевые показатели качества воды (ЦП), узаконенные в ВК; 5) отсутствие единой методологической базы и утвержденных процедур (алгоритмов) установления целей и приоритетов водоохранной деятельности привело к существенной разнородности и недостаточной обоснованности

¹ Под ЗВ для упрощения изложения будем понимать любую физико-химическую характеристику качества воды в ВО, например, как концентрацию железа, так и БПК₅. Под концентрацией будем понимать характеристику, соответствующую ЗВ: для приведенных показателей – концентрацию железа в мг/дм³ и количество израсходованного кислорода в мг О₂/дм³, соответственно.

подходов к установлению ЦП и формированию программ водоохранных мероприятий, вошедших в утвержденные СКИОВО; б) действующие нормативно-методические документы не обеспечивают увязки системы регулирования воздействий на ВО на основе НДТ с водоохранными целями, закрепленными в СКИОВО.

Глава 2. АНАЛИЗ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ПОДБАССЕЙНА ВЕРХНЕЙ И СРЕДНЕЙ ОБИ

Во второй главе дается общее описание Подбассейна, анализ природных условий формирования качества поверхностных вод, характеристика антропогенного воздействия на ВО, результаты статистического анализа данных многолетних наблюдений за качеством поверхностных вод.

В п. 2.1 приводятся общие сведения о Подбассейне, его водохозяйственном районировании и административном делении. Подбассейн расположен в Верхнеобском бассейновом округе, состоит из 25 водохозяйственных участков (ВХУ), на его территории находятся (полностью или частично) 9 субъектов РФ (Рисунок 1).

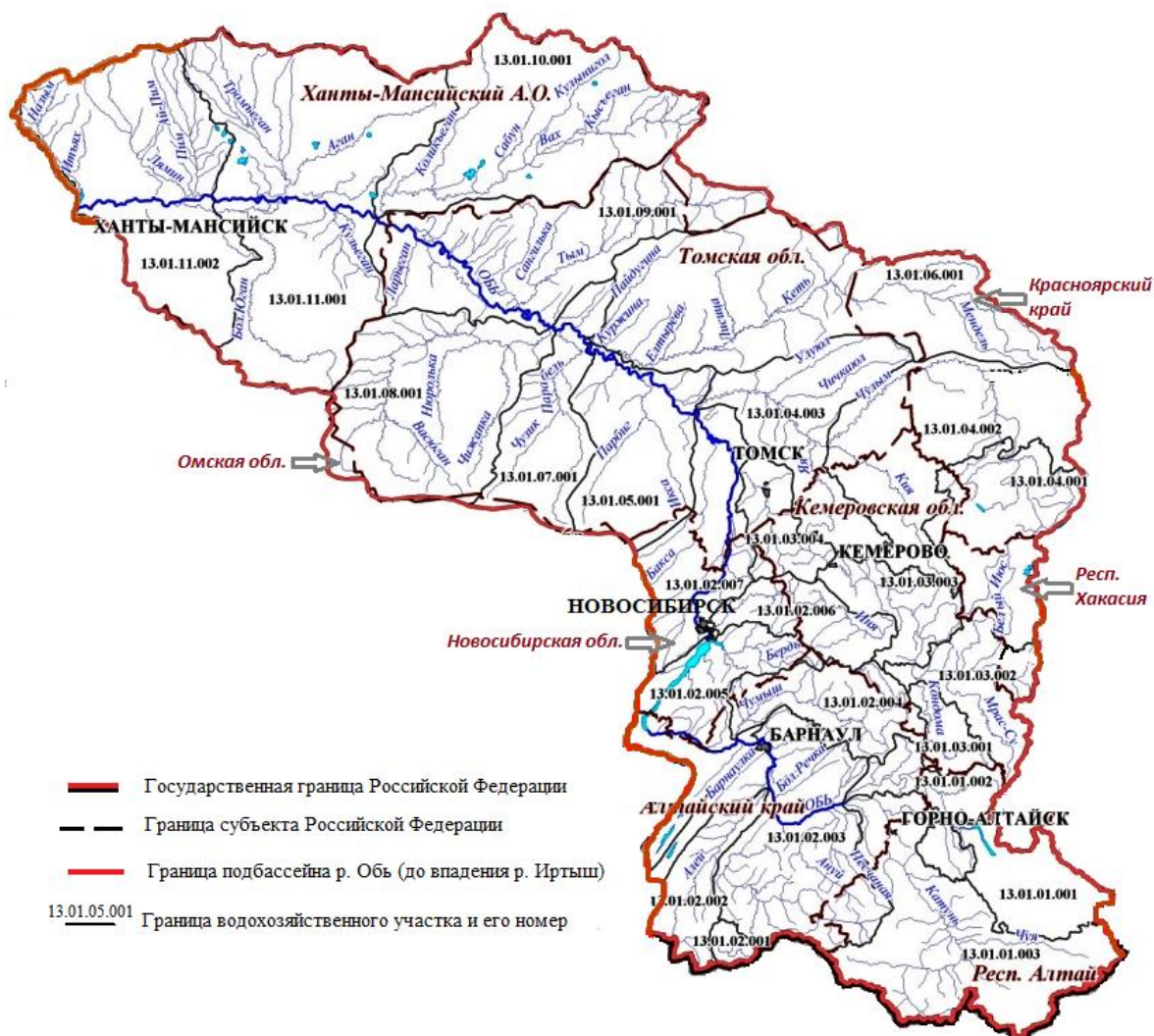


Рисунок 1 – Карта-схема водохозяйственного районирования Верхней и Средней Оби.

В п. 2.2 приводится географическое описание Подбассейна на основе ряда тематических карт (основной источник – Национальный атлас России, 2007) с целью территориальной дифференциации основных природных факторов, воздействующих на формирование состава поверхностных вод.

Подбассейн берет свое начало в Алтайской и Салаиро-Кузнецко-Алатауской горных областях Алтае-Саянской страны, простирается более чем на 1500 км с юга на север и с востока на запад. Длина рассматриваемого участка р. Обь составляет 2484 км (с р. Катунь – 3172 км), площадь водосбора – 1,04 млн км², среднегогодечный расход в замыкающем створе – 7350 м³/с.

Горное обрамление на юго-востоке и меридиональная протяженность обуславливают большое зональное и азональное разнообразие природных факторов, оказывающих влияние на формирование качества поверхностных вод. На основе анализа карт физико-географического районирования, почвенного покрова, геохимии недр, типизации грунтовых вод, гидрохимии рек, распространения многолетней мерзлоты, болот, ландшафтов и геохимических ландшафтов сделан вывод, что ландшафтно-геохимическая карта является наиболее подходящей основой для территориальной дифференциации природных особенностей формирования качества поверхностных вод в подбассейне Верхней и Средней Оби (Рисунок 2).

В соответствии с ландшафтно-гидрологическим подходом (В.Н. Федоров), ландшафты можно рассматривать

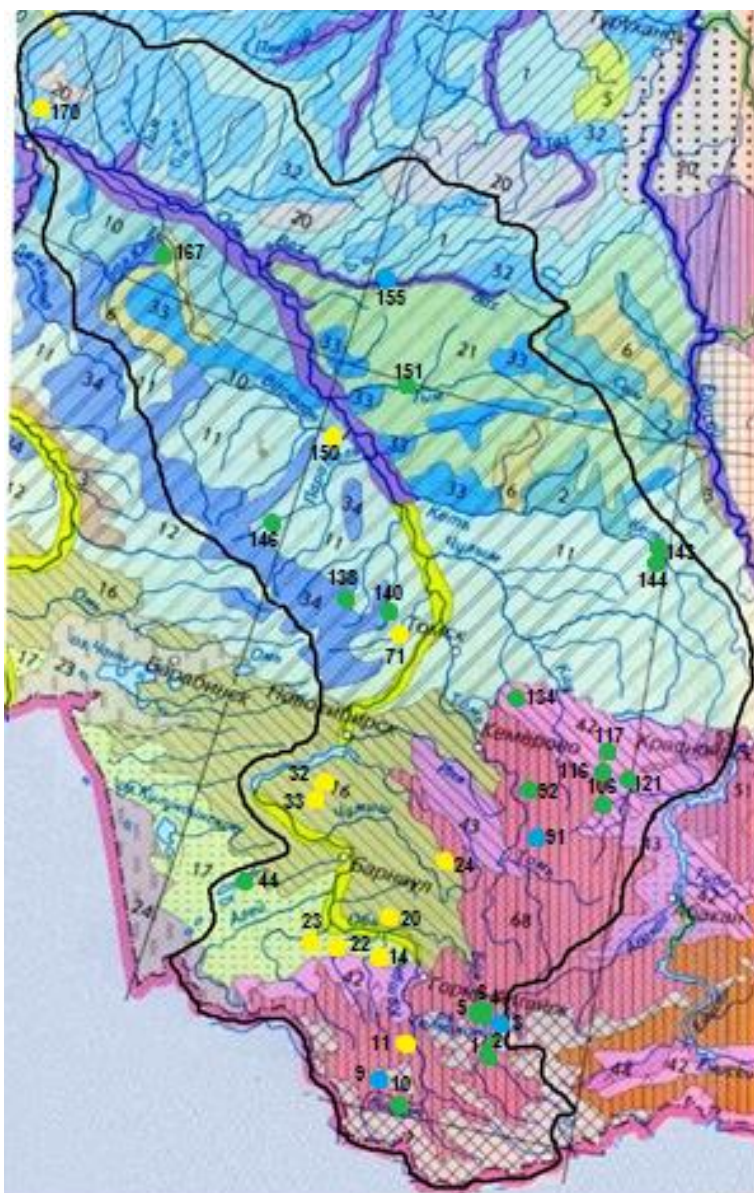


Рисунок 2 – Ландшафтно-геохимическая карта Верхней и Средней Оби с эталонными ПКК²:

- 9 – ПКК и его номер; тип обозначен цветом:
- – тип *a*; ● – тип *b*; ● – тип *v*.

² Использован фрагмент ландшафтно-геохимической карты (Национальный атлас России, 2007). Подробная легенда приведена в диссертации. Сведения по эталонным ПКК приводятся ниже (см. содержание п. 2.5).

как индикаторы природных условий формирования стока поверхностных ВО, включая и химический состав вод. Анализ ландшафтных карт позволяет зонировать территорию речного бассейна по сходству/различию таких условий, а значит (потенциально) и природных особенностей состава поверхностных вод. Ландшафтно-геохимическая карта дополнительно к информации о ландшафтах, характерных для исследуемой территории, предоставляет информацию по условиям миграции веществ (в т.ч. интенсивность и классы водной миграции), основных типах миграционных структур и главных ландшафтно-геохимических процессах.

На ландшафтно-геохимической карте Подбассейна (Рисунок 2) легко различимы следующие участки: горноалтайский (р. Катунь и р. Бия до слияния); горный Кузнецко-Салаирский (верхнее течение р. Томь); лесостепной на возвышенных равнинах (верхнее течение р. Чулым); степной на возвышенных равнинах (Кузнецкая котловина, р. Иня); степной на низменных равнинах (левобережные притоки Оби от слияния Катунь и Бии до р. Алей); лесостепной на низменных равнинах (р. Обь истока до г. Новосибирск за исключением степного левобережья); южнотаежный левобережный (от г. Новосибирск до подбассейна р. Васюган); южнотаежный правобережный (от г. Новосибирск до р. Кеть); среднетаежный левобережный (от р. Васюган до впадения р. Иртыш); среднетаежный правобережный (от р. Кеть до р. Вах); северотаежный (правобережье Оби от р. Вах до подбассейна р. Назым). Приведенное разбиение Подбассейна на участки дает хорошую основу для учета территориальной дифференциации природных условий при установлении целей и приоритетов водоохранной деятельности.

В п. 2.3 дается общая характеристика исходных данных по состоянию ВО и водопользованию в Подбассейне, которые использовались в работе. Для хранения и обработки имеющейся информации автором была разработана реляционная база данных «Обь» (БД-Обь) на основе программного продукта MS Office Access 2007, куда вошли, кроме прочего, данные наблюдений за качеством воды по 170 ПКК с 2000 по 2010 г.г., данные статотчетности по форме 2-ТП (водхоз) по всем водопользователям, имеющим заборы/выпуски на территории Подбассейна (общий объем – 150 Мб). БД-Обь в части данных наблюдений за качеством поверхностных вод по зоне деятельности Западно-Сибирского УГМС была внедрена в ГУ «Новосибирский ЦГМС» (Акт внедрения от 22.08.2011).

В п. 2.4 проводится анализ как точечных (выпуски сточных вод), так и рассредоточенных (селитебные территории, сельхозугодья, животноводческие комплексы) антропогенных источников загрязнения ВО в разрезе ВХУ. В Подбассейне расположен целый ряд крупных промышленных центров, развито сельское хозяйство. Сброс сточных вод в поверхностные ВО в объеме до 4,7 км³/год осуществляют более 2000 учтенных водопользователей. Только 35% от более 1,5 км³/год сточных вод, требующих очистки, доводится на сооружениях очистки до нормативного качества.

Отчетность по форме 2-ТП (водхоз) содержит сведения о сбросе ЗВ в ВО Подбассейна по 47 показателям.

По данным Росгидромета, основными ЗВ в подбассейне являются соединения железа, меди, нефтепродукты, фенолы, легкоокисляемые органические вещества (по БПК), в отдельных створах – соединения цинка и марганца, органические вещества (по ХПК), аммонийный и нитритный азот. При этом критерии качества воды, применяемые Росгидрометом, базируются, главным образом, на ПДК_{рх}. Основными источниками загрязнения ВО Подбассейна считаются сточные воды предприятий химической, нефтехимической, нефте- и газодобывающей, угольной промышленности, черной и цветной металлургии, машиностроения, металлообработки и жилищно-коммунального хозяйства.

В то же время анализ имеющихся данных показал, что сверхнормативное содержание многих из перечисленных ЗВ наблюдается и в створах, не подверженных антропогенному воздействию. Так, например, в устье р. Кокши, водосбор которой расположен на территории Алтайского государственного природного заповедника, ПДК_{рх} превышены по фенолам и нефтепродуктам, а на 93 км от устья р. Андарма, протекающей по территории Васюганских болот (Томская область) – по азоту аммонийному, БПК, железу, ХПК, фенолам, нефтепродуктам (Рисунок 3).

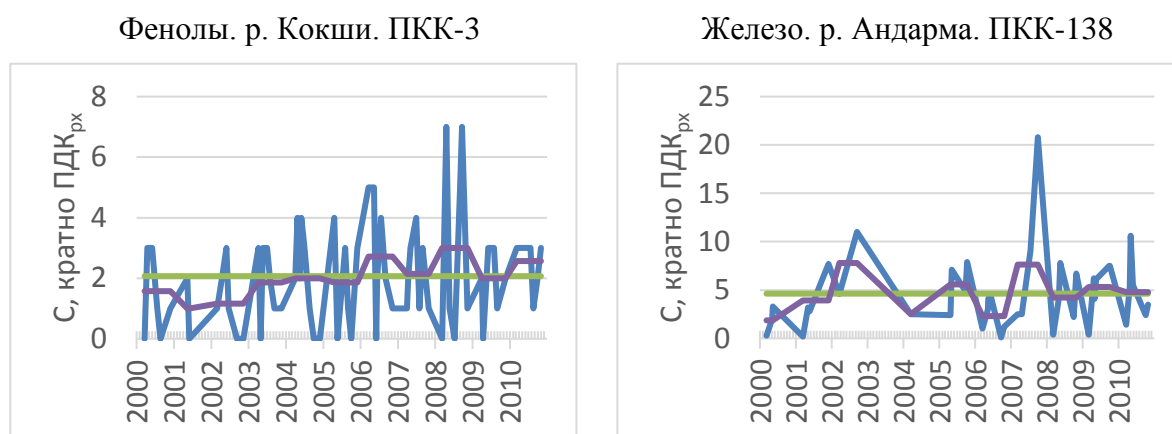


Рисунок 3 – Примеры высокого содержания загрязняющих веществ в ПКК, не подверженных антропогенному воздействию: — — наблюдаемое значение; — — среднемноголетнее; — — среднегодовое; ПКК-3 – номер ПКК (Рисунок 2).

Проведенные автором расчеты ставят под сомнение и решающую роль выпусков сточных вод в формировании качества воды в масштабе бассейна (не на локальном уровне). Сопоставление сумм масс ЗВ, сбрасываемых в ВО по выпускам сточных вод, с массами этих ЗВ, проходящими через ПКК, расположенные ниже по течению, показывает, что совокупное влияние точечных источников на качество воды в бассейне может быть незначительным даже для крупнейших промышленных центров (Рисунок 4). По ряду ЗВ (например, по нефтепродуктам, взвешенным веществам) более заметный вклад в антропогенное формирование качества воды может давать поверхностный сток с территорий городов (Рисунок 5), а по соединениям азота и фосфора – с сельхозугодий (Е.В. Федорова и др., 2012).

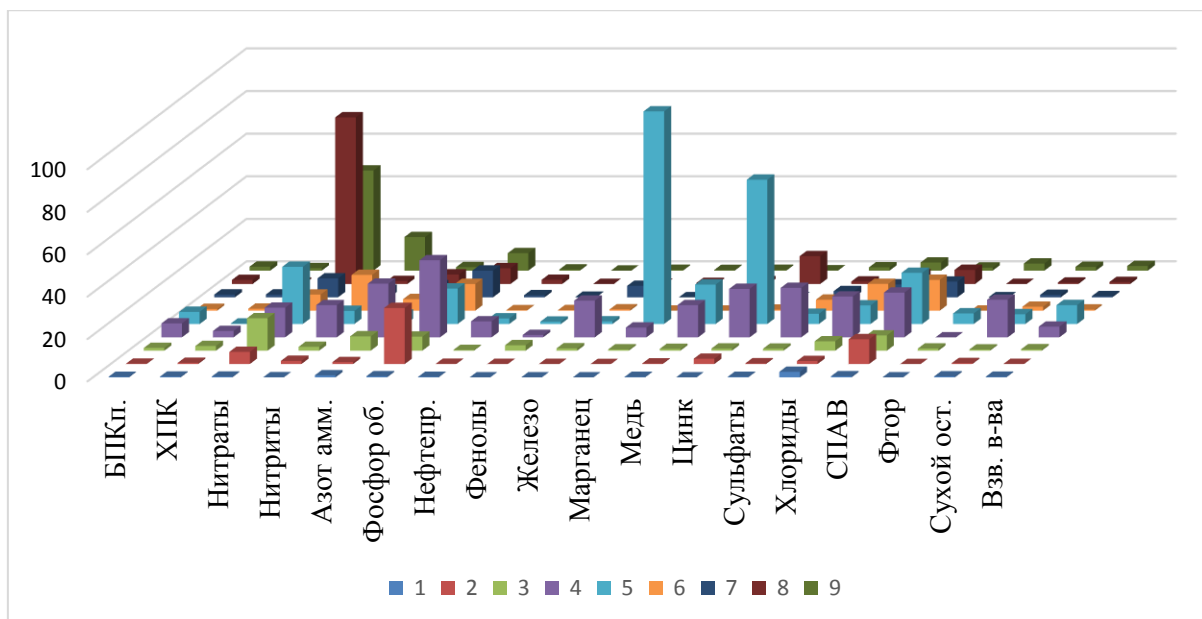


Рисунок 4 – Доли масс загрязняющих веществ, поступающих от точечных источников, расположенных в промышленных центрах Подбассейна, в расходах масс этих веществ через контрольные створы (за 2009 г.): 1 – г. Бийск (р. Бия); 2 – г. Барнаул (р. Обь); 3 – г. Новосибирск (р. Обь); 4 – г. Ленинск-Кузнецкий (р. Иня); 5 – г. Новокузнецк (р. Томь); 6 – г. Кемерово (р. Томь); 7 – г. Томск (р. Томь); 8 – г. Назарово (р. Чулым); 9 – г. Ачинск (р. Чулым).

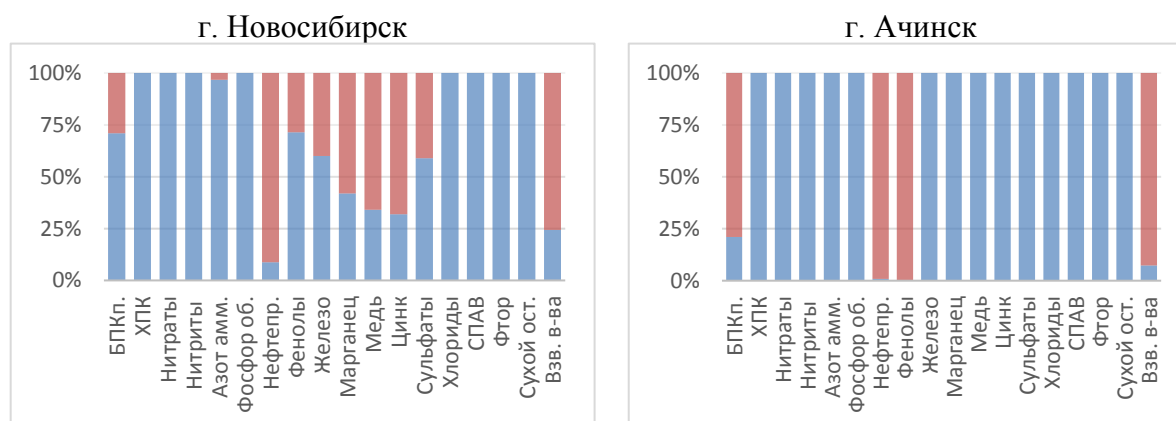


Рисунок 5 – Соотношение масс загрязняющих веществ, поступающих в водные объекты из точечных источников (■), с поверхностным стоком с территорий городов (■; вычислено по СП 32.13330.2012 Е. В. Федоровой).

Но определяющими для большого числа ЗВ, по крайней мере для крупных водотоков, остаются природные факторы, что подтверждается и результатами анализа многолетних наблюдений (с 1937 по 2005 г. г.) по Средней Оби (О.Г. Савичев, 2010).

Приведенные результаты показывают, что при определении целей и приоритетов водоохранной деятельности в речном бассейне необходимо:

- выявлять антропогенную составляющую загрязнения ВО, для чего, в свою очередь, следует учитывать территориальную дифференциацию природных особенностей состава поверхностных вод;
- среди управляемых антропогенных источников загрязнения выявлять те, воздействие на которые может возыметь бассейновый (на достаточном

удалении от источника) эффект.

В п. 2.5 проводится разносторонний статистический анализ данных наблюдений за качеством поверхностных вод Подбассейна. Поскольку одной из целей исследования является учет природных условий формирования качества воды при планировании водоохраных мероприятий, естественно выделить из числа ПКК те, на которые оказывается наименьшее антропогенное воздействие. По всем ПКК в БД-Обь был осуществлен запрос на наличие выше них выпусков сточных вод в ВО. Если выпуски не обнаруживались, ПКК считался «эталонным». Для учета возможного воздействия на ВО других (не зафиксированных в форме 2-ТП (водхоз)) источников антропогенного воздействия: населенные пункты, сельхозугодья и пр., – произведен визуальный анализ водосборной территории ВО выше эталонных ПКК по ГИС основе и общедоступным космоснимкам местности.

Для того чтобы отличать эталонные ПКК «различной чистоты», они были классифицированы по 3 типам: *а* – нет «выпусков на рельеф» (по форме 2-ТП (водхоз) нет выпусков сточных вод с кодами типа приемника 80-83), нет населенных пунктов и сельхозугодий (по карте, спутниковым снимкам); *б* – нет «выпусков на рельеф», но есть малые населенные пункты и/или сельхозугодья; *в* – есть выпуски на рельеф. Из 170 ПКК в качестве эталонных типа *а* удалось выбрать 4, типа *б* – 20 и типа *в* – 11, т.е. около 20% от общего числа ПКК (см. Рисунок 2).

Для выявления сезонной, многолетней, территориальной

изменчивости показателей качества воды в Подбассейне был проведен разносторонний статистический анализ данных по эталонным ПКК, из которого можно сделать следующие основные практические выводы.

1) Данные наблюдений за качеством воды ВО в большом числе случаев не отвечают нормальному закону распределения ни в многолетнем, ни в годовом, ни в сезонном (по гидрологическим сезонам) разрезе (Таблица 1).

Таблица 1 – Результаты оценки соответствия нормальному закону распределения (фрагмент)

ЗВ	р. Кокши. ПКК-3				р. С. Терсь. ПКК-91				р. Андарма. ПКК-138			
	П	В	Л	З	П	В	Л	З	П	В	Л	З
NH ₄	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+
БПК ₅	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
pH	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+
Fe	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+
O ₂	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Mg	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-
Нфт	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	+	+
Mnr	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+
Фнл	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-
PO ₄	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+
Cl	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
XПК	-	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-

Примечания: 1) ПКК-3 – номер ПКК на карте (см. Рисунок 2); 2) П, В, Л, З – обозначения периодов наблюдений: П – весь период; В – гидрологический сезон «весна»; Л – «лето-осень»; З – «зима»; 3) «+» – гипотеза о нормальном распределении случайной величины результатов наблюдений принимается (по критерию Шапиро-Уилка при $\alpha = 0,05$); «-» – не принимается; 4) Нфт – нефть и нефтепродукты; Фнл – фенолы летучие.

Это, в частности, означает, что при статистическом исследовании рядов наблюдений за качеством воды следует использовать непараметрические характеристики и критерии.

2) Ряды наблюдений (за одним ЗВ по одному ПКК) в большом числе случаев статистически неоднородны: можно найти отрезки наблюдений (в т.ч. и относящиеся к одному гидрологическому сезону), гипотеза об отнесении которых к одной генеральной совокупности не будет подтверждена (использовались непараметрические критерии).

3) В отсутствие идентифицированного антропогенного воздействия имеются заметные отличия показателей качества воды по ПКК, находящихся в различных природных условиях, при этом может иметь место существенное превышение значений ПДК_{рх} (Рисунок 6).

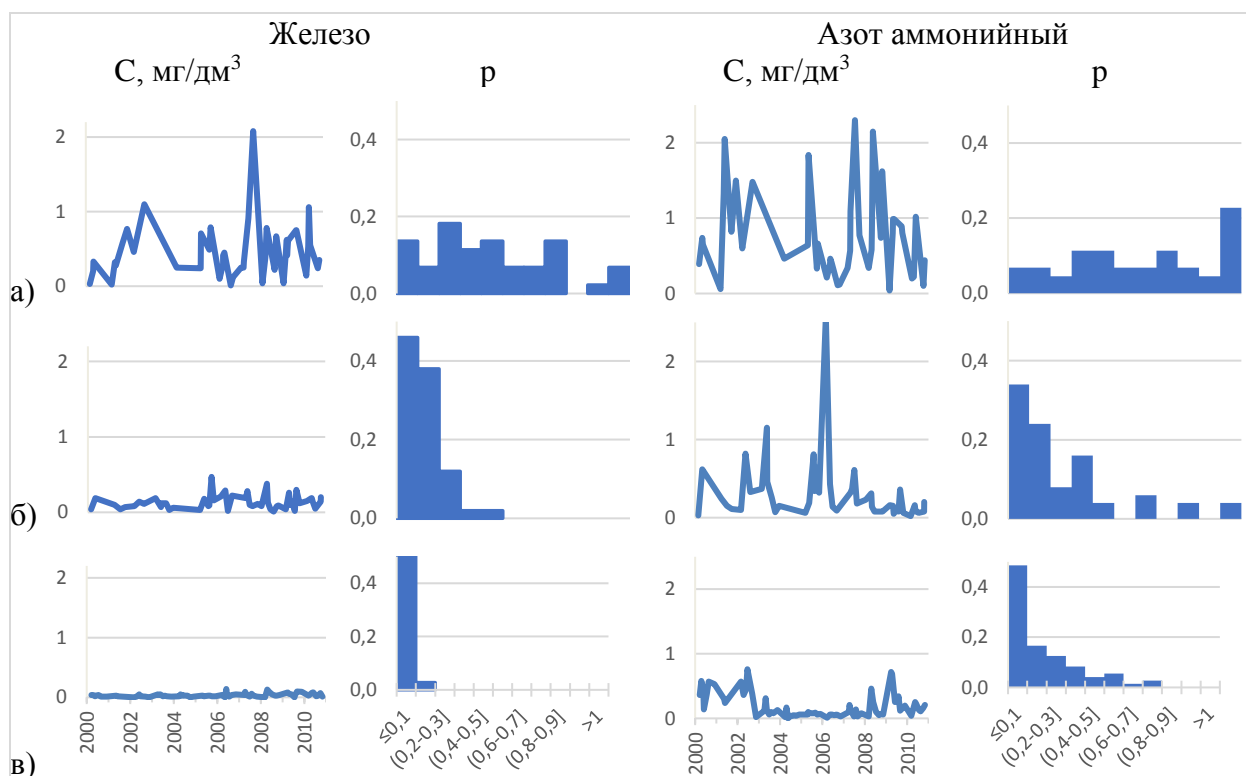
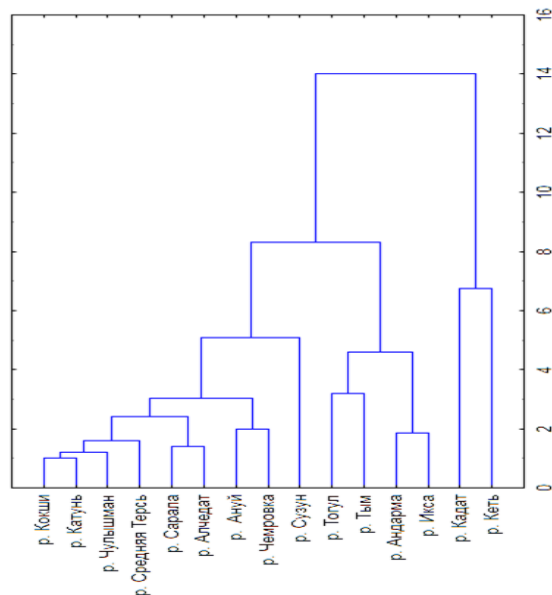
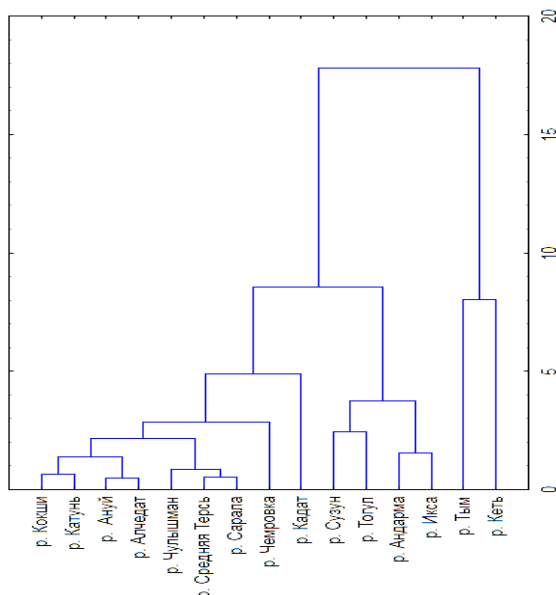


Рисунок 6 – Концентрации (С) и частоты наблюдений (р) по интервалам концентраций для железа и азота аммонийного по эталонным ПКК: а) р. Андарма (ПКК-138); б) р. Средняя Терсь (ПКК-91); в) р. Кокши (ПКК-3).

4) Сложный характер и ограниченный объем информации существенно сужает возможности формального статистического анализа данных для территориальной дифференциации природных показателей состава поверхностных вод. Проведенный кластерный анализ данных наблюдений по эталонным ПКК не дал «устойчивых» результатов, поддающихся географической интерпретации (Рисунок 7, Рисунок 8).

Целесообразнее проводить зонирование речного бассейна на основе интегрирующей различные природные факторы географической схематизации, например, на основе ландшафтно-геохимических карт (см. п. 2.2). Непараметрические характеристики (медиана, квартиль) рядов наблюдений за показателями качества поверхностных вод на эталонных ПКК,



а)

б)

Рисунок 7 – Пример «неустойчивости» результатов иерархического кластерного анализа данных наблюдений за качеством поверхностных вод: а) использованы данные за весь период наблюдений; б) использованы данные за гидрологический сезон «весна».

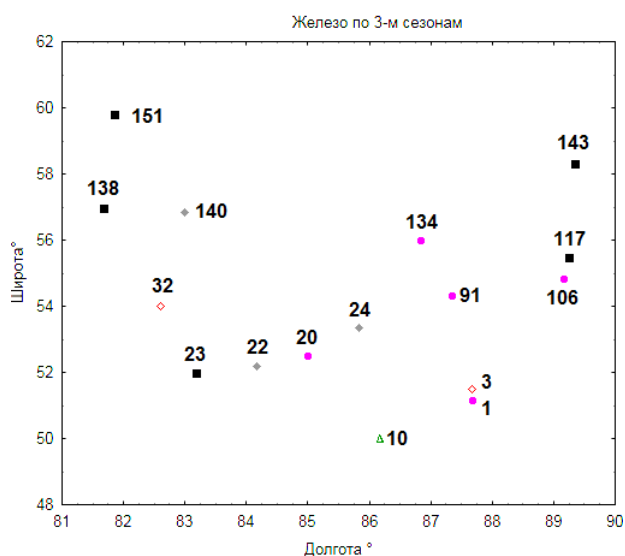
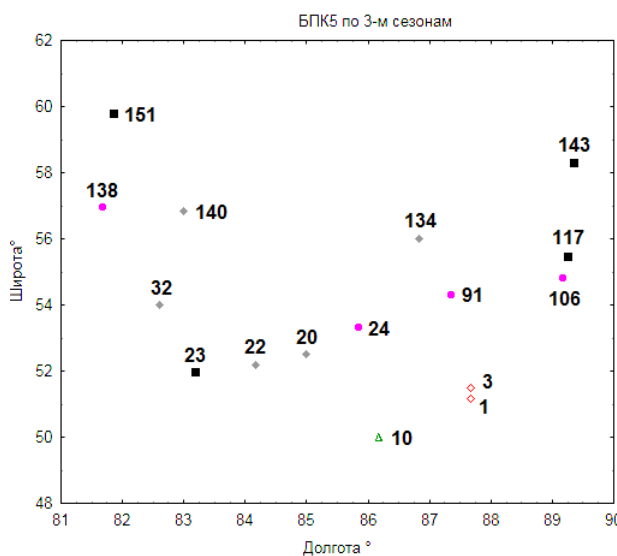


Рисунок 8 – Пример затруднительности географической интерпретации результатов кластерного анализа по методу К-средних: точки – ПКК с указанием их номера и принадлежности к кластеру.

- ◇ кластер 1
- △ кластер 2
- кластер 3
- кластер 4
- ◆ кластер 5

расположенных в пределах выделенных таким образом участков речного бассейна, могут служить объективной основой для установления ЦП.

5) Важным аспектом при оценке качества воды ВО является неоднородность содержания ЗВ по поперечному сечению ВО, которая может быть значительной (А.П. Лепихин, Т.С. Папина). Анализ данных наблюдений по Подбассейну подтвердил существенные отличия в рядах синхронных наблюдений за концентрациями ЗВ в одном створе на различном расстоянии от берега. Этот факт следует учитывать при проведении балансовых расчетов.

Глава 3. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД И АЛГОРИТМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦЕЛЕЙ И ПРИОРИТЕТОВ ВОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В МАСШТАБАХ КРУПНЫХ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

В п. 3.1 сформулированы основные принципы, на которых должен базироваться методологический подход к разработке водоохранной стратегии для крупных речных бассейнов: 1) применимость: полная готовность к применению в рамках действующих нормативно-правовых, организационных и экономических условий; 2) универсальность: возможность применения на всех крупных речных бассейнах России на основе имеющейся регламентной информации (опора на данные Государственной наблюдательной сети – ГНС, официальную статотчетность, при сохранении возможности использования других данных); 3) территориальность: учет территориальной дифференциации природных и антропогенных условий формирования качества воды; 4) реалистичность: выбор тех проблем загрязнения ВО, обусловленность которых управляемыми антропогенными источниками вредного воздействия не противоречит имеющимся данным наблюдений; 5) бассейновая эффективность: выбор тех источников антропогенного воздействия, водоохранные мероприятия на которых могут иметь бассейновый эффект; 6) гибкость: возможность уточнения всех параметров в рамках цикла: определение целей и приоритетов \Rightarrow реализация комплекса мероприятий (включая восполнение выявленных на предыдущем этапе пробелов в данных) \Rightarrow оценка результатов и анализ вновь накопленной информации \Rightarrow уточнение целей и приоритетов и т.д.

Далее приводится обоснование методологического подхода к установлению целей и приоритетов при долгосрочном государственном планировании водоохранной деятельности для крупных речных бассейнов, базирующееся на результатах исследований, представленных в предыдущих главах.

Речной бассейн характеризуется разнообразными сочетаниями климатических, литологических, геоморфологических, почвенных, геоботанических и пр. природных условий, которые определяют территориальную изменчивость химического состава поверхностных вод (А.И. Перельман, М.А. Глазовская). В рамках ландшафтно-гидрологического подхода бассейн может быть представлен мозаикой однородных с точки зрения основных гидрологических процессов ландшафтно-гидрологических комплексов, дренируемых речной сетью (В. Н. Федоров). При анализе условий формирования качества поверхностных вод естественно уделять особое внимание геохимическим свойствам ландшафтов: условиям миграции и концентрации химических веществ, типам латеральной и радиальной дифференциации веществ, биогеохимическим характеристикам и пр., которые представлены на ландшафтно-геохимических картах.

С геохимической точки зрения, бассейн реки представляет собой ландшафтно-геохимическую арену (М.А. Глазовская), которая состоит из

совокупности ландшафтно-геохимических катен, представляющих, в свою очередь, серию фаций, сменяющих друг друга от местного водораздела к местному водотоку и связанных латерально и радиально направленными гидрогеохимическими потоками. Совокупность ландшафтно-геохимических катен, имеющих область разгрузки водоток, в значительной степени определяет особенности процессов формирования качества воды в нем, как в естественных условиях, так и в условиях антропогенного воздействия. Разнообразие и сходство этих процессов диктует необходимость схематизации условий формирования качества воды путем деления речного бассейна на участки с характерными сочетаниями ландшафтно-геохимических условий. Назовем такие участки расчетными (РУ).

Размеры объекта управления (речной бассейн) определяют приемлемый масштаб обобщений. С учетом действующей системы гидрографического районирования в общем случае минимальной единицей управления считается ВХУ. Общие закономерности территориальной дифференциации геохимических ландшафтов (А.И. Перельман, Б.Б. Полюнов) и иерархия ландшафтно-гидрологических систем (А.Н. Антипов, Л.М. Корытный) позволяют предложить начальное деление бассейна на РУ по границам физико-географических зон (областей), что соответствует уровню ландшафтно-геохимической мезоарены. Необходимость дальнейшего деления может быть обусловлена различием существенных природных геохимических факторов (например, интенсивностью и классом водной миграции веществ). Учитывая цели зонирования бассейна, границы РУ следует проводить по водоразделам или водотокам, совмещая, по возможности, с близлежащими границами ВХУ. Следует также учитывать расположение источников загрязнения поверхностных вод: нет необходимости в подробной территориальной дифференциации на участках бассейна, не имеющих управляемых источников поступления ЗВ в ВО.

Еще один фактор, который следует учитывать при выделении РУ, – наличие информации для оценки качества воды. Основная цель зонирования бассейна – установление эталонных характеристик качества воды, которые можно взять за основу при оценке состояния и степени антропогенной измененности любого ВО на РУ. По этой причине, наличие на РУ эталонного ПКК, имеющего представительные ряды наблюдений, является одним из условий, определяющих границы РУ. Исследования показали (см. п. 2.5), что границы РУ целесообразнее проводить на основе анализа географических схематизаций (в противовес статистической обработке данных наблюдений за качеством поверхностных вод).

Итак, для учета природных и антропогенных факторов при долгосрочном планировании водоохранной деятельности в бассейне реки предлагается разбиение водосборной площади на РУ с учетом по меньшей мере: физико-географического зонирования; ландшафтно-геохимических особенностей; расположения основных источников загрязнения; наличия эталонных ПКК с представительными рядами наблюдений за качеством воды.

Очевидно, что показатели «хорошего состояния» ВО для РУ могут быть различными, следовательно, и цели водоохранных мероприятий на РУ, выраженные в измеримых показателях, могут различаться. Из ФЗ-7 можно заключить, что основной целью является достижение нормативов качества окружающей среды, которые должны учитывать «природные особенности территорий». Таких нормативов в применении к поверхностным ВО до сих пор нет. ВК дает возможность применения другого инструмента – ЦП, не раскрывая, правда, содержания этого термина.

ЦП выгодно отличаются от нормативов качества воды тем, что:

- устанавливаются на определенный срок (срок реализации СКИОВО);
- согласование перечня и значений ЦП производится на бассейновом уровне с привлечением заинтересованных сторон (в рамках СКИОВО, которая согласуется Бассейновым советом и утверждается Бассейновым водным управлением – БВУ);
- предусмотрена возможность корректировки ЦП по мере накопления информации (в рамках регламентной процедуры корректировки СКИОВО).

Термин ЦП в официальных международных документах был впервые использован в Конвенции по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер (1992). Развитие и адаптация этого термина к российским условиям и поставленной задаче исследований позволяют дать следующее определение с тремя неотъемлемыми комментариями.

Целевые показатели качества воды поверхностных водных объектов – значения показателей химического состава и физических свойств воды ВО, на достижение которых направлены водоохранные мероприятия СКИОВО. ЦП устанавливаются для участков речного бассейна (РУ), выделенных по различию природных условий формирования качества поверхностных вод. Значения ЦП рассчитываются в общем случае на основе данных наблюдений за качеством воды на эталонных ПКК, расположенных на РУ. ЦП не могут быть «хуже» показателей качества воды, имевшихся на момент установления ЦП.

Очевидно, что ЦП, определенные подобным образом, косвенно учитывают и те антропогенные факторы, которые не могли по тем или иным причинам быть идентифицированы, или управление которыми в настоящий момент не представляется возможным. К таким факторам можно отнести, например, многолетнее техногенное загрязнение водосборных территорий старопромышленных регионов.

ЦП допускают такую трактовку: нет объективных оснований полагать, что на рассматриваемом РУ значения контролируемого показателя качества, не превышающие (в определенном статистическом смысле) ЦП, обусловлены контролируруемыми антропогенными факторами, поскольку в сходных природных условиях такие значения (концентрации) наблюдаются в отсутствии антропогенного воздействия. И напротив, превышение значений показателей качества воды над ЦП может свидетельствовать о наличии негативного антропогенного воздействия на ВО. При таком определении ЦП

не являются ни нормативами качества воды, ни региональным фоном. Это – отраслевые долгосрочные цели, для достижения которых в рамках СКИОВО разрабатывается план бассейновых водоохранных мероприятий. ЦП, таким образом, становятся теми параметрами управления водными ресурсами и водопользованием, которые назначает и контролирует один государственный орган – БВУ. Так создаются предпосылки к искоренению существующего пересечения полномочий органов управления в рассматриваемой сфере, достигается рекомендованное в теории управления максимальное приближение субъекта управления к объекту.

Использование ЦП при управлении водопользованием и планировании водоохранной деятельности позволяет учитывать существующие территориальные особенности формирования химического состава поверхностных вод, что создает предпосылки для обоснованного выбора приоритетных водоохранных мероприятий.

Основные позиции методологического подхода к разработке водоохранной стратегии для крупных речных бассейнов могут быть сформулированы так:

- для учета территориальной дифференциации природных и антропогенных условий формирования качества воды бассейн разбивается на РУ;
- выделение РУ производится на основе комплексного анализа тематических карт (прежде всего – ландшафтно-геохимической) с учетом границ ВХУ, особенностей гидрографической сети, расположения основных источников антропогенного воздействия и эталонных ПКК;
- целью водоохранной деятельности считается достижение ЦП на всех ПКК;
- значения ЦП устанавливаются для РУ в общем случае на основе непараметрических статистик рядов гидрохимических наблюдений на эталонных ПКК, расположенных на этом РУ;
- выбор приоритетных направлений водоохранной деятельности основывается на последовательном (от истоков к устью) выявлении превышений наблюдаемых на ПКК значений концентраций ЗВ над соответствующими ЦП и оценке влияния на эти превышения антропогенных источников поступления ЗВ (точечных и рассредоточенных), расположенных выше ПКК;
- в число приоритетных включаются только мероприятия, направленные на сокращение поступления ЗВ от управляемых источников, существенность вклада которых в превышения наблюдаемых на ПКК значений концентраций ЗВ над ЦП не противоречит объективным данным.

Такой подход к установлению целей и приоритетов водоохранной деятельности в речном бассейне можно охарактеризовать как ландшафтно-гидро-геохимический.

3.2 Общий порядок определения приоритетов водоохранной деятельности в речном бассейне. В рамках предложенного подхода может быть представлена такая последовательность действий: 1) по сходству/различию природных условий формирования качества воды в ВО

бассейн разбивается на РУ; 2) на каждом РУ определяются ЦП; 3) по каждому ПКК производится уточнение ЦП, исходя из принципа «неухудшения качества воды»; 4) по каждому ПКК устанавливаются приоритетные ЗВ; 5) последовательно (от истока) определяются основные антропогенные источники поступления приоритетных ЗВ (в случае невозможности установления источников формулируются потребности в дополнительной информации); 6) составляется программа бассейновых водоохранных мероприятий, направленная на сокращение поступления приоритетных ЗВ от основных источников, получение необходимой дополнительной информации; 7) осуществляется план мероприятий программы; 8) достигнутые концентрации ЗВ сопоставляются с ЦП; 9) если ЦП не достигнуты, анализируются причины, намечаются дополнительные мероприятия, производится уточнение ЦП (если получена дополнительная информация), осуществляется повтор цикла п. п. 2–9 (возможно, и с п. 1).

Как видно, предложенный методологический подход, основанный на территориальной дифференциации природных условий формирования качества поверхностных вод, повышает обоснованность выбора целей и приоритетов при долгосрочном государственном планировании водоохранной деятельности для крупных речных бассейнов (1-е защищаемое положение). Он полностью отвечает шести означенным выше принципам.

Далее приводится обоснование алгоритмов установления целей и приоритетов водоохранной деятельности.

3.2.1 Методика зонирования бассейна реки на основе территориальной дифференциации условий формирования качества воды поверхностных водных объектов. В соответствии с изложенным методологическим подходом речной бассейн разбивается на участки (РУ) с целью выделения зон с различными природными условиями формирования качества воды поверхностных ВО. Желательно использование официальной цифровой картографической основы (Росводресурсы). Она содержит несколько информационных слоев, в т. ч. – гидрографическую сеть, границы ВХУ, населенные пункты, ПКК и пр.

Выбор эталонных ПКК производится так, как указано в п. 2.5.

Порядок установления границ расчетных участков. 1) На карту речного бассейна выносятся (используются соответствующие слои ГИС при наличии, либо производится визуальный сопоставительный анализ карт) границы физико-географических зон (областей) и ПКК (с выделением эталонных ПКК). 2) Производится предварительное разбиение бассейна по границам физико-географических зон (областей). При этом предварительные границы РУ по возможности совмещаются с близлежащими границами ВХУ, или водоразделами, или водотоками. 3) Дальнейшее уточнение границ РУ производится на основе анализа природных условий формирования качества поверхностных вод с использованием доступных картографических и аналитических материалов. Размер речных бассейнов, для которых

разрабатываются СКИОВО (субконтинентальный), позволяет рекомендовать использовать при установлении границ РУ мелкомасштабные карты. До полного развития ГИС в качестве основного источника картографической информации при выделении РУ может использоваться Национальный атлас России (2007).

На основе анализа ландшафтно-геохимической карты производится дополнительное членение предварительных РУ с учетом преимущественных типов и/или сочетаний геохимических ландшафтов, а также расположения эталонных ПКК. При установлении границ РУ следует анализировать информацию других тематических карт, представляющих дополнительную информацию, например, карты месторождений полезных ископаемых, гидрогеохимических провинций и т.п.

Сформулируем основные рекомендации по зонированию территории бассейна на этом трудно формализуемом этапе.

- Последовательно (от истока к устью главной реки) сопоставлять сочетания геохимических ландшафтов водосборных территорий притоков. Сходство-различие таких сочетаний может служить основой для объединения или размежевания соответствующих территорий при проведении границ РУ.
- Наличие на выделенном РУ эталонных ПКК является крайне желательным. Если эталонного ПКК на РУ нет, следует рассмотреть возможность объединения его с соседними РУ.
- Препятствием к объединению РУ может быть существенное различие преимущественных классов водной миграции, других ключевых факторов формирования качества воды ВО. Если не удастся провести границы РУ так, чтобы он содержал эталонный ПКК, то это учитывается в алгоритмах установления ЦП.
- После того, как границы РУ установлены, производится дополнительный анализ эталонных ПКК на предмет исключения из их числа ПКК, находящихся в нехарактерных для РУ геохимических условиях. После такого исключения, в случае необходимости, рассматривается возможность объединения РУ.

Если границы между РУ проходят по водотоку и/или пересекают его, то участок водотока вдоль/между границами РУ выделяется в спецучасток (СУ) для учета при назначении ЦП на этом участке водотока факторов формирования качества воды выше, справа и слева по течению от СУ.

Границы РУ и СУ выносятся на карту речного бассейна.

В п. 3.2.2 обсуждаются подходы к определению состава ЦП при учете действующей системы наблюдений и характеристик антропогенного воздействия. При первичном анализе рекомендовано использовать все имеющиеся данные для выявления приоритетных ЗВ.

3.2.3 Алгоритмы установления значений целевых показателей качества воды поверхностных водных объектов. Для расчета значений ЦП используются данные многолетних гидрохимических наблюдений по эталонным ПКК.

Значение ЦП при расчете по эталонным ПКК типа *a* принимается равным верхнему квартилю Q_3 распределения наблюдаемых значений концентрации соответствующего ЗВ (Рисунок 9). Таким образом, в качестве ЦП для ВО, расположенных на РУ, принимается такое значение концентрации ЗВ, вероятность превышения которого в многолетнем ряду наблюдений на эталонном ПКК составляет 25%. ЦП будет считаться достигнутым на каком-либо ПКК (не эталонном), если частота превышения его значения наблюдаемыми концентрациями за отчетный период составит не более 50%. Иными словами, медиана наблюдаемых значений концентраций ЗВ на «грязном» ПКК будет не больше значения ЦП (Рисунок 9).

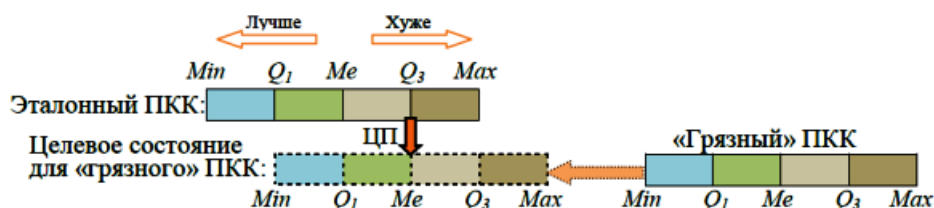


Рисунок 9 – Схема установления ЦП по ряду значений концентраций ЗВ, наблюдаемых на эталонном створе:

ряды наблюдаемых значений концентраций ЗВ представлены в виде прямоугольников;

Min – минимальное значение; Q_1 – нижний квартиль; Me – медиана; Q_3 – верхний квартиль; Max – максимальное значение.

Выбор Q_3 для установления значений ЦП произведен экспертно с учетом российского (В.Г. Глушков, Е.В. Веницианов) и зарубежного (ЕРА) опыта. Использование в качестве ЦП Q_3 по данным эталонного ПКК, в отличие от медианы (Me), продиктовано тем, что присутствие Человека не может не оказывать вообще никакого воздействия на окружающую среду. По мере достижения ЦП, «экологизации» технологий, накопления информации может рассматриваться вопрос о последовательном «ужесточении» ЦП.

Отметим, что для показателей, более высокое значение которых соответствует лучшему состоянию ВО (например, растворенный кислород), ЦП устанавливается равным нижнему квартилю Q_1 ³.

При расчете по эталонным ПКК типа *b* для азота (и его соединений), фосфора (и его соединений) и нефтепродуктов ЦП принимается равным Me . Поскольку поступление этих ЗВ в ВО с территорий малых населенных пунктов и сельхозугодий вполне вероятно, использование Q_3 в качестве ЦП может привести к «ослаблению требований». По остальным показателям ЦП принимается равным Q_3 .

При расчете по эталонным ПКК типа *b* ЦП принимается равным Me по всем ЗВ. Поскольку чаще всего нет информации по составу сточных вод, отводимых на рельеф, использование Q_3 в качестве ЦП может привести к «ослаблению требований».

³ Это замечание далее по тексту повторяться не будет. Для таких показателей качества в расчетных формулах Q_3 заменяется на Q_1 и наоборот.

Если по какому-либо ЗВ данных по эталонным ПКК нет или недостаточно, можно использовать данные по ПКК, выше которых имеются выпуски сточных вод, но сброс этого ЗВ не производится. В этом случае ЦП принимается равным Me .

Если эталонных ПКК на РУ нет, применяется второй подход. Он состоит в статистической обработке данных по всем ПКК, расположенным на РУ. В этом случае ЦП принимается равным Q_1 наблюдаемых значений концентраций ЗВ. При использовании этого подхода желательно исключать из рассмотрения данные по ПКК, расположенным в 500-метровой зоне ниже выпусков сточных вод крупных предприятий.

Алгоритм расчета ЦП для эталонных ПКК типа а. Пусть $C_{i,j}^k$ – ряд данных многолетних наблюдений за концентрацией k -того ЗВ на i -том ПКК типа a на некотором РУ, где $i=1, \dots, I; j=1, \dots, J_i^k; k=1, \dots, K; I$ – общее количество ПКК типа a на РУ; J_i^k – количество наблюдений за k -тым ЗВ на i -том ПКК, K – количество ЗВ, по которым ведется наблюдение.

Пусть гидрологический цикл имеет M сезонов, с продолжительностями L_m месяцев, где: $m = 1, \dots, M; \sum_{m=1}^M L_m = 12$. Обозначим $C_{i,jm}^k$ совокупность значений $C_{i,j}^k$, относящихся к m -тому сезону.

Сезонные значения ЦП рассчитываются по формуле:

$$ЦП_m^k = Q_3(C_{i,jm}^k). \quad (1)$$

В качестве расчетного (годового) значения ЦП^k используется взвешенная по продолжительности сезонов величина:

$$ЦП^k = \frac{\sum_{m=1}^M Q_3(C_{i,jm}^k) \times L_m}{12}. \quad (2)$$

При таком способе расчета годового значения ЦП^k удастся достичь снижения влияния неоднородного представления различных фаз гидрологического цикла в рядах наблюдений, что особенно важно при использовании данных ПКК разных категорий.

В российских условиях чаще всего $M=3$: весенний, летне-осенний и зимний гидрологические сезоны. Если нет информации или оснований для учета сезонных различий, то отдельный анализ по сезонам не проводится. В этом случае $M=1$ и формула (2) вырождается в:

$$ЦП^k = Q_3(C_{i,j}^k). \quad (3)$$

Для эталонных ПКК типов b и v в формулах (1) – (3) Q_3 по перечисленным выше ЗВ заменяется на Me .

В случае отсутствия на РУ эталонных ПКК в формулах (1) – (3) Q_3 заменяется на нижний квартиль Q_1 , а $i = 1, \dots, N$, где N – общее число ПКК на РУ.

В качестве исходной информации при определении ЦП рекомендуется использовать первичные данные многолетних (не менее 10 лет, не менее 30-40 значений показателя) наблюдений за концентрациями ЗВ. При этом данные

ГНС являются опорными. При наличии может использоваться дополнительная информация.

Приведенные алгоритмы установления ЦП не применяются для ЗВ искусственного происхождения. Для опасных синтетических ЗВ (список таких веществ утверждается в установленном порядке) задается $ЦП \leq Пр$, где Пр – предел обнаружения стандартных (утвержденных) методов определения. Для прочих ЗВ искусственного происхождения возможно установление ЦП на уровне нормативов ПДК_{рх}. Учитывая, что некоторые показатели качества воды (нефтепродукты, фенолы и пр.) зависят от содержания веществ, которые могут иметь как искусственное, так и природное происхождение, представляется актуальной задача дальнейшего уточнения перечня контролируемых веществ.

3.2.4 Расчет целевых показателей на спецучастках. Значения ЦП для СУ при наличии эталонных ПКК вычисляются также как для РУ. Однако практика показывает, что СУ выделяются, главным образом, на крупных реках (неизбежно – на главной реке бассейна), которые подвержены интенсивному антропогенному загрязнению, и, следовательно, эталонные ПКК отсутствуют. При этом, как было отмечено выше, возможно вычисление ЦП по варианту «без эталонных ПКК». Однако предпочтительнее определять ЦП для СУ на основе соответствующих значений ЦП для прилегающих (выше, слева и справа по течению) участков. Если есть основания (результаты моделирования и пр.) для оценки вклада каждого из прилегающих РУ, следует вычислять ЦП для СУ сообразно этим оценкам. Если оснований нет, то предлагается вычислять значение ЦП как среднее между соответствующими значениями ЦП на РУ/СУ.

Допустим, на водотоке выделено S спецучастков: $СУ_s, s = 1, \dots, S$. Тогда формулу определения $ЦП_s^k$ для $СУ_s$ можно представить так:

$$ЦП_s^k = (ЦП_{s-1}^k + ЦП_{лев}^k + ЦП_{прав}^k) / 3, \quad (4)$$

где $ЦП_{лев}^k, ЦП_{прав}^k$ – значения $ЦП^k$ для РУ, расположенных слева и справа по течению водотока от $СУ_s$.

Для $СУ_1$ формула выглядит иначе:

$$ЦП_1^k = (ЦП_{лев}^k + ЦП_{прав}^k) / 2. \quad (5)$$

Вынужденная формальность и условность такого вычисления в некоторой степени компенсируется в процессе корректировки значений ЦП.

3.2.5 Корректировка значений целевых показателей по данным наблюдений. Для соблюдения условия «неухудшения качества» может потребоваться корректировка значений ЦП. Учитывая естественную вариабельность $C_{i,j}^k$, поводом для корректировки значения $ЦП^k$ на i -том ПКК ($i = 1, \dots, N$, где N – общее число ПКК на РУ) будем считать условие превышения значения $ЦП^k$, установленного для РУ, над верхним квартилем наблюдаемых значений концентраций. Таким образом:

$$\text{если } \frac{\sum_{m=1}^M Q_3(C_{i,jm}^k) \times L_m}{12} < ЦП^k, \text{ то } ЦП_i^k = \frac{\sum_{m=1}^M Q_3(C_{i,jm}^k) \times L_m}{12}, \text{ иначе } ЦП_i^k = ЦП^k. \quad (6)$$

Все обозначения и допущения такие же, как в (1) – (3), разница лишь в том, что расчет производится по всем ПКК на РУ.

3.2.6 Точность вычисления значений целевых показателей. ЦП считается достигнутым на i -том ПКК, если осредненное за отчетный год значение концентрации ЗВ не превышает значения ЦП, т. е. при условии:

$$Me_i^k = \frac{\sum_{m=1}^M Me(c_{i,jm}^k) \times L_m}{12} < ЦП_i^k, \quad (7)$$

все обозначения прежние.

Поскольку ставится задача сопоставления статистических характеристик наблюдаемых концентраций и ЦП, важно решить вопрос точности вычислений. Наш многолетний опыт расчетов ЦП позволяет заключить, что наиболее удобным и наглядным является представление их в долях соответствующих ПДК_{рх}, которые, при всех недостатках, за долгое время их применения стали привычной «системой координат» в вопросах оценки качества воды. С учетом характера исходных данных, а также существующей практики оценки загрязнения ВО (например, высокое загрязнение – 10 ПДК_{рх}, экстремально высокое загрязнение – 50 ПДК_{рх}) для определения водоохранных приоритетов в речных бассейнах приемлемой можно считать точность определения ЦП до целых ПДК_{рх}. Статистические характеристики рядов наблюдений за концентрациями ЗВ при сопоставлении их с ЦП представляются аналогично. Например, ЦП _{i} ^{k} = 0 будет достигнут, если $Me_i^k < 0,5 ПДК_{рх}$.

3.3 Установление приоритетов водоохранной деятельности в речном бассейне.

3.3.1 Определение приоритетных загрязняющих веществ. В соответствии с предложенным методологическим подходом приоритетным на i -том ПКК считается всякое k -тое ЗВ, для которого выполняется условие:

$$Me_i^k > ЦП_i^k, \quad (8)$$

где Me_i^k соответствует обозначениям, принятым в (7).

Поскольку ПДК_{рх}, при всех недостатках, может считаться некоторой мерой опасности ЗВ для биоты, принято решение сопоставлять концентрации ЗВ не только с ЦП, но и с ПДК_{рх}.

Установлены следующие уровни приоритетности ЗВ:

1 (высший) – концентрация ЗВ превосходит и соответствующее значение ЦП, и значение ПДК_{рх}: $Me_i^k > ЦП_i^k$ и $Me_i^k > ПДК_{рх}^k$;

2 – $Me_i^k > ЦП_i^k$ и $Me_i^k \leq ПДК_{рх}^k$;

3 – $Me_i^k \leq ЦП_i^k$ и $Me_i^k > ПДК_{рх}^k$.

3.3.2 Определение источников поступления приоритетных загрязняющих веществ. Водоохранные мероприятия должны быть направлены, в первую очередь, на сокращение поступления ЗВ приоритета 1, затем – 2 и т.д. Выявление источников поступления в ВО приоритетных ЗВ осуществляется на основе расчета масс ЗВ по участкам бассейна между ПКК.

Назовем такие участки «контрольными» (КУ). В расчете используются многолетние данные наблюдений за качеством воды и ее расходами, данные отчетности 2-ТП (водхоз), а также данные по выносу ЗВ с селитебных территорий, сельскохозяйственных угодий и животноводческих хозяйств.

Предлагается следующий порядок выявления источников поступления приоритетных ЗВ по КУ.

1) По данным 2-ТП (водхоз) определяется перечень и суммарные годовые массы ЗВ, поступившие в поверхностные ВО от учтенных точечных источников (M_T^k).

2) По данным натурных исследований либо по косвенной информации с использованием действующих нормативно-методических документов определяется перечень и суммарные годовые массы ЗВ, поступившие в поверхностные ВО от учтенных рассредоточенных источников на КУ: M_r^k – с селитебных территорий и промплощадок («городов»), M_c^k – с сельхозугодий, $M_{ж}^k$ – от животноводческих комплексов.

3) По данным многолетних наблюдений за концентрациями ЗВ и расходами воды в соответствующем ПКК определяется перечень и суммарные годовые массы ЗВ, проходящие через ПКК, замыкающий КУ:

$$M_i^k = \frac{\sum_{m=1}^M Me(C_{i,jm}^k \times W_{i,jm}^k) \times L_m}{12} \times D, \quad (9)$$

где: M_i^k – расчетный годовой расход массы k -того ЗВ через замыкающий створ КУ (i -тый ПКК); $W_{i,jm}^k$ – расходы воды через замыкающий створ КУ в m -тый сезон; D – коэффициент размерности (например, если C измеряется в мг/дм³, W – в м³/с, M – в кг/год, то $D = 31536$); остальные обозначения – прежние.

4) Определяются доли масс ЗВ, поступивших из учтенных источников, от расходов ЗВ в замыкающем створе КУ:

$$D_T^k = \frac{M_T^k}{M_i^k} \times 100\%; D_r^k = \frac{M_r^k}{M_i^k} \times 100\%; D_c^k = \frac{M_c^k}{M_i^k} \times 100\%; D_{ж}^k = \frac{M_{ж}^k}{M_i^k} \times 100\%. \quad (10)$$

5) Для учета особенностей сезонных колебаний расходов воды в контрольном створе и поступления ЗВ в ВО от различных типов источников желательно проводить дополнительные расчеты D_x^k (где x – индекс одного из типов источников: т, г, с, ж) с учетом наилучших или характерных условий в контрольном створе.

Например, при расчете D_T^k (для выпусков сточных вод) желательно дополнительно рассчитывать M_i^k по данным гидрологического сезона с наименьшим значением осредненного расхода массы k -того ЗВ через замыкающий КУ створ:

$$M_i^k = \min_{m \in \overline{1, M}} \{ Me(C_{i,jm}^k \times W_{i,jm}^k) \} \times D. \quad (11)$$

При оценке влияния стока ЗВ с сельхозугодий (D_c^k) M_i^k желательно рассчитывать по данным гидрологических сезонов теплого времени года:

$$M_i^k = \frac{\sum_{m1=1}^{M1} Me(C_{i,jm1}^k \times W_{i,jm1}^k) \times L_{m1}}{\sum_{m1=1}^{M1} L_{m1}} \times D, \quad (12)$$

где $m_1 = 1, \dots, M_1$ – номера гидрологических сезонов, относящихся к теплomu времени года.

6) Если $D_x^k \geq 1\%$, то снижение поступления k -того ЗВ от источников типа x , расположенных на КУ, считается приоритетной водоохранной задачей. Такая высокая «чувствительность» (1%) установлена, исходя из принципа «предосторожности», с учетом возможных ошибок вычисления расходов масс ЗВ через замыкающий КУ створ. Эти ошибки связаны с тем, что в действующей системе наблюдений пробы отбираются чаще всего из одной точки на створе ВО, а степень неоднородности распределения ЗВ по сечению водотока может быть значительной (см. п. 2.5).

Упрощенно такую оценку влияния учтенных источников ЗВ можно, например, для точечных источников, представить так. Мысленно перенесем весь сброс k -того ЗВ в непосредственную близость от замыкающего створа КУ. Если даже в этих условиях при полном прекращении сброса масса k -того ЗВ, проходящая через замыкающий створ КУ (характеристика воздействия на бассейн реки), изменится не существенно ($D_T^k < 1\%$), то мероприятия по сокращению сброса k -того ЗВ на этом КУ не относятся к приоритетным в рамках долгосрочного бассейнового планирования.

7) После того как приоритеты по типам источников установлены, выбираются собственно источники (выпуски сточных вод, населенные пункты и т.п.), на которых следует проводить приоритетные мероприятия по сокращению поступления ЗВ в ВО. На КУ может находиться большое число выпусков сточных вод с существенно различающимися массами сброса приоритетного ЗВ. В случае $D_T^k \geq 1\%$, рекомендуется в число приоритетных водоохранных задач включать сокращение сброса по тем выпускам, доля каждого из которых от суммарной массы соответствующего ЗВ, поступающей от всех выпусков на КУ, составляет не менее 5%. Как показывает опыт, такие выпуски поставляют обычно более 80% от суммарной массы ЗВ, поступающей от всех выпусков на КУ.

В реальных условиях вполне вероятна ситуация, когда при наличии приоритетных ЗВ не удастся найти управляемые источники их поступления. В этом случае ставится задача получения дополнительной информации по источникам поступления ЗВ и/или уточнению ЦП. Соответствующие мероприятия включаются в число приоритетных.

В п. 3.3 показано, что примененные в предложенных алгоритмах упрощения в значительном числе распространенных ситуаций с соотношениями масс ЗВ, их концентраций и значений ЦП позволяют не упустить источники поступления ЗВ, целенаправленное воздействие на которые может иметь бассейновый водоохранной эффект.

3.4. Преимущества предложенного подхода. Использование предложенного методологического подхода к установлению целей и приоритетов водоохранной деятельности в речном бассейне обеспечивает: 1) выявление тех проблем загрязнения поверхностных ВО, обусловленность которых антропогенным воздействием не противоречит имеющимся данным

наблюдений; 2) определение задач, которые можно решить, воздействуя на управляемые источники поступления ЗВ; 3) выделение среди управляемых источников поступления ЗВ тех, водоохранные мероприятия на которых могут дать ощутимый бассейновый эффект.

Разработка и реализация программ водоохранных мероприятий на основе таких приоритетов способствуют повышению эффективности использования средств, реальному улучшению состояния ВО.

Глава 4. ПРИМЕР УСТАНОВЛЕНИЯ ЦЕЛЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И ПРИОРИТЕТОВ ВОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ВЕРХНЕЙ И СРЕДНЕЙ ОБИ

В главе приводится пример использования методологии построения водоохранной стратегии на Верхней и Средней Оби.

4.1 Расчетные участки. На основе разработанной методики выделено 11 РУ (Рисунок 10, см. так же п. 2.2). Отметим, что установленные границы РУ не противоречат результатам ландшафтно-гидрологического районирования (А.Н. Антипов, О.В. Гагаринова, В.Н. Федоров, 2007) и типизации вод бассейна, основанной на их минерализации (Т.С. Папина и др., 2012). РУ представляют результат более детального учета дифференциации природных условий формирования качества поверхностных вод Верхней и Средней Оби на развитой методологической основе.



Рисунок 10 – Схема расчетных участков Верхней и Средней Оби: РУ-3 – номер расчетного участка (участки выделены цветом); Обь-3 – название спецучастка; — — — — — граничный створ спецучастка.

В п. **4.1.1** приводится детальное описание РУ с указанием их ландшафтно-геохимических и пр. особенностей. Приведем здесь краткое описание РУ.

РУ-1. Состав: подбассейны р. Бия, р. Катунь, верховья р. Алей. ВХУ: 13.01.01.001, 13.01.01.002, 13.01.01.003, 13.01.02.001. Особенности: Физико-географическая область (ФГО): Алтайская горная. Радиальная миграция на большей части участка меньше латеральной ($R < L$). Классы водной миграции (КВМ): H^+ , $Fe^3 \rightarrow Ca^{2+}$ (\rightarrow применена для обозначения смены показателя от истоков к устьям дренирующих РУ притоков 1-го порядка). Миграционно-аккумулятивные процессы (МАП): детрито-глее-оксидогенез \rightarrow гумато-

кальцитогенез. Гидрохимия рек – гидрокарбонатный класс (*ГК*): <200 мг/л в период низких уровней теплого времени года; модуль речного стока органических веществ, т/км²/год (*МО*): 1-2. Многочисленные месторождения минерального сырья.

РУ-2. Левобережье Оби от Бийска до Барнаула (включая подбассейны р.р. Ануй, Песчаная, Чарыш, Алей). ВХУ: 13.01.02.002, 13.01.02.003 лб⁴ (левобережная часть бассейна до впадения р. Алей). *ФГО*: Алтайская горная → лесостепная. $R < L \rightarrow R = L$. *КВМ*: H^+ , $Fe^3 \rightarrow Ca^{2+}$. *МАП*: детрито-глее-оксидогенез → гумато-кальцитогенез. *ГК*: от <200 до > 1000; *МО*: 1-2 (>10 р. Алей). Высокая распаханность в нижнем течении. Месторождения черных и цветных металлов. Включение подбассейна р. Алей, находящегося средней и нижней частью в лесостепной *ФГО* обусловлено, с одной стороны, сходством последовательностей ландшафтов, с другой стороны, отсутствием в подбассейне эталонных ПКК.

РУ-3. Правобережье Оби от Бийска до левобережья р. Бердь без бассейна р. Чумыш, левобережье Оби от бассейна р. Алей (искл.) до Новосибирска. ВХУ: 13.01.02.003 (правобережная часть бассейна и левобережная от впадения р. Алей), 13.01.02.005, исключая р. Бердь и ее правобережье. *ФГО*: лесостепная. $R = L$. *КВМ*: Ca^{2+} . *МАП*: гумато-кальцитогенез. *ГК*: до 500; *МО*: >10 (левый берег), 2-4 (правый берег). Высокая распаханность. Месторождения бурого угля.

РУ-4. Бассейн р. Чумыш, бассейн р. Иня, р. Бердь и ее правобережье. ВХУ: 13.01.02.004, 13.01.02.006, часть 13.01.02.005. *ФГО*: Кузнецко-Салаирская горная → лесостепная (лесная для р. Иня). $R < L \rightarrow R = L$. *КВМ*: H^+ , $Fe^3 \rightarrow Ca^{2+}$. *МАП*: детрито-глее-оксидогенез → гумато-кальцитогенез. *ГК*: 200-500; *МО*: 2-4. Высокая распаханность в нижнем течении. Месторождения бурого угля. Включение в РУ подбассейна р. Иня обусловлено отсутствием на нем эталонных ПКК и близостью основных ландшафтно-геохимических характеристик.

РУ-5. Бассейн р. Томь без низовьев в пределах Кузнецко-Салаирской горной области. ВХУ: 13.01.03.001, 13.01.03.002, 13.01.03.003. *ФГО*: Кузнецко-Салаирская горная. $R < L \rightarrow R = L$. *КВМ*: H^+ , $Fe^3 \rightarrow Ca^{2+}$. *МАП*: детрито-глее-оксидогенез → гумато-кальцитогенез. *ГК*: 200-500; *МО*: 2-4. Месторождения черных и цветных металлов, урана, бурого угля, фосфоритов, горнотехнического сырья. РУ-5 отличается от РУ-4 комбинацией ландшафтов.

РУ-6. Бассейн р. Чулым в границах ВХУ 13.01.04.001, бассейн р. Кия от истока до впадения р. Тяжин (212 км от устья), включая бассейны рек Тяжин и Антибес. ВХУ: 13.01.04.001, 13.01.04.002 (часть 1). *ФГО*: Кузнецко-Салаирская горная → лесная. $R < L \rightarrow R \approx L$. *КВМ*: H^+ , $Fe^3 \rightarrow Ca^{2+} \rightarrow H^+$, $H^+ - Fe^{2+}$. *МАП*: детрито-глее-оксидогенез → гумато-кальцитогенез → детрито-глее-оксидогенез. *ГК*: 200-500; *МО*: 2-4. Месторождения цветных и редких металлов, каменного угля.

⁴ лб – левобережная часть бассейна, подбассейна, ВХУ (по контексту).

РУ-7. Левобережье Оби от Новосибирска до бассейна р. Васюган включительно (Васюганская равнина). ВХУ: 13.01.02.007 лб, 13.01.05.001 лб, 13.01.07.001 лб, 13.01.08.001. *ФГО*: Лесная + лесостепная (на южной оконечности до 2912 км от устья р. Обь). $W+(r,l)$ (почвенно-грунтовые потоки + радиальные и латеральные малой интенсивности) $\rightarrow R=L$. *КВМ*: $H^+-Fe^{2+} \rightarrow H^+, H^+-Fe^{2+} + Ca^{2+}$ на южной оконечности. *МАП*: детрито-хелато-глее-оксидогенез + гумато-кальцитогенез на южной оконечности. *ГК*: <200, на юго-западной оконечности до 500; *МО*: от >10 на юге, до 1-2 на севере. Месторождения вольфрама (юг) и нефти (Васюган). Характеризуется избыточным увлажнением, большим скоплением поверхностных вод, очень сильной заболоченностью, достигающей 50-60% общей площади.

РУ-8. Бассейн р. Томь в пределах ВХУ 13.01.03.004, бассейн р. Чулым от Ачинска до устья (без «Чулым 1»), бассейн р. Кеть от истока до 863 км включительно – (впад. р. Еловая), по правобережной части бассейна граница проходит по водоразделу р. Бол. Урашная и р. Болотная, далее по водоразделу р. Мал. Урашная и р. Кельма, и далее по водоразделу р. Кельма вплоть до границы ВХУ, левобережье р. Кеть от 862 км до устья. ВХУ: 13.01.02.007 пб⁵, 13.01.03.004, 13.01.05.001 пб, 13.01.04.002 (часть 2), 13.01.04.003, 13.01.06.001 (часть 1). *ФГО*: лесная. $R \approx L$. *КВМ*: H^+, H^+-Fe^{2+} . *ГК*: <200; *МО*: 2-4. Характерны полугидроморфные почвы, приуроченные к слабодренированным элементам рельефа с временным застоем поверхностных вод или высоким стоянием почвенно-грунтовых вод. В почвах развивается торфяной горизонт. Месторождения каменного угля.

РУ-9. Левобережье Оби от впадения р. Васюган до впадения р. Иртыш (без подбассейнов рек Васюган и Иртыш). ВХУ: 13.01.09.001 лб, 13.01.11.001 лб, 13.01.11.002 лб. *ФГО*: лесная. $(R \approx L) + (W + R > L + W)$ ($W + (r,l)$). *КВМ*: $H^+-Fe^{2+} + H^+, H^+-Fe^{2+}$. *ГК*: <200; *МО*: 1-2. Болотные ландшафты с застойным водным режимом и близким залеганием грунтовых вод. Месторождения нефти.

РУ-10. Правобережье Оби от правобережья Кети (с 862 км от устья) до р. Вах (бассейны левых притоков р. Вах, исключая р. Вах). ВХУ: 13.01.06.001 (часть 2), 13.01.07.001 пб, 13.01.09.001 пб, 13.01.10.001 лб. *ФГО*: лесная. $(R \approx L + W) + (W + (r,l))$. *КВМ*: H^+-Fe^{2+} . *МАП*: детрито-хелато-глее-оксидогенез. *ГК*: <200; *МО*: 1-2. Распространены ледниковые и флювиогляциальные формы рельефа, озерно-ледниковые равнины. Области избыточного увлажнения. Заболоченность территории достигает 50%, а в отдельных местах – 60-70%. Месторождения нефти.

РУ-11. Правобережье Оби от р. Вах (включая правобережную часть ее подбассейна) до впадения р. Иртыш. ВХУ: 13.01.10.001 пб, 13.01.11.001 пб, 13.01.11.002 пб. *ФГО*: лесная. $(R > L) + (R \approx L + W) + (W + (r,l))$. *КВМ*: $H^+ + H^+-Fe^{2+}$. *ГК*: <200; *МО*: 2-4. Прерывистая и островная многолетняя мерзлота, 70% территории покрыто болотами верховыми сфагновыми и бугристыми. Месторождения нефти и газа.

⁵ пб - правобережная часть бассейна, подбассейна, ВХУ (по контексту).

Как видим, основанное на предложенных подходах выделение РУ позволяет учесть территориальную дифференциацию природных условий в крупном речном бассейне в условиях недостаточности информации, поставляемой системой государственного мониторинга водных объектов (2-е защищаемое положение).

4.1.2 Спецучастки. Крупные реки, такие как Обь, пересекают границы РУ, а такие, например, как Кеть, протекают вдоль границ между РУ. Для таких водотоков или участков водотоков выделено 9 СУ (Рисунок 10, Таблица 2).

Таблица 2 – Спецучастки Верхней Оби

Обозначение	Описание
Обь-1	р. Обь от слияния рек Бии и Катунь до впадения р. Чумыш
Обь-2	р. Обь от впадения р. Чумыш до нижнего бьефа Новосибирского водохранилища
Обь-3	р. Обь от нижнего бьефа Новосибирского водохранилища до впадения р. Томь
Обь-4	р. Обь от впадения р. Томь до впадения р. Кеть
Обь-5	р. Обь от впадения р. Кеть до впадения р. Васюган
Обь-6	р. Обь от впадения р. Васюган до впадения р. Вах
Обь-7	р. Обь от впадения р. Вах до границы ВХУ 13.01.11.002
Кеть	р. Кеть от истока до устья
Вах	р. Вах от истока до устья

4.2. Расчет целевых показателей качества воды. Расчет ЦП по РУ/СУ и крупным озерам Верхней Оби произведен на основе исходных данных, содержащихся в БД-Обь. Наличие эталонных ПКК на РУ колебалось от 1 на РУ-3 до 8 на РУ-7. В результате проведенного анализа имеющихся данных и расчетов по приведенным в работе алгоритмам были определены значения ЦП. Там, где объем имеющихся данных не позволял, расчеты сезонных значений ЦП не производились. Поскольку предполагается, что оценка состояния ВО (сравнение наблюдаемых концентраций ЗВ с ЦП) должна проводиться один раз в год, по результатам годового цикла наблюдений, в практических целях предлагается использовать, главным образом, годовые значения ЦП (Таблица 3). Произведены также расчеты по 9 СУ и 5 озерам.

Таблица 3 – Значения годовых ЦП по расчетным участкам (кратно ПДК_{рх})

Наименование ЗВ	ПДК _{рх} , мг/дм ³	РУ										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Азот аммонийный	0,4	1	0	1	1	1	0	2	0	4	2	1
Азот нитратный	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Азот нитритный	0,02	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Алюминий	0,04	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
АСПАВ	0,1*	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
БПК ₅	2*	1	1	2	1	1	1	2	2	1	1	1
Железо общее	0,1	1	2	1	2	1	5	6	2	18	13	17
Кадмий	0,005	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Кальция ионы	180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Наименование ЗВ	ПДК _{рх} , мг/дм ³	РУ										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Кислород	4*	2	3	3	3	2	3	2	2	2	1	2
Магния ионы	40	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Марганец	0,01	1	1	2	1	0	6	7	1	17	1	14
Медь	0,001	3	1	1	3	0	6	2	0	19	1	16
Нефтепродукты	0,05	3	5	4	8	2	1	8	4	10	9	2
Никель	0,01	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0
Окисляемость бихроматная (ХПК)	15*	1	1	1	1	1	1	4	1	4	2	3
Ртуть	0,00001	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Свинец	0,006	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Сульфатные ионы	100	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Сумма Na и K	170	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Сумма ионов	1000*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Фенолы летучие	0,001	3	2	1	2	4	2	2	3	3	2	1
Фосфаты	0,2	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
Фториды	0,75	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1
Хлоридные ионы	300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Хром 6+	0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Цинк	0,01	0	0	0	0	0	4	0	0	3	1	2

Примечания: ■ – значение ЦП определено по эталонным ПКК типа «а»; ■ – типа «б»; ■ – типа «в»; ■ – по ПКК, выше которых имеются выпуски сточных вод (нет данных по эталонным ПКК); ■ – значение ЦП уточнено по ПКК, выше которых имеются выпуски сточных вод (мало данных по эталонным ПКК); ■ – значение ЦП установлено на уровне ПДК_{рх} (нет данных); * – ПДК_{рх} нет, значения приведены по Приложению 1 «Инструкции по заполнению журналов ГХЗ» автоматизированной информационной системы «Качество поверхностных вод» (АИС КПВ) Росгидромета.

Значения ЦП по азоту нитритному и нитратному, фосфатам, хлоридам, шестивалентному хрому – не превышают ПДК_{рх}. По всем другим показателям имеются превышения, а по некоторым – весьма значительные. Значения ЦП отражают природные особенности РУ, а также не выявленные антропогенные воздействия. Обусловленность природными факторами высоких концентраций некоторых ЗВ в Подбассейне подтверждается в ряде работ (например, В.А. Земцов, 2004; О.Г. Савичев, 2005; Ю.И. Винокуров и др., 2012).

Приведенный пример показывает, что разработанные алгоритмы определения ЦП для РУ/СУ обеспечивают учет природных и неидентифицированных антропогенных факторов при установлении долгосрочных целей водоохранной деятельности в крупном речном бассейне (3-е защищаемое положение).

4.3. Уточнение значений целевых показателей и определение приоритетных загрязняющих веществ. В соответствии с разработанными алгоритмами было произведено уточнение значений ЦП по всем ПКК. Ниже (Таблица 4) представлены примеры уточненных значений ЦП по нескольким ПКК с результатами оценки «природной» (ЦП) и «антропогенной» составляющей в концентрациях ЗВ.

Таблица 4 – Примеры уточненных ЦП в долях ПДК_{рх}

ВО; км от устья (расположение)	РУ	Загрязняющие вещества													Гистограммы «природного» и «антропогенного» содержания ЗВ (кратно ПДК _{рх})			
		Cl	Cu	Fe	Mg	Mn	NH ₄	NO ₂	Na+K	PO ₄	SO ₄	Zn	БПК	Мнр			Нфт	Фил
р. Кокши; 0,4	1	0	-	1	0	-	1	0	0	0	0	-	1	0	2	3	1	
р. Барнаулка; 0,5 (в черте г. Барнаул)	3	0	1	1	1	-	1	1	0	0	0	0	2	0	4	1	1	
р. Томь; 542,5 (30 км ниже г. Ново-Кузнецк)	5	0	0	1	0	0	1	0	-	0	0	0	1	0	2	4	1	

Примечания: 1) «-» в таблице означает отсутствие данных на ПКК; 2) на графиках приведены среднегодовые значения (медианы) показателей качества воды; 3) обозначения: Мнр – сумма ионов; Нфт – нефтепродукты; ХПК – окисляемость бихроматная; Cl – хлориды (остальные ЗВ – в соответствии с принятыми химическими обозначениями); ■ – значение ЦП («природное» содержание); ■ – превышение над ЦП («антропогенное» загрязнение, приоритетные ЗВ).

4.4 Установление приоритетов водоохранной деятельности для Верхней и Средней Оби. Приоритеты водоохранной деятельности были установлены в соответствии с разработанными алгоритмами. Приведем пример расчета (Таблица 5) для установления приоритетов среди точечных источников поступления ЗВ по КУ-52 (Рисунок 11) с замыкающим створом ПКК-90 (Таблица 4) в 30 км ниже г. Новокузнецка.

Таблица 5 – Оценка возможного влияния точечных источников на качество воды в замыкающем створе КУ-52

ЗВ	Масса, кг/сут.					Д _г	ПР
	М _г	М	М _з	М _б	М _{б-з}		
Азот аммонийный	669	36723	14474	90800	911	73	1
Азот нитратный	4582	38445	13821	91200	9841	47	4
Азот нитритный	71	1938	647	4187	125	56	1
Азот общий	5322	211251	79293	510103	29801	18	1
БПК ₅	2683	133731	23086	134011	11681	22	4
Взвешенные в-ва	8791	664669	49381	927621	25364	23	4
Железо	40	13451	543	45823	435	35	4
Кремнекислота	472	106153	15470	160726	9139	5	4
Марганец	8,6	3	8	5	16	+	4
Медь	1,6	0	0	4	11	+	4
Нефтепродукты	36	5204	2613	6303	220	16	3

ЗВ	Масса, кг/сут.					Д _г	ПР
	М _г	М	М _з	М _б	М _{б-з}		
С П А В	6,9	69	76	9	27	77	4
Свинец	0,03	0	0	0	0	+	4
Сульфаты	27482	1136233	277443	1502172	122472	22	4
Сухой остаток	193257	7399546	2399841	10147088	1147971	17	4
Фенолы	0,13	152	22	64	0	+	3
Фосфор общий	537	5413	1446	8158	960	56	4
Фтор	382	10211	5223	12672	3663	10	4
Хлориды	14356	176746	75341	294684	22861	63	4
ХПК	117	754414	101088	681538	58277	0	–
Хром 6+	0,16	365	93	нд	нд	0	–
Цинк	5,4	72	0	95	5	+	4

Примечания: М_г – средняя суточная масса ЗВ, поступившая в поверхностные ВО на КУ по выпускам сточных вод в контрольном году; М – среднесуточный расход ЗВ в замыкающем створе КУ; М_з – среднесуточный расход ЗВ в замыкающем створе КУ, вычисленный по многолетним данным зимнего гидрологического сезона; М_б – среднесуточный расход ЗВ в замыкающем створе КУ за контрольный год; М_{б-з} – среднесуточный расход ЗВ в замыкающем створе КУ, вычисленный по данным зимнего гидрологического сезона контрольного года; Д_г – процент массы ЗВ, поступающей от точечных источников, от минимального из расходов ЗВ через замыкающий створ КУ; М, М_з, М_б, М_{б-з}. В случае, когда расчеты дают более 100% (в т.ч. при нулевом в рамках принятой точности минимальном расходе ЗВ) в соответствующей графе проставляется «+». Такие случаи могут быть обусловлены тем, что мы рассматриваем схему с целым рядом допущений (в частности, не учитываем удаления источника ЗВ от контрольного створа и пр.). В рамках поставленной задачи такие «+» рассматриваются как сигналы для присвоения мероприятиям по сокращению поступления этого ЗВ соответствующего приоритета; ПР – установленный приоритет; «–» в этой графе означает, что по соответствующему ЗВ не установлена потребность проведения приоритетных мероприятий.

Как и предусмотрено в алгоритме установления приоритетов водоохранной деятельности (п 3.3.2), массы ЗВ, поступившие от точечных источников, сопоставляются не только со среднесуточными массами ЗВ, проходящими через замыкающий створ, но и с расходами масс в зимнюю межень.

Доля источников приоритетных ЗВ (азот аммонийный и нитритный – приоритет 1; азоту общему присвоен приоритет по наивысшему приоритету из соединений азота – 1; фенолы нефтепродукты – 3) в расходе масс на замыкающем створе оказалась больше 1%. Водоохраным мероприятиям по снижению поступления этих ЗВ от управляемых источников присвоен соответствующий приоритет. По ряду неприоритетных ЗВ выявлено, что вклад управляемых источников в общий расход масс ЗВ на замыкающем ПКК значителен. Приоритет мероприятиям по сокращению сброса этих ЗВ – 4.

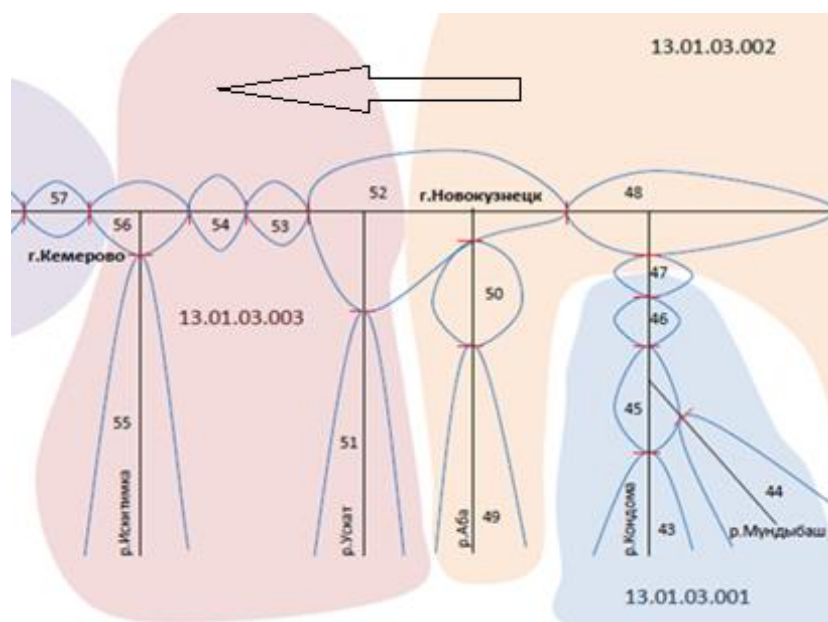


Рисунок 11 – Фрагмент схемы контрольных участков в подбассейне р. Томь: 13.01.03.002 (+цвет) – ВХУ; 57 - КУ: контур, номер, замыкающий створ.

После определения приоритетов по типам источников поступления ЗВ определяются собственно приоритетные источники (Таблица 6).

Таблица 6 – Пример перечня основных точечных источников поступления приоритетных ЗВ

ПР	ЗВ	М _т , т	%Д _т	ОЧ	Наименование предприятия	ВО; расст. от устья до выпуска, км
1	Азот аммонийный	132,95	54	ЗБ	ОАО Западно-Сибирский металлургический комбинат	оз. Узкое
		65,34	27	ЗН	ООО СПК Чистогорский	р. Есаулка; 1
		23,40	10	ЗН	ЗАО Водоканал г. Новокузнецк	р. Томь; 558
1	Азот нитритный	20,19	78	ЗБ	ОАО Западно-Сибирский металлургический комбинат	оз. Узкое
		3,82	15	ЗН	ЗАО Водоканал г. Новокузнецк	р. Томь; 558
3	Нефтепродукты	4,10	31	ЗБ	ОАО Западно-Сибирский металлургический комбинат	Черная речка; 1
		2,30	18	ЗБ	ОАО Западно-Сибирский металлургический комбинат	оз. Узкое
		2,10	16	ЗН	ЗАО Водоканал г. Новокузнецк	р. Томь; 558
		0,95	7	ЗН	ОАО ОУК ЮКУ филиал Шахта Кушеяковская	р. Есаулка; 31
		0,80	6	ЗБ	ООО ЕВРАЗЭК	р. Конобениха; 3
3	Фенолы	0,04	88	ЗН	ООО СПК Чистогорский	р. Есаулка; 1

Примечания: 1) ПР – приоритет; 2) %Д_т – доля выпуска сточных вод в суммарной массе сброса соответствующего ЗВ точечными источниками на КУ; 3) ОЧ – категория очистки сточных вод на выпуске: ЗБ – сброс загрязненных сточных вод без очистки; ЗН – сброс недостаточно очищенных сточных вод; 4) Наименование предприятия приводится по данным формы 2-ТП(водхоз).

На рассматриваемом КУ имеется 3 водопользователя, осуществляющих основной вклад в сброс ЗВ, которым присвоен приоритет 1. Мероприятия по совершенствованию очистки сточных вод на этих предприятиях включаются

в программу СКИОВО с приоритетом 1 и могут в первую очередь претендовать на предусмотренные государственные преференции.

Как видно, сопоставление актуальных показателей качества воды с ЦП, а также масс ЗВ, поступающих от различных источников, с их содержанием в ВО позволяет определить приоритеты водоохранной деятельности в речном бассейне (4-е защищаемое положение).

Результаты расчетов ЦП и определения приоритетов водоохранной деятельности по Верхней и Средней Оби вошли в СКИОВО по бассейну р. Обь (утв. Прик. Нижне-Обского БВУ от 25.08.2014 № 285).

Глава 5 МЕХАНИЗМЫ УЧЕТА ЦЕЛЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ВОДЫ ПРИ РЕГЛАМЕНТАЦИИ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ НА ОСНОВЕ НДТ

ФЗ-219 разделяет все объекты, оказывающие негативное воздействие на окружающую среду, на 4 категории. По объектам I категории (значительное негативное воздействие на окружающую среду) необходимо получить Комплексное экологическое разрешение (КЭР), а по объектам II категории (умеренное негативное воздействие) можно получить КЭР при наличии соответствующих отраслевых информационно-технических справочников по НДТ.

КЭР выдается при условии достижения (или наличия программы достижения) сбросов ЗВ на уровне или лучше технологических нормативов, которые устанавливаются в соответствии с показателями НДТ по перечням ЗВ и значениям допустимых масс/концентраций из справочников (далее технологические нормативы будем обозначать – НДТ). Оценка состояния ВО предусмотрена в обязательной Программе производственного экологического контроля, но никаких дополнительных мер по ее результатам не прописано. Таким образом, собственно качество воды в ВО в случае соблюдения НДТ не является объектом регулирования.

При этом вполне очевидно, что экологические последствия сброса ЗВ в пределах НДТ могут существенно зависеть от водности ВО – приемника сточных вод (чем выше степень разбавления, тем меньше «вред»). На конкретном ВО для соблюдения установленных ЦП может потребоваться поиск и внедрение новых технологий (лучше НДТ, имеющихся в справочниках), либо закрытие объекта, либо пересмотр ЦП для этого ВО. В ФЗ-219 нет описания соответствующих инструментов. Если их не предусмотреть в подзаконных актах, то при достижении НДТ нет вообще никаких мотивов для дальнейшего снижения сброса и, следовательно, для предусмотренного в ФЗ-219 обновления 1 раз в 10 лет справочников НДТ. Действительно, одним из критериев выбора НДТ является «промышленное внедрение этой технологии на двух и более объектах, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду». Однако собственники объектов не будут тратить средства на внедрение новых технологий, если достигнутые показатели «старых» НДТ освобождают их от платы за загрязнение ВО (по ФЗ-219). Значит стимулированием разработки и внедрения

«новых» НДТ должно заниматься государство. Но для этого тоже нужны четкие, обусловленные нормативными актами критерии.

Для увязки разработки и внедрения НДТ с целями водоохранной деятельности, установленными для речного бассейна, предлагается при выдаче разрешительных документов учитывать ЦП, назначенные по изложенным в работе алгоритмам.

Предлагаемая процедура выдачи КЭР (Рисунок 12). По ФЗ-219 в заявке на КЭР указываются расчетные значения НДС только по опасным ЗВ. Предлагается для оценки достижимости целевого состояния ВО после внедрения НДТ дополнительно представлять расчет НДС по всем ЗВ, сброс которых регламентируется соответствующим справочником НДТ. Расчет НДС базируется (во всяком случае, до утверждения нормативов качества воды, учитывающих природные особенности) на условии достижения ЦП в контрольном створе ВО. В качестве переходного варианта можно предложить рассчитывать НДС на основе ЦП только для ЗВ с установленным приоритетом 1 (см. п. 3.3.1).

КЭР для вновь вводимых («новых») объектов I категории выдается только, если, в частности, характеристики сброса сточных вод соответствуют НДТ. Если при этом достигается НДС, то КЭР выдается на 7 (14 – в особых случаях) лет. Если НДС не достигается по опасным ЗВ – КЭР не выдается. Если не достигается НДС по прочим ЗВ (из соответствующего справочника НДТ), то КЭР не выдается. В качестве исключения КЭР выдается в случае отсутствия утвержденных ЦП до момента их утверждения, но не более чем на 3 года. После этого срока вопрос выдачи КЭР решается вновь на условиях действующего объекта.

Для действующих объектов I категории КЭР выдается на 7(14) лет (при наличии Программы повышения экологической эффективности – ППЭЭ) с возможностью продления при выполнении определенных условий. При первом обращении с заявкой на выдачу КЭР в ППЭЭ включаются мероприятия по достижению показателей НДТ. При этом должна быть

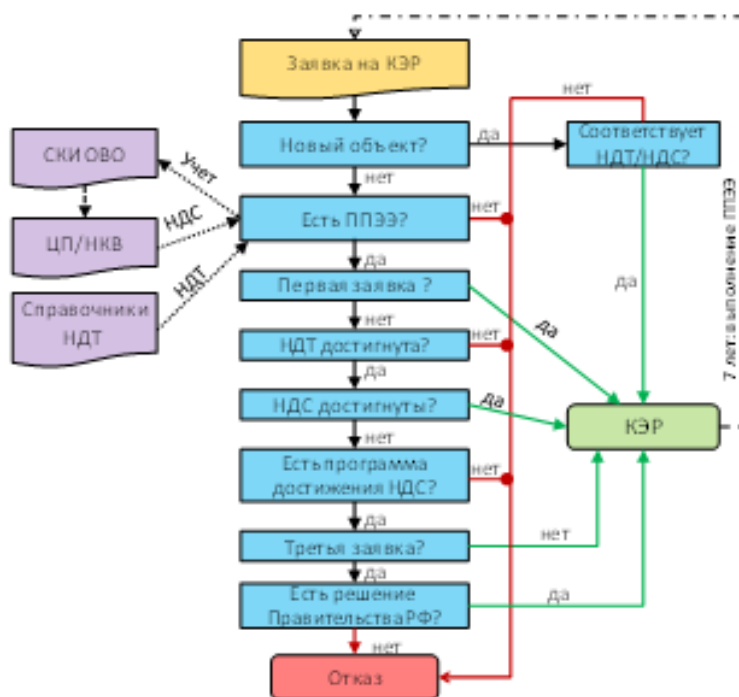


Рисунок 12 – Принципиальная блок-схема процедуры выдачи/продления комплексного экологического разрешения.

проведена оценка достижения НДС (по меньшей мере для ЗВ приоритета 1). КЭР выдается независимо от условия достижения НДС. Однако в случае прогнозируемого недостижения НДС (при соблюдении НДТ) в ППЭЭ включаются мероприятия по разработке/поиску технологий, которые обеспечат поэтапное достижение НДС.

По завершению срока действия КЭР подается заявка на его продление. Продление осуществляется на следующие 7 лет. Обязательным условием первого продления КЭР является выполнение ППЭЭ и достижение показателей НДТ. В случае недостижения НДС в ППЭЭ включаются мероприятия по его достижению. Повторное продление КЭР (третья заявка на КЭР) при недостижении НДС возможно только по решению Правительства РФ на основании представления Бассейнового совета. Представление Бассейнового совета может быть оформлено только при наличии существенных аргументов по невозможности закрытия/перепрофилирования объекта и при наличии ППЭЭ на следующие 7 лет, обеспечивающей достижение НДС. Третье продление КЭР при недостижении НДС невозможно.

Таким образом, максимально возможный срок на достижение НДТ – 7 (14) лет с момента выдачи КЭР, на достижение НДС – 14 лет (21 год), или до 21 года (28 лет) по решению Правительства РФ.

Для объектов II категории при наличии соответствующих НДТ в действующих Справочниках применяются те же процедуры, что и для объектов I категории. В главе приведен и алгоритм установления временно разрешенных сбросов для объектов II и III категории.

Предложенная процедура позволяет:

- добавить в систему управления водопользованием на основе НДТ недостающие элементы по учету водоохранных требований на конкретном ВО;
- увязать выдачу разрешительных документов с задачей достижения целевого состояния ВО, закрепленного в СКИОВО.

Таким образом, **установление НДС на основе ЦП при выдаче КЭР и согласовании временно разрешенных сбросов обеспечивает интеграцию технологического нормирования в систему долгосрочного государственного планирования водоохранной деятельности (5-е защищаемое положение).**

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный в диссертационной работе анализ действующего научно-методического обеспечения оценки качества воды поверхностных водных объектов, оценки и регулирования антропогенного воздействия на водные объекты, практических подходов к долгосрочному планированию водоохранных мероприятий в речных бассейнах (СКИОВО) выявил настоятельную необходимость разработки методологических основ установления целей и приоритетов водоохранной деятельности

(водоохранной стратегии) в речном бассейне с учетом территориальной дифференциации природных условий формирования качества поверхностных вод.

Анализ природных и антропогенных факторов формирования качества поверхностных вод подбассейна Верхней и Средней Оби, включая анализ многолетних данных наблюдений, позволил сделать следующие выводы.

- 1) Сверхнормативное (по отношению к ПДК_{рх}) содержание многих ЗВ наблюдается в ПКК, не подверженных идентифицированному антропогенному воздействию.
- 2) Влияние точечных источников на качество воды в бассейне может быть незначительным даже для крупнейших промышленных центров. Заметный вклад в антропогенное формирование качества воды может давать поверхностный сток с территорий городов, с сельхозугодий и т.п.
- 3) Различия природно-климатических условий по участкам бассейна оказывают существенное влияние на содержание ЗВ в поверхностных водах, в то же время установление достоверных детерминированных или статистических описаний зависимостей концентраций ЗВ от тех или иных природных факторов крайне затруднительно.
- 4) Ряды наблюдений за концентрациями ЗВ в большом числе случаев не отвечают нормальному закону распределения случайных величин. По этой причине при оценке рядов наблюдений следует использовать непараметрические оценки (медиана, квартиль и т.п.) и непараметрические критерии (Манна-Уитни и т.п.).
- 5) Ограниченность, сложная природа и статистическая неоднородность рядов наблюдений за показателями качества воды значительно сужает возможности статистических методов (например, кластерного анализа) для территориальной дифференциации показателей качества воды. В этих условиях дифференциацию следует основывать на анализе географической информации по природным факторам формирования качества поверхностных вод. В качестве основы для такого анализа могут быть рекомендованы ландшафтно-геохимические карты.
- 6) Неоднородность содержания ЗВ по поперечному сечению ВО может быть значительной, что следует учитывать при расчете баланса масс ЗВ при использовании данных, полученных (чаще всего) в одной точке створа.

На основе проведенных исследований в работе предложены методологические основы разработки водоохранной стратегии для крупных речных бассейнов с учетом территориальной дифференциации природных и антропогенных факторов формирования качества воды, включая:

- понятийную базу;
- методический подход и алгоритмы установления целевых показателей качества воды поверхностных водных объектов;
- методику зонирования речного бассейна с целью учета территориальной дифференциации природных факторов формирования качества поверхностных вод;

- методический подход и алгоритмы установления приоритетов водоохранной деятельности для крупных речных бассейнов.

Использование предложенных подходов и алгоритмов при государственном долгосрочном планировании водохозяйственных мероприятий для крупных речных бассейнов обеспечивает:

- выявление тех проблем загрязнения поверхностных водных объектов, обусловленность которых антропогенным воздействием не противоречит имеющимся данным наблюдений;
- определение водоохраных задач, которые можно решить, воздействуя на управляемые источники поступления загрязняющих веществ (как точечные, так и рассредоточенные);
- выделение среди управляемых источников поступления загрязняющих веществ тех, водоохраные мероприятия на которых дадут ощутимый эффект, что может стать объективным основанием для предоставления предусмотренных законом государственных преференций при реализации таких мероприятий;
- обоснование мер по сбору дополнительной информации, развитию системы мониторинга;
- учет накопленной информации в процессе регламентированной корректировки планов.

Разработка и реализация программ водоохраных мероприятий на основе приоритетов, установленных по предложенным автором алгоритмам, способствует повышению эффективности использования имеющихся финансовых ресурсов, реальному улучшению состояния водных объектов. В работе предложены процедуры, позволяющие увязать внедряемое регулирование воздействий на окружающую среду на основе показателей НДТ с водоохраными приоритетами в речном бассейне, выраженными в виде целевых показателей качества воды.

Практическая применимость предложенных подходов подтверждена на приведенном в работе примере установления ЦП и приоритетов водоохранной деятельности в подбассейне Верхней и Средней Оби, а также их использованием при разработке СКИОВО по другим бассейнам, получивших положительные заключения государственной экологической экспертизы, утвержденных и реализуемых. Предложенные определения, процедуры и алгоритмы готовы к повсеместному применению в рамках действующей системы управления водными ресурсами и водопользованием в Российской Федерации.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

а) Работы в изданиях, рекомендованных ВАК

1. Черняев А.М., Прохорова Н.Б., Беляев С.Д. Вода и проблемы выживания // Мелиорация и водное хозяйство. 1998. № 3. С. 50-51.
2. Концепция государственной политики устойчивого водопользования в Российской Федерации (проект) // Гидротехническое строительство. 1998. №8. С. 5-24⁶.
3. Беляев С.Д., Прохорова Н.Б., Черняев А.М. Государственная водная политика: цель, основные направления реализации и принципы // Водное хозяйство России. 1999. № 1. С. 3–13.
4. Беляев С.Д., Черняев А.М. Стратегия водоохранной деятельности на основе целевых показателей состояния водных объектов // Мелиорация и водное хозяйство. 1999. № 2. С. 52-55.
5. Беляев С.Д., Черняев А.М. Государственная водная политика: обеспечение постоянного и планомерного снижения вредных воздействий на водные объекты // Водное хозяйство России. 1999. Т. 1. №2. С. 3-14.
6. Беляев С.Д., Черняев А.М. Гидроэкология: концепция охраны вод на основе идеологии целевых показателей // Инженерная экология. 1999. №6. С. 2-9.
7. Беляев С.Д., Черняев А.М. Государственная водная политика. Механизмы реализации // Водное хозяйство России. 1999. Т. 1. № 4. С. 345-364.
8. Беляев С.Д., Черняев А.М. Механизмы реализации государственной водной политики // Мелиорация и водное хозяйство. 2000. № 3. С. 20-24.
9. Беляев С.Д., Подуст А.Н., Прохорова Н.Б., Черняев А.М. Рекомендации по использованию и охране трансграничных водных объектов // Водное хозяйство России. 2003. Т. 5. № 1. С. 30-47.
10. Беляев С.Д. К вопросу о нормировании водопользования // Водное хозяйство России. 2004. Т. 6. № 5. С. 445-459.
11. Беляев С. Д. Предложения по использованию целевых показателей для нормирования водопользования в рамках нового Водного кодекса РФ // Водное хозяйство России. 2006. № 6. С. 3-26.
12. Беляев С.Д. Использование целевых показателей качества воды при планировании водохозяйственной деятельности // Водное хозяйство России. 2007. № 3. С. 3-17.
13. Беляев С.Д. Водный кодекс и практика нормирования // Водное хозяйство России. 2008. № 4. С. 4-14.
14. Беляев С.Д. О месте целевых показателей качества воды в СКИОВО // Водное хозяйство России. 2009. № 3. С. 61-78.
15. Беляев С.Д. Могиленских А.К., Одинцева Г.Я. Целевые показатели качества воды Камского бассейна // Водное хозяйство России. 2009. № 5. С. 35-48.
16. Рисник Д.В., Беляев С.Д., Булгаков Н.Г., Левич А.П., Максимов В.Н., Мамихин С.В., Милько Е.С., Фурсова П.В., Ростовцева Е.Л. Подходы к

⁶ Авторский коллектив: Беляев С.Д., Дальков М.П., Прохорова Н.Б., Черняев А.М.

нормированию качества окружающей среды. Законодательные и научные основы существующих систем экологического нормирования // Успехи современной биологии. 2012. Т. 132. №6. С: 531-550.

- 17.Беляев С. Д. и др. Установление приоритетов водоохранной деятельности в бассейне реки на основе целевых показателей качества воды (на примере бассейна реки Оби) // Водное хозяйство России. 2013. № 2. С. 6-25.
- 18.Беляев С.Д. Технологические нормативы и целевые показатели качества поверхностных вод // Водное хозяйство России. 2015. № 6. С. 18-36.
- 19.Беляев С.Д. К вопросу сравнения технологий по степени воздействия на окружающую среду при разработке справочников НДТ // Водное хозяйство России. 2016. № 3. С. 98-116.
- 20.Беляев С.Д. К вопросу учета пространственной дифференциации природной среды при планировании водоохраных мероприятий // Географический вестник = Geographical bulletin. 2017. №4(43). С. 81–96. doi 10.17072/2079-7877-2017-4-81-96.

б) Монографии и отдельные издания

- 21.Концепция водохозяйственной политики Свердловской области (Проект) / Беляев С.Д., Черняев А.М. Екатеринбург: «Виктор», 1997. 45 с.
- 22.Концепция государственной политики устойчивого водопользования в Российской Федерации (Проект) / Министерство природных ресурсов Российской Федерации. М.: «Мелиорация и водное хозяйство», 1998. 56 с.⁷
- 23.Россия: экономико-правовое управление водопользованием / под. ред. А.М. Черняева. Екатеринбург: ФГУП РосНИИВХ, «Аэрокосмология», 1999. 410 с.
- 24.Вода России. Экономико-правовое управление водопользованием / Под. ред. А. М. Черняева. Екатеринбург: ФГУП РосНИИВХ, АКВА-ПРЕСС, 2000 408 с.
- 25.Концепция государственной политики в сфере использования, восстановления и охраны водных объектов (проект) / Министерство природных ресурсов Российской Федерации. М. – Екатеринбург, 2000. 28 с.⁸
- 26.Концепция государственной политики в сфере использования, восстановления и охраны водных объектов в 1999-2006 годах / Министерство природных ресурсов Российской Федерации. М., 2000. 40 с.⁹

в) Зарубежные публикации

- 27.S. Belyaev, A. Chernyaev, A. Lvov. Concept of Sustainable Water Use In The Russian Federation (Main Principles). National Presentation // UN Commission's Inter-Sessional Working Group on Strategic Approaches to Freshwater Management, New York. 25 February 1998. Режим доступа: <http://www.un.org/esa/agenda21/natlinfo/niau/rusia-fw.htm> (дата обращения: 15.05.2000).

⁷ Авторский коллектив: Беляев С.Д., Дальков М.П., Прохорова Н.Б., Черняев А.М.

⁸ Авторский коллектив: Беляев С.Д., Дальков М.П., Прохорова Н.Б., Черняев А.М., с участием Михеева Н.Н., Быца И.Д., Куковьякина В.Ф., Островского Г.М.

⁹ Авторский коллектив: Быц И.Д., Черняев А.М., Прохорова Н.Б., Дальков М.П., Беляев С.Д.

- 28.N. Mikheev, A. Tchernyaev, S. Belyaev. Concept of a National Water Policy // The network newsletter / International network of basin organizations. Paris, France. 1998. №7. P. 23.
- 29.A. Chernyaev, S. Belyaev, N. Prokhorova, A. Lvov. Concept of National Water Policy of the Russian Federation // International conference on EU water management framework directive and Danubian countries. Bratislava, 1999. P. 49-69.
- 30.S. Belyaev, A. Chernyaev. Water Body Condition Objectives as Instrument of Water Management // International conference on EU water management framework directive and Danubian countries. Bratislava, 1999. P. 158-164.
- 31.S.D. Belyaev, A.M. Chernyaev, N.B. Prokhorova. Bases of Sustainable Water Use National Policy in Russia // Fourth USA/CIS Joint Conference "Hydrogeologic Issues for the 21-st Century: Ecology, Environment, and Human Health", November 7-10, 1999, San Francisco, California: American Institute of Hydrology. 1999. P. 38-39.
- 32.S. Belyaev, A. Chernyaev. Water body condition objectives as instrument of national water policy in Russia // New Trends in Water and Environmental Engineering for Safety and Life: Proceedings of an International Conference. Capri, Italy, 3-7 July 2000. Rotterdam, Brookfield: A.A. Balkema. 2000. P. 84.
- 33.Interstate distribution of water resources of transboundary watercourses and their rational use with due regard to water quality aspects: principles, approaches and recommendations // United Nations. Economic and Social Council. Economic Commission for Europe. Meeting of the parties to the Convention on the protection and use of transboundary watercourses and international lakes. Third meeting. Madrid, Spain, 26-28 November 2003. MP.WAT/2003/8. 34 p.¹⁰

г) прочие публикации

- 34.Черняев А.М., Беляев С.Д. Концепция государственной политики устойчивого водопользования // Бассейновый программно-целевой подход к управлению устойчивым водопользованием: докл. Междунар. науч.-практ. семинара. Тюмень, 1997. С. 5-14.
- 35.Черняев А.М., Беляев С.Д. Концептуальный подход к формированию водохозяйственной политики // IV Междунар. симп. и выст. «Чистая вода России»: тез. докл. Екатеринбург, 1997. С. 91-92.
- 36.Беляев С.Д., Черняев А.М. Новая идеология охраны вод // Экологические проблемы промышленных регионов: тез. докл. науч.-практ. семинара «Урал-экология-98». Екатеринбург, 1998. С. 25-26.
- 37.Беляев С.Д., Черняев А.М. Региональные стандарты и целевые показатели состояния водных объектов // Третий междунар. конгр. «Вода: экология и технология» ЭКВАТЭК-98: тез. докл. М., 1998. С. 576.
- 38.Беляев С.Д., Черняев А.М. Планирование водоохранной деятельности на основе целевых показателей состояния водных объектов // Экология, Экономика, Информатика. XXVI школа-семинар «Математическое

¹⁰ Авторский коллектив: Беляев С.Д., Одинцева Г.Я., Подуст АН., Прохорова Н.Б., Черняев А.М.

- моделирование в проблемах рационального природопользования» (14-19 сентября 1998 г.). Ростов-на-Дону: «Ирбис», 1998. С. 25-27.
- 39.Беляев С.Д., Черняев А.М. Целевые показатели состояния водных объектов как основа регулирования водохозяйственной деятельности // VI Горно-геол. форум «Природные ресурсы стран СНГ»: тез. докл. М., 1998. С. 202-203.
- 40.Беляев С.Д., Черняев А.М. Новый подход к регулированию водохозяйственной деятельности // V Междунар. симп. и выст. «Чистая вода России»: тез. докл. Екатеринбург, 1999. С. 11-13.
- 41.Беляев С.Д., Черняев А.М. Проблема загрязнения водоемов и ее решение на основе идеологии целевых показателей // Урал: наука, экология. Екатеринбург: УрО РАН, 1999. С. 384-395.
- 42.Беляев С.Д., Львов А.П., Черняев А.М. Целевые показатели состояния водных объектов как инструмент реализации государственной водной политики // VI Междунар. конгр. «Экология и здоровье человека»: тез. докл. Самара, 1999. С. 36-37.
- 43.Беляев С.Д., Львов А.П., Черняев А.М. Определение целевых показателей состояния водных объектов (на примере р. Чусовая) // Четвертый междунар. конгр. «Вода: экология и технология» ЭКВАТЭК-2000: тез. докл. М., 2000. С. 24-26.
- 44.Концепция государственной политики в сфере использования, восстановления и охраны водных объектов // Использование и охрана природных ресурсов России. Ежемес. бюл. 2000. №6. С. 36-46.¹¹
- 45.Беляев С.Д., Прохорова Н.Б. Методика определения целевых показателей состояния водных объектов (на примере р. Чусовая) // Экология, Экономика, Информатика. XXVIII школа-семинар «Математическое моделирование в проблемах рационального природопользования» (11-16 сентября 2000 г.): тез. докл. Ростов-на-Дону: СКНЦ ВШ, 2000. С. 36-38.
- 46.Беляев С.Д. Совершенствование механизмов нормирования вредного воздействия на водные объекты // VIII Междунар. симп. и выст. «Чистая вода России»: тез. докл. Екатеринбург, 2005. С. 7-8.
- 47.Прохорова Н. Б., Беляев С. Д., Поздина Е. А. Концепция Межрегиональной целевой программы использования, восстановления и охраны водных ресурсов Обь-Иртышского бассейна // VIII Междунар. симп. и выст. «Чистая вода России»: тез. докл. Екатеринбург, 2005. С. 81-88.
- 48.Беляев С.Д. Целевые показатели состояния водных объектов // Седьмой междунар. конгр. «Вода: экология и технология» ЭКВАТЭК-2006: материалы конгр. М., 2006. С. 449-450.
- 49.Беляев С.Д. Водный кодекс: целевые показатели как инструмент управления водопользованием // Эколого-гидрологические проблемы изучения и использования водных ресурсов: сб. науч. тр. Казань, 2006. С. 330-333.

¹¹ Авторский коллектив: Беляев С.Д., Дальков М.П., Прохорова Н.Б., Черняев А.М.

- 50.Беляев С.Д. Алгоритмы определения долгосрочных целевых показателей качества воды в водных объектах. [Электронный ресурс] // Восьмой междунар. конгр. «Вода: экология и технология» ЭКВАТЭК-2008: материалы конгр. М: SIBICO International Ltd, 2008.
- 51.Беляев С.Д. Алгоритм расчета долгосрочных целевых показателей качества воды в водном объекте. [Электронный ресурс] // X Междунар. симп. и выст. «Чистая вода России»: сб. докл. Екатеринбург, 2008. С. 296-301.
- 52.Беляев С.Д. Проблемы нормирования сброса сточных вод в водные объекты. [Электронный ресурс] // X Междунар. симп. и выст. «Чистая вода России»: сб. докл. Екатеринбург, 2008. С. 309-313.
- 53.Рисник Д.В., Беляев С.Д., Булгаков Н.Г., Левич А.П., Максимов В.Н., Мамихин С.В., Милько Е.С., Фурсова В.П., Ростовцева Е.Л. Обзор подходов к нормированию качества вод // Экологическая экспертиза. 2012. № 4. С. 2-47.
- 54.Беляев С.Д. Установление приоритетов водоохранной деятельности в бассейне реки [Электронный ресурс] CD-ROM // XII Междунар. симп. и выст. «Чистая вода России»: тез. докл. Екатеринбург, 2013. С. 30-32.
- 55.Беляев С.Д. Проблемы оценки качества природных вод и нормирования допустимых воздействий на них [Электронный ресурс] CD-ROM // XII Междунар. симп. и выст. «Чистая вода России»: тез. докл. Екатеринбург, 2013. С. 33.
- 56.Беляев С. Д. Алгоритм выбора приоритетных в масштабе бассейна реки водоохранных мероприятий // VII Всероссийский гидрологический съезд: тез. секционных докл. Секция 3. Проблемы качества вод, охраны водных объектов и их восстановления (60.pdf). Санкт-Петербург, 2013. С. 1-2. Режим доступа: <http://www.sibnigmi.ru/GidroCongress> (дата обращения: 10.06.2016).
- 57.Беляев С.Д. Достижение баланса между технологическими возможностями и экологическими требованиями в свете новаций законодательства // Наука и практика водного хозяйства. Екатеринбург: ФГУП РосНИИВХ, 2014. С. 224-244.
- 58.Беляев С.Д. Нормативы качества воды и наилучшие доступные технологии // Научное обеспечение реализации «Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 г.»: сб. науч. тр. Т. 1. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2015. С. 250-256.
- 59.Беляев С.Д. Новые возможности и новые проблемы на пути улучшения качества поверхностных вод после вступления в силу 219-ФЗ // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов: тр. Междунар. науч.-практ. конф. в 2 т. Т. II: Химический состав и качество воды. Геоэкология и водная экология / науч. ред. А. Б. Катаев, Е.А. Зиновьев. Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т, 2015. С. 12-17.
- 60.Беляев С.Д. Наилучшие доступные технологии и целевые показатели качества воды поверхностных водных объектов // XIII Междунар. симп. и выст. «Чистая вода России»: сб. материалов. Екатеринбург. 2015. С. 34-40.

Режим доступа: <http://atiks.org/tmp/wrm/m1.pdf> (дата обращения: 14.05.2015).

- 61.Беляев С.Д. Справочник НДТ. Заметки на полях // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2016. №2. С. 10-20.
- 62.Беляев С.Д. Проблемы методического обеспечения разработки справочников НДТ // Сб. материалов деловой прогр. форума ЭКВАТЭК-2016. Режим доступа: <https://cloud.mail.ru/public/7UBL/GpEu9YQfk> (дата обращения: 27.06.2016).
- 63.Беляев С.Д. О проблемах нормативного и методического обеспечения разработки справочников НДТ // Вода Magazine. Водоснабжение. Водоотведение. Теплоснабжение. 2016. №9 (109). С. 48-53.
- 64.Беляев С.Д. Построение водоохранной стратегии для речного бассейна: методология и алгоритмы // XIV Междунар. симп. и выст. «Чистая вода России»: сб. материалов [Электронный ресурс]. Екатеринбург: ФГБУ РосНИИВХ, 2017. С. 4-11.
- 65.Беляев С.Д. Учет пространственной дифференциации приводной среды при построении водоохранной стратегии в речном бассейне // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов: тр. VI Междунар. науч.-практ. конф. Т. 2. Качество воды. Геоэкология. Пермь: Изд. центр «Perm University Press», 2017. С. 9-14.
- 66.Беляев С.Д. Учет пространственной дифференциации природной среды при планировании водоохранной деятельности // Байкал как участок всемирного природного наследия: 20 лет спустя: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Улан-Удэ: Изд. Бурятского науч. центра СО РАН. 2017. С. 112-115.
- 67.Беляев С.Д. Учет пространственной дифференциации природной среды при планировании водоохранной деятельности // Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии: тр. Всерос. науч. конф. с междунар. участием в 4 т. Барнаул, 2017. Т. 3. С. 141-152.
- 68.Беляев С. Д. Водоохранная стратегия для речного бассейна в условиях технологического нормирования // Водные ресурсы: новые вызовы и пути решения: Сб. науч. тр. Всерос. науч. конф. с междунар. участием. Новочеркасск: Лик, 2017. С. 36-42.