

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и
охраны водных ресурсов» (ФГБУ РосНИИВХ)

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)

Диссертация на соискание ученой степени
доктора географических наук

Екатеринбург – 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 АНАЛИЗ МЕХАНИЗМОВ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ВОДЫ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ.....	15
1.1 Практика нормирования	17
1.1.1 Основные недостатки системы нормирования качества воды	20
1.1.2 Нормирование предельно допустимых сбросов	26
1.2 Действующие нормативные и методические основы.....	29
1.2.1 Водный кодекс.....	29
1.2.2 Закон об охране окружающей среды.....	33
1.2.3 Методическое обеспечение	35
1.3 Внедрение принципов технологического нормирования.....	43
1.4 Зарубежный опыт	48
1.4.1 США	48
1.4.2 ЕС.....	53
1.5 Анализ материалов СКИОВО	59
1.5.1 Определение перечня ЦП	64
1.5.2 Определение значений ЦП.....	71
1.5.3 Определение территориальных границ применения установленных значений ЦП .	73
1.5.4 Оригинальные подходы к определению ЦП	74
1.5.5 Выводы по подразделу	84
1.6 Выводы по главе.....	84
2 АНАЛИЗ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ПОДБАССЕЙНА ВЕРХНЕЙ И СРЕДНЕЙ ОБИ. 86	86
2.1 Административное деление и водохозяйственное районирование.....	86
2.2 Анализ природных факторов	87
2.2.1 Физико-географическое районирование.....	87
2.2.2 Многолетняя мерзлота.....	88
2.2.3 Почвенный покров	90
2.2.4 Болота	98
2.2.5 Месторождения минерального сырья	100
2.2.6 Геохимия недр	103
2.2.7 Грунтовые воды.....	103
2.2.8 Гидрохимия рек	106
2.2.9 Ландшафты, геохимические ландшафты.....	109
2.2.10 Выводы по подразделу	117
2.3 Общая характеристика исходных данных	118
2.4 Общая характеристика антропогенного воздействия на Подбассейн.....	119
2.4.1 Водоотведение.....	121
2.4.2 Сток с территорий населенных пунктов	124
2.4.3 Сельскохозяйственное использование водосбора	131
2.5 Анализ данных наблюдений за качеством поверхностных вод Подбассейна	134
2.5.1 Эталонные ПКК.....	134
2.5.2 Индивидуальный (по ПКК) анализ рядов наблюдений.....	136
2.5.3 Сопоставление рядов наблюдений	145
2.5.4 Выводы по подразделу	153

3	МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД И АЛГОРИТМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦЕЛЕЙ И ПРИОРИТЕТОВ ВОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ КРУПНЫХ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ	155
3.1	Методологический подход	155
3.2	Общий порядок определения приоритетов водоохранной деятельности в речном бассейне.....	161
3.2.1	Методика зонирования бассейна реки на основе территориальной дифференциации условий формирования качества воды поверхностных водных объектов	162
3.2.2	Определение состава целевых показателей.....	164
3.2.3	Алгоритмы установления значений целевых показателей качества воды поверхностных водных объектов	165
3.2.4	Расчет целевых показателей на спецучастках	169
3.2.5	Корректировка значений целевых показателей по данным наблюдений.....	170
3.2.6	Точность вычисления значений целевых показателей	171
3.3	Установление приоритетов водоохранной деятельности в речном бассейне.....	173
3.3.1	Определение приоритетных загрязняющих веществ	173
3.3.2	Определение источников поступления приоритетных загрязняющих веществ	173
3.3.3	Оценка рисков, связанных с используемыми упрощениями.....	177
3.4	Преимущества предложенного подхода	179
4	ПРИМЕР УСТАНОВЛЕНИЯ ЦЕЛЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И ПРИОРИТЕТОВ ВОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ВЕРХНЕЙ И СРЕДНЕЙ ОБИ.....	180
4.1	Выделение расчетных участков в Подбассейне.....	180
4.1.1	Описание расчетных участков	182
4.1.2	Спецучастки и озера	188
4.2	Расчет целевых показателей качества воды	189
4.3	Уточнение значений целевых показателей и определение приоритетных загрязняющих веществ.....	193
4.4	Установление приоритетов водоохранной деятельности для Верхней и Средней Оби	196
4.4.1	Установление приоритетов по точечным источникам	197
4.4.2	Установление приоритетов по рассредоточенным источникам.....	204
5	МЕХАНИЗМЫ УЧЕТА ЦЕЛЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ВОДЫ ПРИ РЕГЛАМЕНТАЦИИ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ НА ОСНОВЕ НДТ	207
5.1	Целевые показатели и нормативы качества воды.....	208
5.2	Процедура выдачи разрешительных документов	209
5.2.1	Процедура выдачи Комплексного экологического разрешения	210
5.2.2	Процедура установления временно разрешенных сбросов	212
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	213
	СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	216
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	218
	Приложение 1. Водохозяйственное районирование Верхней и Средней Оби	242
	Приложение 2. Основные сведения о пунктах контроля качества воды.....	244
	Приложение 3. Показатели, использованные при оценке качества поверхностных вод Подбассейна.....	253

Приложение 4. Результаты статистического анализа данных наблюдений за качеством поверхностных вод Верхней и Средней Оби	256
П. 4.1. Визуализация данных	256
П. 4.2. Соответствие нормальному закону распределения	290
П. 4.3. Результаты иерархического кластерного анализа	293
П. 4.4. Результаты кластерного анализа по методу К-средних	301
Приложение 5. Значения целевых показателей качества воды	303
Приложение 6. Характеристика загрязнения воды по пунктам контроля качества	313

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Состояние окружающей среды является одним из ключевых факторов стратегического планирования в Российской Федерации (№172-ФЗ от 28.06.2014 [1], далее ФЗ-172). В свою очередь основным инструментом долгосрочного планирования водохозяйственной, в т.ч. водоохранной, деятельности являются Схемы комплексного использования и охраны водных объектов (СКИОВО), которые разрабатываются для крупных речных бассейнов (бассейновых округов, подбассейнов) на срок не менее 10 лет [2] (Водный кодекс, далее – ВК).

Планирование водоохранной деятельности базируется в общем случае на оценке качества воды и степени влияния на него управляемой антропогенной нагрузки. В российской практике качество воды оценивается путем сопоставления актуальных значений показателей (концентраций и пр.) с нормативными, в роли которых чаще всего используются предельно допустимые концентрации веществ для водных объектов рыбохозяйственного значения (ПДК_{рх}) [3]. Единые для всей территории России значения ПДК_{рх} в условиях многообразия природных условий не отвечают современным научно обоснованным представлениям о процессах формирования качества воды поверхностных водных объектов (ВО). Кроме того, ПДК_{рх} не могут считаться нормативами качества окружающей среды, поскольку не соответствуют требованию действующего законодательства по учету «природных особенностей территорий и акваторий» [4] (закон «Об охране окружающей среды» №7-ФЗ от 10.01.2002, далее – ФЗ-7). Одним из следствий сложившейся ситуации является отсутствие объективной основы для установления целей и основных направлений (приоритетов) при планировании водоохранной деятельности в речном бассейне, что, в свою очередь, снижает эффективность плановых мероприятий, приводит к нерациональному расходованию средств.

В реальных условиях, когда ограничены сроки и ресурсы, необходимым элементом долгосрочного планирования водоохранных мероприятий является определение их приоритетности. Естественной основой при установке приоритетов можно считать ожидаемый водоохранный эффект от мероприятия в масштабах бассейна (на достаточном удалении от места проведения мероприятия).

Приходится констатировать, что до настоящего момента не разработаны методологические основы установления целей, приоритетов и основных задач при долгосрочном планировании водоохранных мероприятий в масштабах крупных речных бассейнов, соответствующие действующему законодательству и научным представлениям о влиянии территориальной дифференциации природных условий на качество воды поверхностных водных

объектов. Проведенный автором анализ 69 утвержденных СКИОВО подтверждает наличие проблемы: нет единого подхода к установлению целей водоохранной деятельности (целевых показателей качества воды), чаще всего нет и сколько-нибудь формализованного обоснования приоритетных направлений при формировании плана водоохранных мероприятий СКИОВО.

Заметим также, что 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 [5] (№219-ФЗ от 21.07.2014, далее – ФЗ-219) внедрения с 2019 г. системы нормирования воздействий на окружающую среду на уровне наилучших доступных технологий (НДТ). Сжатые сроки (по ФЗ-219 – 7 лет, или 14 лет для особых случаев) 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, предусмотренные в [5, 6]. Приоритеты водоохранной деятельности, закрепленные в долгосрочных планах водоохранных мероприятий (СКИОВО), могут стать основой для принятия таких решений.

Учитывая, что в ближайшие годы предстоит регламентная корректировка СКИОВО, а также внедрение НДТ в систему нормирования воздействий на ВО, обоснование методологических основ установления целей и приоритетов водоохранной деятельности, или, в терминах ФЗ-172, методологических основ разработки водоохранной стратегии 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: кроме работ автора [7-20] имеется незначительное количество работ [21-26]. С другой стороны, достаточно подробно изучены некоторые составляющие рассматриваемой проблемы.

Так, благодаря исследованиям целого ряда ученых [27-65], факт зависимости состава поверхностных вод от природных условий на водосборе считается общепризнанным. Наряду с тем, что исследователям удалось установить самые общие закономерности зависимости содержания некоторых веществ (или показателей качества) в поверхностных водах от ландшафтно-геохимических и прочих физико-географических характеристик водосборной территории, проведенные исследования наглядно продемонстрировали, что такая зависимость может проявляться очень неоднозначно, ввиду её сложности и многофакторности.

Анализу недостатков действующей в России системы оценки качества поверхностных вод и регулирования воздействий на водные объекты в последние два десятилетия было посвящено достаточно много работ [21-26, 66-80]. В этих работах содержатся, в числе прочего, некоторые общие предложения по нормированию качества воды и установлению целевых показателей качества воды с учетом территориальной дифференциации природных условий. 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 [81-88]. 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 ещё более затруднительным, чем в советское время. Вступление в силу ФЗ-219 ещё больше сужает возможность практического применения рассмотренного подхода.

Итак, несмотря на определенные успехи по некоторым направлениям исследований, задачи обоснования единой методологической базы для разработки водоохранной стратегии с учетом территориальной дифференциации природных условий, а также основанных на ней алгоритмов (процедур) определения целей и приоритетов водоохранной деятельности в условиях внедрения НДТ остаются нерешенными.

Предмет исследований: управление восстановлением и охраной водных объектов на бассейновом уровне с учетом территориальной дифференциации природной среды и антропогенных воздействий.

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

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 её реализации с учетом перехода к регулированию воздействий на окружающую среду на основе НДТ.

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 (СКИОВО), а также обзор мирового опыта;
- анализ природных и антропогенных факторов формирования качества поверхностных вод подбассейна Верхней и Средней Оби, 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 [33, 89]; географо-гидрологическом методе [90, 91], получившем развитие в целом ряде работ [56, 58, 92-118]; методах геохимических и ландшафтно-геохимических исследований [27, 28, 31, 34, 36, 37, 42, 47, 48, 50]; картографическом методе [119, 120]; статистических методах исследования рядов наблюдений [121-123]; некоторых принципах теории управления [124, 125]; общих положениях государственного стратегического планирования [1].

Исходные материалы. В ходе работ проанализированы релевантные научные публикации, российские нормативно-правовые и инструктивно-методические документы, материалы 69 утвержденных СКИОВО, директивные и инструктивные документы ЕС и США. В качестве примера в работе исследуется гидрографическая единица «13.01.00. (Верхняя) Обь до впадения Иртыша» [126] (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 [127] (утв. Прик. Нижне-Обского БВУ от 25.08.2014 № 285[128]). В исследованиях по Верхней и Средней Оби использованы: тематические карты, материалы «Ежегодных данных о качестве поверхностных

вод» за 2000-2010 г. г. [129], по зоне деятельности Западно-Сибирского УГМС, предоставленные ГУ Новосибирский ЦГМС-РСМЦ, а также данные, предоставленные Нижнеобским БВУ по ХМАО-Югре, Енисейским БВУ по участкам Подбассейна, расположенным в Красноярском крае и Республике Хакасия (всего – 170 пунктов контроля качества воды, 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;
- получены значения целевых показателей качества воды, установлены приоритеты водоохранной деятельности для Верхней и Средней Оби.

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 качества 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 2013-2015 г.г.)¹:

- 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; Пясины; 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.) [130], положения которой нашли отражение в новациях Водного кодекса [2] и основных принципах Водной стратегии [6]. На международном уровне результаты исследований использованы при подготовке Документа Европейской экономической комиссии ООН № МР.ВАТ/2003/8 «Межгосударственное распределение водных ресурсов трансграничных водотоков и их рациональное использование с учетом аспекта качества вод: принципы, подходы и рекомендации» [131].

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.

¹ Материалы СКИОВО имеются в открытом доступе на сайтах соответствующих Бассейновых водных управления

- 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 Российский НИИ комплексного использования и охраны водных ресурсов (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 и статистической отчетности, 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. симпозиумы «Чистая вода России» (Екатеринбург, 1997, 1999, 2003, 2005, 2007, 2008, 2013, 2015, 2017), Всерос. научно-практ. конф. «Управление устойчивым водопользованием» (Москва-Екатеринбург, 1997); Научно-практ. семинары на междунар. выставке «Урал-экология» (Екатеринбург, 1997, 1998); Междунар. научно-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. научно-практ. конф. серии «Экология и здоровье человека» (Самара, 1998, 1999), Междунар. конф. «Экологические проблемы бассейнов крупных рек-2» (Тольятти, 1998); VI Горно-геологич. форум «Природные ресурсы стран СНГ» (Москва, 1998), Междунар. конгрессы «Вода: экология и технология» ЭКВАТЭК (1998, 2000, 2006, 2008, 2016), Междунар. научн. конф. «Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов на рубеже третьего тысячелетия»

(Томск, 2000), 6-я междунар. конф. и выставка Aquategra (Санкт-Петербург, 2003), Конф. «Эколого-гидрологические проблемы изучения и использования водных ресурсов» (Казань, 2006), IV Междунар. научно-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. научно-практич. конф. «Современные проблемы водохранилищ и их водосборов» (Пермь, 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. научно-практич. 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 гидрологическим и гидрогеологическим 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 65 печатных работах, в т.ч. 2 монографии (в соавторстве), 7 статей в зарубежных изданиях, 20 – в изданиях, рекомендованных ВАК.

Личный вклад автора заключается в постановке целей и задач исследования, 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.

1 АНАЛИЗ МЕХАНИЗМОВ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ВОДЫ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Прогрессирующее загрязнение природной среды и, в частности, загрязнение поверхностных водных объектов (ВО), связанное с бурным ростом промышленности и городов, а также расширением орошаемых площадей, использованием минеральных удобрений и других химикатов в сельском хозяйстве, привело во второй половине XX в. к широкому осознанию необходимости ограничения (нормирования) антропогенных воздействий, с целью предотвращения дальнейшей деградации ВО и обеспечения их восстановления. В связи с этим возникла задача: какое состояние ВО можно считать приемлемым?

Один из использовавшихся подходов: рассматривать приемлемость качества воды с точки зрения преимущественного вида ее использования. На этой основе в нашей стране были разработаны нормативы качества воды (НКВ) для ВО рыбохозяйственного значения [3] и хозяйственно-питьевого использования [132]. В применении к водопользованию, по существу, решалась задача: какое количество загрязняющих веществ (ЗВ) можно сбрасывать в ВО без ощутимого вреда для установленного преимущественного вида водопользования? Какими бы не были значения нормативов, такая система нормирования представляет собой систему разрешения загрязнения. Сама идеологическая база такой системы вступила в противоречие с принципом «предосторожности», закрепленным в ряде основополагающих международных документов [133, 134]. Согласно этому принципу не предотвращать (в нашем случае – предотвращать только до определенного уровня) поступления ЗВ в ВО на основании того, что не установлено причинно-следственной связи между его поступлением и ухудшением состояния ВО, недопустимо.

Человек загрязняет/охраняет окружающую среду (ОС) ровно настолько, насколько осознает вред/пользу этого в рамках удовлетворения своих потребностей. На определенном этапе социально-экономического развития благоприятная ОС становится одним из важнейших потребительских запросов. Возникают экономические и технические возможности обеспечивать расширенное производство/потребление при сокращении вредных воздействий на ОС. Общество обозначает готовность нести дополнительные расходы на охрану ОС. В результате этого процесса в последние 15-20 лет в развитых странах произошла смена парадигмы в подходе к регулированию воздействия на ВО (Рисунок 1).

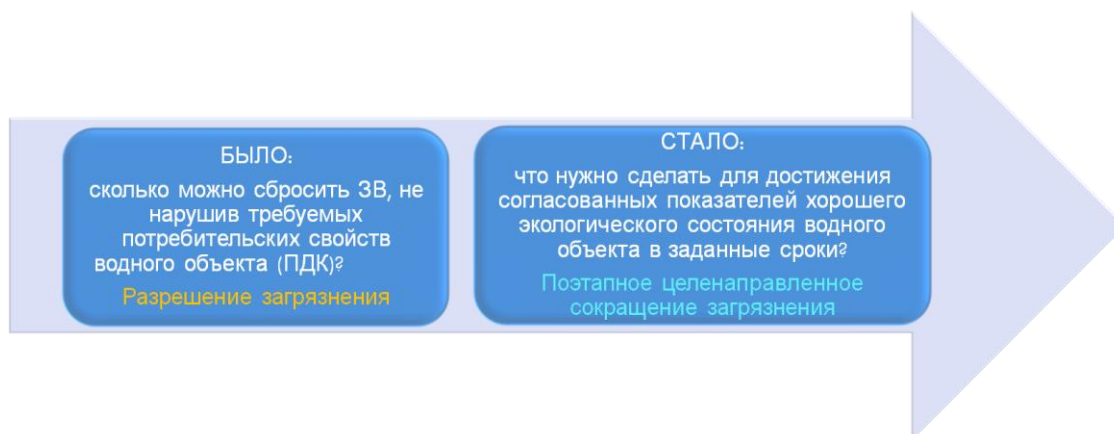


Рисунок 1 – Смена парадигмы охраны водных объектов

На фоне экологизированного общественного сознания и недостаточной эффективности управления на основе установления НКВ в зависимости от преимущественного вида водопользования получает все большее распространение т.н. комбинированный подход [135, 136] (Рисунок 2). Если старая система, сколь бы жесткой она не была, по сути представляла собой разрешение загрязнения, то новая – ориентирована на достижение в заданные сроки наилучшего состояния ВО в конкретных природных и неустраняемых антропогенных условиях с учетом технологических достижений и экономических возможностей.

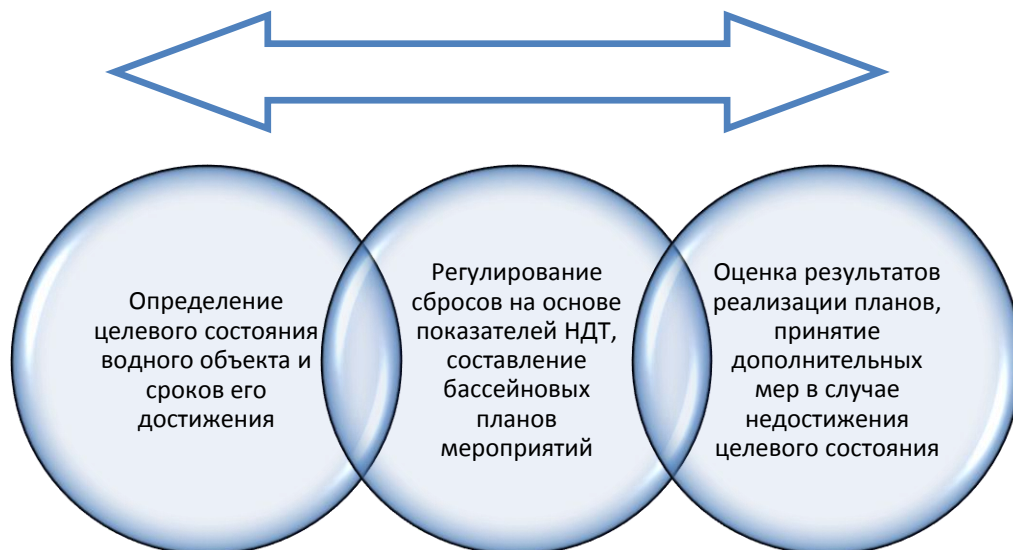


Рисунок 2 – Комбинированный подход к управлению водопользованием

Начиная с 1997 г., автор последовательно разрабатывал механизмы и пропагандировал необходимость перехода от действовавшей системы регулирования водопользования (в части сброса сточных вод в ВО) к комбинированному подходу с использованием целевых показателей качества воды поверхностных ВО (ЦП) [7-20; 136-204]. В период подготовки действующего

Водного кодекса РФ [2] (ВК) наибольшую известность у лиц, принимающих решения, получили Концепция государственной политики в сфере использования и охраны ВО [130] и результаты проекта «Совершенствование системы нормирования водопользования (на примере бассейна р. Исеть)» [185, 186], который был профинансирован в рамках Программы водного партнерства Всемирного банка и Нидерландов. По всей видимости, одним из результатов этих усилий можно считать то (а в [205] даже прямо указывается на это), что в действующем ВК были заложены правовые основы для перехода к системе управления качеством воды ВО на основе использования ЦП. Использование ЦП позволяет преодолеть основные недостатки действующей системы: учитывать состояние конкретного ВО, а также технические и экономические аспекты при постановке целей.

В этой главе мы проанализируем:

- действующие в России подходы и законодательные основы нормирования качества воды ВО и водопользования;
- практику нормирования качества воды в США и ЕС;
- имеющиеся предложения по совершенствованию российской системы;

и на этой основе определим основные контуры изменения системы управления охраной поверхностных вод с применением ЦП.

1.1 Практика нормирования

Практика нормирования качества воды в ВО и сброса сточных вод, начиная с 1974 г. базировалась на «Правилах охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами» [206], которые в 1991 г. были отредактированы [207]. Несмотря на то, что после распада СССР, принятия Водного кодекса РФ 1995 г. [208], Закона об охране окружающей среды [4] (ООС), действующего ВК [2], других нормативно-правовых актов правовой статус этого документа был недостаточно определенным, он до самого последнего времени использовался как руководство к действию.

В соответствии с Правилами:

«1.1. ... Охрана вод организуется в целях защиты здоровья населения, обеспечения благоприятных условий водопользования и экологического благополучия водных объектов...»

2.1. Нормирование качества воды состоит в установлении для воды водного объекта совокупности допустимых значений показателей ее состава и свойств, в пределах которых надежно обеспечивается здоровье населения, благоприятные условия водопользования и экологическое благополучие водного объекта.

Настоящими Правилами установлены нормы качества воды водоемов и водотоков для условий хозяйственно — питьевого, коммунально-бытового² и рыбохозяйственного водопользования.

Примечание. По мере разработки и утверждения экологических требований и норм состояния водных объектов, а также специальных требований к охране вод, используемых для целей сельского хозяйства, эти требования будут учтены, а Правила при очередном пересмотре дополнены соответствующими разделами».

Как видим, экологическое благополучие ВО упоминается в последнюю очередь. Ни экологические нормы, ни требования к охране ВО, используемых в сельском хозяйстве, так и не были разработаны и утверждены после выпуска Правил³. Нормирование качества воды ВО и сброса ЗВ в ВО со сточными водами основывалось на критериях сохранения (восстановления) их пригодности для хозяйственно-питьевого и коммунально-бытового (ХП) и рыбохозяйственного (РХ) использования.

Общие требования к качеству воды и предельно допустимые концентрации (ПДК) приводятся в Правилах в виде приложений. Приложение 1, содержащее общие требования, опубликовано непосредственно в Правилах, ПДК_{хп} и ПДК_{рх} публиковались, соответственно, органами санитарного надзора и рыболовства.

Санитарные требования (ПДК_{хп}) регулируются рядом документов, среди которых можно выделить 3 основных: СанПиН 2.1.5.980-00 [209], Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315-03 [132], ГН 2.1.5.1316-03 [210]. Рыбохозяйственные (ПДК_{рх}) – нормативами [3], а также Методическими рекомендациями по их установлению 1998 года [211].

Несмотря на то, что предусматривалась возможность выбора вида водопользования, на практике все ВО отнесены к рыбохозяйственным (главным образом, второй категории).

По мнению автора, следует различать нормирование потребительских качеств и нормирование состояния ВО, как объекта окружающей среды. Заметим, что потребительский характер ПДК_{хп} соответствует букве ст. 18 и 51 Федерального закона «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» [212]. ПДК_{рх} и ПДК_{хп}, являясь, по сути,

² В более поздних редакциях приложений к Правилам использовалась другая терминология: для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, а также для водоснабжения пищевых предприятий, для рекреационного водопользования, а также в черте населенных мест.

³ ГОСТ 17.1.2.03-90 «Критерии и показатели качества воды для орошения» содержал только наименования веществ, но не устанавливал количественных показателей. СанПиН 2.1.7.573-96 «Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения» хотя и включает подобные показатели для ряда веществ, но относится только к сточным водам, отводимым на сельскохозяйственные поля орошения.

потребительскими нормативами, при всем их несовершенстве, могут использоваться для ответа на вопросы:

- можно ли разводить (вылавливать) рыбу в данном водоеме без риска для здоровья потребителей?
- можно ли использовать водоем в рекреационных целях?
- можно ли использовать воду для централизованного водоснабжения населения?

В случае несоблюдения ПДК – в установленном законом порядке ставится вопрос о запрете соответствующего вида деятельности. Например, при несоответствии требований ПДК_{хп} использование такого источника водоснабжения должно быть запрещено соответствующими контрольными органами. Однако если это не случай некоего экстремального загрязнения, на практике ничего подобного не происходит. Для Екатеринбурга, например, характерно превышение содержания ряда металлов в источнике питьевого водоснабжения. Однако вода для ХП водоснабжения используется (сооружения водоподготовки вполне справляются с таким загрязнением), рыба водится, и никто не запрещает ее вылов. Таким образом, и ПДК_{хп}, и ПДК_{рх} не в полной мере исполняют роль «потребительских» нормативов.

Они не являются по своей сути и нормативами качества компонента окружающей среды, поскольку не обеспечивают основных требований, предъявляемых к таким нормативам действующим законодательством:

«Нормативы качества окружающей среды устанавливаются для оценки состояния окружающей среды в целях сохранения естественных экологических систем, генетического фонда растений, животных и других организмов» (п. 1, ст. 21 [4]);

«При установлении нормативов качества окружающей среды учитываются природные особенности территорий и акваторий, назначение природных объектов и природно-антропогенных объектов...». (п. 3 ст. 21 [4]).

Следовательно, укоренившееся использование ПДК_{рх} в роли НКВ для ВО не вполне соответствует требованиям Закона.

Охрана и восстановление ВО должны базироваться на нормативах состояния ВО, как объекта окружающей среды, которые, в свою очередь, являются индивидуальными для ВО настолько, насколько это представляется целесообразным с точки зрения решения задач управления, и насколько это может быть обеспечено исходными данными. Это не отменяет необходимости учета первоочередных задач по удовлетворению потребностей тех, или иных видов водопользования при разработке мероприятий по восстановлению и охране ВО.

Такой подход к нормированию качества воды ВО полностью отвечает требованиям действующего законодательства.

Можно констатировать, что нормативов качества окружающей среды в применении к ВО до сих пор нет. Проанализируем более подробно недостатки действующей системы нормирования качества воды ВО.

1.1.1 Основные недостатки системы нормирования качества воды

Недостатки действующей системы нормирования качества воды ВО и основанной на ней системы нормирования водопользования широко обсуждались в научной литературе и до принятия ООС [4], и до принятия нового ВК [2], и после. Сгруппируем эти недостатки по основным проблемам.

1.1.1.1 Региональные особенности формирования качества воды

Химический состав воды ВО формируется в результате физических, химических и биологических процессов, протекающих на водосборной территории (включая выпадение осадков, массоперенос в зоне аэрации, и в подземных водах, связанных с поверхностными) и в самом ВО. 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 химического состава поверхностных вод, что подтверждается целым рядом исследований [34-65]. Однако до сих пор при оценке качества воды ВО используются единые для всей территории страны нормативы – ПДК_{рх} [3].

С точки зрения упомянутых «потребительских» нормативов качества воды, такое положение вполне допустимо. Например, превышение ПДК_{хп} влечет запрет на купание в водоеме, пусть даже это превышение обусловлено природными факторами. Но на основе этих ПДК проводится нормирование водохозяйственной деятельности, разрабатываются водоохранные мероприятия!

Следует отметить, что уже в Правилах [207] предусматривалась *возможность* замены «общих» ПДК на показатели, обусловленные природными факторами (естественный фон). Однако это была только опция, которая могла применяться или нет:

«2.6. Если в водном объекте под воздействием природных факторов по отдельным веществам превышает ПДК, то для этих водных объектов ... могут устанавливаться региональные нормы качества воды в соответствии с естественными фоновыми концентрациями. Информация о региональных нормах качества воды публикуется в виде дополнений к настоящим Правилам».

В ГН [132] из 1356 ПДК_{хп} только по трем показателям предусмотрена возможность повышения ПДК для конкретных территорий по решению Главного санитарного врача

(алюминий и алюминий гидроксид-хлорид с 0,2 до 0,5 мг/дм³, железо, включая хлорное железо, с 0,3 до 1 мг/дм³). При этом процедура обоснования такого повышения в ГН не оговорена. В [3] имеется лишь **один** (за 25 лет!!!) официально утвержденный региональный показатель ПДК_{рх}: по бору для р. Рудной Приморского края.

В Методических указаниях [211] вопросу установления региональных ПДК_{рх} посвящено всего несколько общих фраз, которые отсылают к компетенции органов Росгидромета. А те, в свою очередь, таких работ на систематической основе не ведут. Официально утвержденной методики определения естественного (природного) фона нет. Там же читаем: *«региональные нормативы определяются с использованием тест-объектов, предусмотренных данными Методическими рекомендациями, культивируемых на местной воде (водные растения, простейшие, дафнии, хирономиды, аквариумные виды рыб) или адаптированных к ней (крупные рыбы и моллюски)»*. Возникает вопрос: если природный фон должен быть установлен Гидрометом, зачем тесты?

Разработка региональных ПДК_{рх} должна проводиться по запросу и за счет водопользователей [211]. Получается [75], что водопользователи, расположенные в пределах геохимических провинций с повышенными концентрациями, например, металлов, должны оплачивать разработку региональных ПДК на компоненты природного состава воды.

Кроме того, «смягчение» нормативов может привести к сокращению платежей за загрязнение, которые контролируют органы, согласующие (в числе прочих) указанные нормативы. Это соображение вполне объясняет практическое отсутствие таких региональных нормативов по сей день.

1.1.1.2 Совокупное токсическое воздействие

В соответствии с Правилами [207]:

«2.3. Для всех нормированных веществ при рыбохозяйственном водопользовании и для веществ, относящихся к 1 и 2 классам опасности при хозяйственно-питьевом и культурно-бытовом водопользовании, при поступлении в водные объекты нескольких веществ с одинаковым лимитирующим признаком вредности (ЛПВ) и с учетом примесей, поступающих в водный объект от вышерасположенных источников, сумма отношений концентраций (C_1, C_2, \dots, C_n) каждого из веществ в контрольном створе к соответствующим ПДК не должна превышать единицы:

$$C_1/ПДК_1 + C_2/ПДК_2 + \dots + C_n/ПДК_n \leq 1»$$

На эту же формулу ссылается СанПиН [209].

Столь жесткое и безальтернативное ограничение по ксенобиотикам, возможно, и приемлемо. Но применение его к ЗВ естественного происхождения может привести к абсурдным требованиям [75].

В действующей методике расчета нормативов допустимого сброса (НДС) [213] требования учета ЛПВ несколько смягчены: они распространяются только на ЗВ 1 и 2 классов опасности независимо от вида водопользования. Однако это не искореняет некоторую логическую неопределенность системы контроля: водопользователь должен контролировать не только ЗВ, привносимые им в ВО со сточными водами, но и все остальные ЗВ того же ЛПВ, которые поступили с забранной водой.

Обсуждаемое ограничение по ЛПВ предусматривает только эффект синергизма при воздействии нескольких ЗВ. В Европе предлагался более гибкий подход. Например, Директива [214] гласила: *«Если два или более вредных вещества присутствуют в смеси, то их совместный эффект (аддитивный синергетический или антагонистический) может быть весьма значительным и дает возможность применять гибкую стратегию при охране вод»*.

Заметим, что рассматриваемая проблема порождена стремлением оценки допустимой нагрузки ЗВ на ВО. Современная стратегия управления водопользованием и охраны вод, как было отмечено выше, базируется на иных принципах.

1.1.1.3 Значения ПДК

Большая полемика велась и по поводу методов установления значений ПДК. Сгруппируем основные критические моменты.

- 1) Необходимость учета региональных особенностей при установлении значений ПДК (см. п. 1.1.1.1).
- 2) Принцип пороговости, лежащий в основе $ПДК_{рх}$, не является универсальным. Достаточно часто различные биологические тест-системы имеют полимодальный характер зависимости «доза-эффект» в отношении различных видов воздействия. Не учитываются эффекты синергизма, антагонизма, суммации, не выработано эффективных критериев подобия между модельными тест-системами, используемыми для оценок ПДК, и рассматриваемыми ВО [215].

Таким образом, при всей сложности и высокой стоимости исследований получается лишь «ориентировочный» результат, являющийся, по сути, предметом временного общественного договора на основе актуального уровня изученности проблемы. Об этом, в частности, свидетельствуют достаточно большие отличия в значениях ПДК, которые были установлены в различных странах. Так некоторые отечественные ПДК, вопреки расхожему мнению о неоправданной их жесткости, «мягче» аналогичных зарубежных нормативов. Например,

нормы содержания общего кадмия для воды как среды обитания, установленные в свое время в Канаде, составляли 0,0002-0,0018 мг/л (в зависимости от жесткости воды), в Нидерландах 0,00006-0,0002 мг/л, в то время как в России ПДК_{рх} для растворенного кадмия значительно выше – 0,005 мг/л. ПДК_{рх} по ртути в России на порядок ниже, чем в Канаде и США, и в то же время вдвое выше, чем в Голландии. Директива ЕЭС 78/659 [214] предъявляла более мягкие (чем ПДК_{рх}) требования к взвешенным веществам, БПК и металлам. В частности, в [214] норматив на цинк в зависимости от жесткости воды колеблется от 2 до 500 ПДК_{рх} (2 мг/л в жесткой воде карповых водоемов). Это – уровень «особо опасного явления» по градации Росгидромета! Для меди также допускается от 5 до 112 ПДК_{рх}. Есть и примеры более жестких, чем ПДК_{рх} требований (например, по иону аммония).

Пока решается задача: «как сильно можно нагрузить ВО, не причиняя ему вреда?» (в рамках доступной на настоящее время и далеко не полной информации, включая знания о процессах и данные), такое положение неизбежно.

- 3) Известно [216], что токсическое воздействие многих ЗВ существенно меняется, в зависимости от таких параметров, как жесткость воды, рН, температура, содержание органического углерода. В действующих российских нормативах это не учитывается. В то же время в США, имеющих в чем-то похожую на нашу систему норм качества воды ВО, федеральные рекомендации по содержанию металлов в воде ВО «для поддержания водных форм жизни» [217] приводят не только нормативы для жесткости 100 мг/л CaCO₃, но и формулы пересчета по жесткости для кадмия, хрома трехвалентного, меди, свинца, никеля, серебра и цинка. Для меди, например, норматив при жесткости 50 мг/л CaCO₃ составляет 6,5 мкг/л, для 200 – 21 мкг/л. Для азота аммония приводятся формулы пересчета в зависимости от рН. Кроме того токсичность ЗВ варьирует в широких пределах и для разных тестовых организмов. Например, по меди пороговые значения имеют размах от 3,87 мкг/л для речной форели, до 60,36 мкг/л для северной щуки.
- 4) Неоправданно высокие требования к ПДК_{хп}, с точки зрения обеспечения безопасности централизованного водоснабжения. Это связано с тем, что практически не учитывается применение системы водоподготовки. В ГН [132], в частности, записано:

«1.3. Настоящие Нормативы распространяются на воду подземных и поверхностных водоисточников, используемых для централизованного и нецентрализованного водоснабжения населения, для рекреационного и культурно-бытового водопользования, а также питьевую воду и воду в системах горячего водоснабжения.»

Таким образом, требования к воде ВО не отличаются от требований к питьевой воде! В Европейском Союзе, для примера, различали три категории ВО для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения, в зависимости от требуемых систем водоподготовки [218].

1.1.1.4 Интерпретация наблюдений за состоянием водного объекта

НКВ используются для оценки текущего состояния ВО, при нормировании водопользования и пр. Так или иначе, производится сопоставление данных наблюдений за качеством воды с нормативами. При этом результаты наблюдений носят, стохастический характер, а требования к качеству воды – детерминированный. При этом нет ни одного нормативного документа, который бы регламентировал основания для того, чтобы считать, например, превышение ПДК_{рх}, полученное по данным измерений статистически значимым. Точнее, инструменты статистического анализа есть. Они стандартны. Но нет нормативных документов, позволяющих интерпретировать результаты статистического анализа.

В США даже значения нормативов различны для различной статистической оценки. Имеются нормативы для краткосрочного (acute) и долгосрочного (chronic) воздействий [217]. При этом учитываются и временные интервалы осреднения значений, и допустимая частота превышения назначенных нормативов. Считается, например, что НКВ соблюдены по долгосрочному критерию, если среднее тридцатидневное значение показателя не превосходит нормативного чаще, чем один раз за трехлетний период наблюдений. Отсутствие в российских условиях подобных четких указаний по статистической трактовке результатов наблюдений зачастую приводит к неверной интерпретации.

1.1.1.5 Выбор показателей качества воды для контроля в конкретном створе водного объекта

Многие авторы [181, 215, 219] отмечают высокую степень неопределенности, в назначении показателей качества воды, которые подлежат контролю в конкретном створе ВО. Это, чаще всего, имеет следствием избыточность контролируемых показателей. В Руководящем документе Росгидромета [220] предусмотрен обязательный контроль в основные фазы водного режима более 20 показателей и, кроме того, предлагается контролировать наличие ЗВ, риск сброса которых в ВО связан с имеющейся хозяйственной деятельностью. Так, например, присутствие предприятий целлюлозно-бумажной промышленности диктует необходимость контроля еще 10-15 показателей. В то же время, опираясь на зарубежный опыт, некоторые авторы полагают, что вполне достаточно 5-6 ключевых показателей [219].

Принятие необоснованно широкого списка показателей ПДК для контроля приводит к рассредоточению достаточно ограниченных финансовых ресурсов, а также затрудняет решение управленческих задач. За рубежом количество контролируемых показателей постоянно

оптимизируется. Например, ниже очистных сооружений г. Гамбурга контролируется – 16 показателей качества воды, Чикаго – 13, Роттердама – 12, а ниже г. Березники Пермского края – 39 показателей [71].

1.1.1.6 Использование биологических индикаторов качества воды

Недостатки системы физико-химического контроля поверхностных вод могут быть в значительной степени устранены с помощью методов биоиндикации [221-225]. Под биоиндикацией понимают научное направление, занимающееся оценкой состояния окружающей среды при помощи биологических систем. В отличие от контроля по результатам химических анализов, биоиндикация не позволяет оценить содержание отдельных ЗВ в воде, и является как бы противоположностью такого подхода. Биоиндикация основана на понимании единства экосистемы, где любые изменения неживого компонента приводят к изменениям биоты. Эта взаимосвязь существует постоянно, поэтому, наблюдая изменения биоты периодически, мы получаем интегрированную информацию о состоянии системы за весь период между наблюдениями. Естественно, что биота реагирует на воздействие не отдельных ЗВ или физических факторов, а на весь комплекс существующих в экосистеме условий.

Использование методов биоиндикации позволяет решить сразу несколько задач:

- определить эталонное состояние данного типа ВО в конкретных физико-географических условиях (по наблюдениям за неподверженными заметному антропогенному воздействию ВО);
- контролировать состояние всей экосистемы, находящейся под антропогенным воздействием;
- обнаружить появление в ВО токсичных веществ;
- определить наличие ущерба для экосистемы от аварийного загрязнения;
- выявить фактическое влияние качества воды на биоту, а не интерпретировать данные физических и химических методов.

Совместное использование биоиндикации и контроля содержания небольшого числа наиболее критичных ЗВ позволяет получить достаточно достоверную и надежную информацию о состоянии всей экосистемы [57, 221].

Несмотря на то, что биомониторинг предусмотрен целым рядом нормативных документов [220, 226, 227], он до сих пор не стал действенной составляющей контроля состояния окружающей среды. Связано это, по мнению автора, в частности с тем, что не установлено НКВ по биологическим индексам с учетом природных особенностей ВО (в отличие, например, от ЕС; см. п. 1.4.2). Другая причина такого положения заключается в том [222], что объем рекомендованных биологических исследований неоправданно велик: рекомендуется выполнять

гидробиологический мониторинг качества вод по 35 показателям для 6 компонентов водной экосистемы. В ЕС, например, оценивается 10 показателей для 4 компонентов экосистемы [135]. Кроме того, сбор гидробиологической информации согласно российским стандартам должен выполняться, по крайней мере, 4 раза в год, а в ЕС - не чаще 2-х раз в год.

К этому можно добавить, что программа анализа качества воды по гидробиологическим показателям, осуществляемая Росгидрометом в России, не имеет достаточного финансирования, что приводит, в частности, к выраженной фрагментарности охвата ею российской территории. Так, например, в 2014 г. из 389 створов, на которых Росгидрометом осуществлялись гидробиологические наблюдения, в бассейне р. Обь (включая р. Иртыш) не было ни одного [228, 229].

1.1.1.7 Некоторые предложения по совершенствованию

В качестве основных направлений совершенствования системы нормирования качества воды в поверхностных ВО, предложенных в течение последних 10-15 лет, можно выделить три:

- повышение обоснованности выбора контролируемых физико-химических показателей качества воды;
- реальный учет территориальных особенностей формирования качества воды ВО;
- переход от системы, базирующейся на ПДК для определенных видов водопользования к системе ЦП и НКВ, учитывающих состояние ВО.

1.1.2 Нормирование предельно допустимых сбросов

Как уже отмечалось, нормирование качества воды в ВО имеет своей главной целью создать основу для регулирования хозяйственной деятельности. Концепция регулирования водохозяйственной деятельности, в частности нормирование сброса ЗВ в ВО со сточными водами, действовавшая до недавнего времени в России, не вполне соответствовала сложившимся реалиям и современной международной практике. Неудовлетворительное состояние многих эксплуатируемых ВО (см., например, [229-231]) является наглядным доказательством неэффективности применявшихся принципов и механизмов.

Дав определенный эффект в свое время, политика нормирования сбросов ЗВ в зависимости от вида водопользования, базирующаяся на идеологии установления допустимых сбросов (ПДС, НДС) на основе не превышения соответствующих ПДК, требовала существенных изменений.

В мировой практике, как известно [232], использовались два основных подхода к нормированию сброса ЗВ со сточными водами: первый - «от экологии», второй - «от технологии». При первом подходе нормирование основано на оценке допустимого для

конкретного ВО объема сброса ЗВ, при котором их концентрации в ВО (контрольном створе) не превысят экологически безопасного или приемлемого уровня. Второй основан на ограничении объемов сброса ЗВ для конкретного вида деятельности на уровне соответствующих наилучших доступных технологий (НДТ).

И тот и другой подходы не идеальны. В последнее время в мире широкое распространение получил, так называемый, комбинированный подход, сочетающий преимущества первого и второго. Так, например, в Рамочной водной директиве ЕС [135] (РВД) предлагается для каждого ВО (или его участка) устанавливать по определенному алгоритму достижимый экологический статус, который определяется целым рядом биологических (в первую очередь), химических и физических показателей. Перевод к такому состоянию ВО обеспечивается внедрением НДТ (принятием дополнительных мер в случае, когда этого не достаточно для достижения требуемого экологического статуса), реализацией комплексной программы мероприятий в бассейне реки, включающей, кроме прочего, организационные и экономические меры.

В России регулирование водопользования, в частности, нормирование сбросов ЗВ в ВО до сих пор базировалось на идеологии установления НДС, при которых не превышаются соответствующие ПДК. Формально система строилась не «от экологии», не «от технологии», а от потребительских качеств воды для определенного вида использования, что несколько отличается от современных представлений и принципов охраны природы. Однако на практике с помощью различных приемов указанный недостаток системы сглаживался, но при этом возникали новые проблемы, которые, в свою очередь, требовали дополнительных ухищрений.

Так, например, расчеты допустимых сбросов [213] основываются на непревышении ПДК в контрольном створе (500 м ниже по течению для водотоков рыбохозяйственного значения). При расчете НДС учитываются значения концентраций ЗВ в фоновом створе. В случае антропогенного превышения допускается содержание соответствующих веществ в сточных водах только в пределах ПДК, и, следовательно, предприятие вынуждено сбрасывать воду лучшего качества, чем забирает. Иными словами, предприятие должно расходовать дополнительные средства на очистку воды, загрязненной другими водопользователями. Такое положение не представляется справедливым с точки зрения конкурентоспособности продукции данного предприятия. А с точки зрения охраны природы оно формально побуждает располагать водозаборы и выпуски вновь проектируемых предприятий на ВО с более чистой водой.

В случае естественного превышения фоновых концентраций над ПДК требование достижения ПДК в контрольном створе заменяется требованием достижения показателей *«сформировавшегося природного фонового качества воды»* [213]. При этом, как уже было отмечено, утвержденных показателей *«природного фонового качества воды»* нет. Таким

образом, будет ли учитываться, и как будет рассчитываться природный фон, зависит от лиц, принимающих решения. Правовой статус такого решения останется неопределенным и, в случае оспаривания, будет проигрышным. По этой причине проще считать фон во всех случаях антропогенным. Возможен и иной исход: считать замеренные в створе выше выпуска значения концентраций «природным фоном», со всеми вытекающими последствиями

Следует отметить также, что система нормирования на основе НДС не дает механизма регулирования вредных воздействий диффузных (рассредоточенных) источников загрязнения таких, например, как сельскохозяйственные угодья, селитебные территории, загрязненная промышленными выбросами в атмосферу водосборная площадь. В то же время, современные исследования все чаще подтверждают определяющий вклад такого рода источников загрязнения в формирование качественного состава вод ВО [14, 233, 234].

Следующий важный аспект проблемы – технико-экономическая обоснованность требований к качеству сточных вод. Сами принципы, заложенные в основу системы нормирования, никак не учитывали ни техническую, ни экономическую возможность, ни социальные последствия достижения требуемых показателей очистки сточных вод [181, 235]. При иллюзии очень жесткого экологического нормирования заведомая неисполнимость требований не приводит к желаемому результату. В качестве компенсации указанного недостатка была предусмотрена возможность установления временно-согласованных сбросов (ВСС) в сочетании с программой мероприятий по достижению НДС. При этом не были формализованы ни сами случаи, когда возможно установление ВСС, ни процедура определения ВСС, ни порядок назначения водоохранных мероприятий. Нечеткость правил игры ставит предприятия в неопределенное и зависимое положение, делает возможными и «попустительство», и «запретительство» со стороны регулирующих органов, не гарантирует ни адекватности рекомендованных водоохранных мероприятий, ни их реализации [236]. В совокупности со слабым контролем и мягкими штрафными санкциями ВСС превращаются из временного в долгосрочный норматив, не способствующий улучшению состояния ВО.

Но самым главным недостатком системы управления водопользованием на основе установления НДС указанным выше способом является то, что это, по своей сути, система разрешения загрязнения.

Итак, система установления НДС имела следующие основные недостатки:

- являлась системой разрешения загрязнения;
- не имела четкой экологической направленности, не отвечала современным принципам природоохранной политики;

- недостаточно учитывала как реальное состояние ВО, так и технико-экономическую возможность достижения требуемых показателей качества воды;
- не применялась к диффузным источникам загрязнения;
- не гарантировала реализации требуемых водоохранных мероприятий.

1.2 Действующие нормативные и методические основы

В настоящем п. проанализируем действующие на 01.01.2017 г. (со вступившими в силу поправками ФЗ-219 [5]) нормативно-правовые и методические основы нормирования качества воды и водопользования, оценим соответствие практики нормирования качества воды ВО законодательству, а также отметим противоречия и неточности в законодательстве и методическом обеспечении, которые препятствуют развитию системы нормирования.

Ключевыми в рассматриваемой сфере являются ООС [4] и ВК [2].

1.2.1 Водный кодекс

Действующий ВК содержит целый ряд новаций, однако реализация части из них до сих пор затруднена по двум причинам: недостаточно четкая формулировка и обилие отсылочных норм, которые не обеспечены соответствующими нормативными и методическими документами. Сказанное в полной мере относится к вопросам качества воды в ВО. Остановимся несколько подробнее на некоторых недостатках текста ВК.

ВК предназначен для регулирования водных отношений. По причине своей жизненной важности эта сфера является предметом исключительного государственного интереса (выражением чего, в частности, является отнесение всех ВО, кроме прудов и обводненных карьеров к федеральной собственности). По нашему мнению, свод законов о водных отношениях должен содержать не только правовые основы регулирования отношений по использованию и охране ВО, но и законодательно закреплять основные цели и принципы государственной водной политики. Это позволит установить основы водных отношений на длительное время, обеспечит принципиальную базу для разработки подзаконных актов и механизмов реализации водной политики, сделает позицию государства более понятной и предсказуемой для водопользователей и мирового сообщества. То есть, кодекс должен содержать не только ответ на вопрос «как?», но и «для чего?».

Цели и принципы государственной водной политики могут быть закреплены и в отдельном документе. В качестве примера можно привести Федеральный водный закон Бразилии [237]. Однако чаще цели и принципы водной политики содержатся в начальных разделах или преамбуле водного закона (как, например, во французском законе о воде [238] и др.).

Мировая практика управления водными ресурсами показывает, что эффективность решения задач улучшения состояния ВО повышается в случае, когда долгосрочные цели и сроки их достижения четко сформулированы. Одной из причин недостаточной эффективности водоохранной политики России долгое время являлось как раз отсутствие таких целей и сроков. Нет их и в ВК. Частично проблему решают два действующих документа: Водная стратегия [6] и Федеральная целевая программа «Вода 2020» [239], в которых некоторые цели и принципы сформулированы.

В США и Европе раньше осознали необходимость более четкого целеполагания. Так, например, Закон «О чистой воде» США 1972 г. [240] предусматривал в качестве государственных задач, кроме прочего:

«(1) прекращение сброса загрязняющих веществ в судоходные водные объекты к 1985 г.;
(2) где возможно, достичь к 1 июля 1983 качества воды, благоприятного для рыб, ракообразных, диких животных, а также для целей рекреации».

РВД [135] устанавливает в качестве общей цели (п. 1(a) (ii)):

«Государства-члены должны защищать, улучшать и восстанавливать все поверхностные водные объекты ... с целью достижения хорошего состояния поверхностных вод не позднее, чем через 15 лет после вступления в силу данной Директивы».

Определения того, какое состояние ВО считается хорошим, приведено в приложениях к Директиве, порядок установления параметров хорошего состояния приводится в соответствующих руководствах.

И первый, и второй из упомянутых документов содержат условия, при которых указанные сроки могут быть перенесены. Анализ хода реализации как американского, так и европейского документа показывает, что сроки в большом числе случаев не выдерживаются. Но при всем этом – цели и сроки установлены, а значит, есть, с чем сравнивать достигнутые показатели, есть стимул для концентрации усилий в том, или ином направлении.

В российских условиях можно было бы предложить следующую формулировку одной из целей государственной водной политики: к 20XX году достичь хорошего экологического состояния всех ВО Российской Федерации (РФ).

Хорошее экологическое состояние ВО определяется совокупностью физических, химических и биологических показателей, значения которых (в общем случае) соответствуют состоянию подобного ВО (того же типа – водоем, водоток, находящегося в тех же физико-географических условиях формирования стока), неподверженного, или подверженного незначительному антропогенному воздействию.

Параметры хорошего экологического состояния, это не что иное, как долгосрочные целевые показатели состояния ВО (в том числе ЦП), которые устанавливаются в СКИОВО (ст. 33 ВК).

В соответствии с ВК СКИОВО – ключевой элемент планирования водохозяйственной деятельности в водном бассейне. СКИОВО *«являются основой осуществления водохозяйственных мероприятий и мероприятий по охране водных объектов, расположенных в границах речных бассейнов»* (ч. 1 ст. 33 ВК). Более того, СКИОВО *«являются обязательными для органов государственной власти, органов местного самоуправления»* (ч. 5 ст. 33 ВК). Вопрос методического обеспечения СКИОВО, таким образом, становится одним из приоритетов при разработке механизмов реализации ВК.

В рамках СКИОВО *«устанавливаются: 1) целевые показатели качества воды в водных объектах на период действия этих схем; 2) перечень водохозяйственных мероприятий и мероприятий по охране водных объектов...»* (ч. 3 ст. 33 ВК).

Кроме того, ст. 35 ВК дает общие принципы управления состоянием ВО на основе установления и соблюдения нормативов допустимого воздействия (НДВ) и ЦП.

Для применения этих инструментов необходимо определить общий порядок установления ЦП и НДВ, а также связь между ними и нормативами качества окружающей среды, технологическими нормативами (на основе технологических показателей НДТ).

Вообще, несмотря на назревшую необходимость, в ВК вопросам качества воды ВО (и ЦП) отводится совсем мало места. Тогда как в зарубежных аналогах – это ключевой вопрос.

Многие положения главы 6, посвященной охране ВО, выглядят более конкретно, чем в старой версии кодекса [208], но и тут вопросы нормирования качества воды ВО ограничиваются чаще всего отсылками к действующему законодательству, а имеющиеся положения только запутывают общую картину.

В ч. 4 ст. 56. «Охрана водных объектов от загрязнения и засорения» читаем:

«Содержание радиоактивных веществ, пестицидов, агрохимикатов и других опасных для здоровья человека веществ и соединений в водных объектах не должно превышать соответственно предельно допустимые уровни естественного радиационного фона, характерные для отдельных водных объектов, и иные установленные в соответствии с законодательством Российской Федерации нормативы».

Отсылка на законодательство, как явствует из проведенного выше анализа (п.п. 1.1) не дает ответа на вопрос, какие именно нормативы должны использоваться. Из текста не ясно, относится ли это положение только к «опасным» веществам (где список?). В качестве единственного критерия приводится опасность для здоровья человека, нет ничего о состоянии

биоты. С одной стороны, эта норма избыточна, поскольку ст. 43 содержит общие требования к использованию ВО для целей питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения (она, в свою очередь, ссылается на законодательство о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения). С другой стороны – недостаточна, поскольку никак не отражает требований по охране биоты, которые закреплены в одном из основных принципов водного законодательства (ч.1 ст. 3 ВК):

«...Регулирование водных отношений осуществляется исходя из представления о водном объекте как о важнейшей составной части окружающей среды, среде обитания объектов животного и растительного мира, в том числе водных биологических ресурсов...».

Качество воды ВО упоминается в ВК, главным образом, в связи с нормированием допустимых воздействий. Но и тут вопросов больше, чем ответов. Например, в ч. 6 ст. 60 ВК «Охрана водных объектов при проектировании, размещении, строительстве, реконструкции, вводе в эксплуатацию, эксплуатации объектов водохозяйственной системы» читаем:

«При эксплуатации водохозяйственной системы запрещается: 1) осуществлять сброс в водные объекты сточных вод, не подвергшихся санитарной очистке, обезвреживанию (исходя из недопустимости превышения нормативов допустимого воздействия на водные объекты и нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водных объектах)».

Не ясно, какими нормативами следует руководствоваться: допустимого воздействия, или допустимых концентраций. Если НДВ не определяется однозначно допустимыми концентрациями в ВО, то в чем приоритет? А если определяется, то зачем два норматива?

В ст. 35 главы 4 «Управление в области использования, охраны водных объектов» обозначены ключевые инструменты управления водопользованием и охраны водных объектов. Приведем ее текст полностью.

«Статья 35. Разработка и установление нормативов допустимого воздействия на водные объекты и целевых показателей качества воды в водных объектах

1. Поддержание поверхностных и подземных вод в состоянии, соответствующем требованиям законодательства, обеспечивается путем установления и соблюдения нормативов допустимого воздействия на водные объекты.

2. Нормативы допустимого воздействия на водные объекты разрабатываются на основании предельно допустимых концентраций химических веществ, радиоактивных веществ, микроорганизмов и других показателей качества воды в водных объектах.

3. Утверждение нормативов допустимого воздействия на водные объекты осуществляется в порядке, определяемом Правительством Российской Федерации.

4. Количество веществ и микроорганизмов, содержащихся в сбросах сточных, в том числе дренажных, вод в водные объекты, не должно превышать установленные нормативы допустимого воздействия на водные объекты.

5. Целевые показатели качества воды в водных объектах разрабатываются уполномоченными Правительством Российской Федерации федеральными органами исполнительной власти для каждого речного бассейна или его части с учетом природных особенностей речного бассейна, а также с учетом условий целевого использования водных объектов, расположенных в границах речного бассейна.

6. Целевые показатели качества воды в водных объектах утверждаются в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

Как видим, статья (и ВК в целом) не вносит ясность в вопросы: что такое НДС и ЦП, как они взаимосвязаны друг с другом и с ПДК (какими?), как их устанавливать и применять при решении вопросов предоставления ВО в пользование?

Итак, ВК обозначил новые инструменты управления водопользованием и охраной ВО, но не дал однозначного их определения. Кроме того, в ВК не приводится конкретизации положений ООС в применении к ВО. Утвержденное методическое обеспечение [241-243] никак не проясняет отмеченные вопросы, что существенно затрудняет реализацию положений ВК.

1.2.2 Закон об охране окружающей среды

Поскольку ВК не дает никаких уточнений в правовую базу нормирования качества воды ВО и воздействий на ВО, основным документом остается ООС [4]. Учитывая, что ФЗ-219 [5] предусматривает поэтапное внесение существенных изменений в ООС, рассмотрим позиции ООС по состоянию на 01.01.2017 г. Прочие новации, предусмотренные ФЗ-219, будут рассмотрены в главе 5.

В ст. 1 ООС приводятся следующие определения:

«нормативы в области охраны окружающей среды (далее также - природоохранные нормативы) - установленные нормативы качества окружающей среды и нормативы допустимого воздействия на нее, при соблюдении которых обеспечивается устойчивое функционирование естественных экологических систем и сохраняется биологическое разнообразие;

нормативы качества окружающей среды - нормативы, которые установлены в соответствии с физическими, химическими, биологическими и иными показателями для оценки состояния окружающей среды и при соблюдении которых обеспечивается благоприятная окружающая среда;

...

нормативы предельно допустимых концентраций химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов (далее также - нормативы предельно допустимых концентраций) - нормативы, которые установлены в соответствии с показателями предельно допустимого содержания химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов в окружающей среде и несоблюдение которых может привести к загрязнению окружающей среды, деградации естественных экологических систем».

Смысл приведенных определений раскрывается в ст. 21 ООС:

«Статья 21. Нормативы качества окружающей среды

1. Нормативы качества окружающей среды устанавливаются для оценки состояния окружающей среды в целях сохранения естественных экологических систем, генетического фонда растений, животных и других организмов.

2. К нормативам качества окружающей среды относятся:

нормативы, установленные в соответствии с химическими показателями состояния окружающей среды, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций химических веществ, включая радиоактивные вещества;

нормативы, установленные в соответствии с физическими показателями состояния окружающей среды, в том числе с показателями уровней радиоактивности и тепла;

нормативы, установленные в соответствии с биологическими показателями состояния окружающей среды, в том числе видов и групп растений, животных и других организмов, используемых как индикаторы качества окружающей среды, а также нормативы предельно допустимых концентраций микроорганизмов;

иные нормативы качества окружающей среды.

3. При установлении нормативов качества окружающей среды учитываются природные особенности территорий и акваторий, назначение природных объектов и природно-антропогенных объектов, особо охраняемых территорий, в том числе особо охраняемых природных территорий, а также природных ландшафтов, имеющих особое природоохранное значение».

Из приведенных определений, в частности, следует, что в рамках ООС в применении к ВО под ПДК понимаются значения химических показателей качества воды ВО, при которых сохраняются естественные экологические системы, с учетом природных особенностей ВО. Относительно учета назначения ВО ООС не дает никаких пояснений. Представляется, что требование учета назначения ВО, при установлении нормативов качества, может вступить в

логическое противоречие с приведенным определением норматива. Если, в применении к ПДК, такой учет подразумевает внесение дополнений в перечень нормируемых показателей (допустим – микробиологические показатели при учете рекреационного использования ВО), то противоречия нет. Если же имеются в виду значения ПДК, то возможно два последствия такого учета: повышение, или понижение требований. И то, и другое – противоречит смыслу норматива качества окружающей среды. Повышение требований может привести к не учету природных особенностей конкретного ВО. Понижение – к нарушению естественных экосистем (по определению ст. 1). Это лишь один из примеров недостаточной определенности положений ООС.

Как бы то ни было, ни ПДК_{рх}, ни ПДК_{хп} не являются нормативами качества окружающей среды. Анализ ООС и ВК показывает, что не имеется достаточных правовых оснований использования этих ПДК для регулирования водопользования и водоохранной деятельности.

1.2.3 Методическое обеспечение

Отметим, что за более 10 лет после вступления ВК в силу многие ключевые механизмы его правоприменения не получили утвержденного методического обеспечения, что приводит к значительным неопределенностям в решении задач управления.

1.2.3.1 Расчет НДВ

В соответствии со ст. 1 ООС НДВ это *«нормативы, которые установлены в соответствии с показателями воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и при которых соблюдаются нормативы качества окружающей среды»*. НДВ устанавливаются (ч. 1 ст. 22 ООС): *«в целях предотвращения негативного воздействия на окружающую среду хозяйственной и иной деятельности для юридических и физических лиц – природопользователей ...»*. Из чего ясно, что НДВ устанавливаются для конкретных источников воздействия на ВО.

В то же время, в п. 1 Постановления Правительства РФ от 30 декабря 2006 г. № 881 «О порядке утверждения нормативов допустимого воздействия на водные объекты» указано:

«Установить, что нормативы допустимого воздействия на водные объекты (допустимого совокупного воздействия всех источников, расположенных в пределах речного бассейна или его части, на водный объект или его часть) разрабатывает Федеральное агентство водных ресурсов...».

Не совсем ясно, зачем вообще приведен текст в скобках, который несет в себе опасность различных трактовок и затрудняет понимание термина⁴. В то же время ст. 22 ООС дает достаточно полное определение состава НДС, из которого для планирования водохозяйственной деятельности определяющими являются:

- НДС;
- нормативы допустимого изъятия компонентов природной среды (забор воды из ВО);
- нормативы допустимых физических воздействий.

Из чего, в частности, следует, что НДС является исчерпывающей характеристикой допустимого воздействия на ВО ЗВ, поступающих со сточными водами. Никакого НДС «по привносу химических веществ» в ВО, отличного от НДС законом не предусматривается.

Утвержденные методические указания по расчету НДС [242] (МУНДВ) дают определенный алгоритм расчета значения НДС (в рассматриваемом случае – по привносу ЗВ в ВО), но не отвечают на вопрос, как это число можно использовать при управлении водопользованием, в частности, при установлении НДС, при разработке СКИОВО. По нашему мнению, НДС, трактуемое, как допустимая суммарная масса поступления ЗВ на участке ВО, вообще не имеет никакого практического смысла.

Простой пример. Допустим, на некотором участке ВО по некоторому ЗВ установлен НДС, и существующие источники загрязнения сбрасывают в сумме массу ЗВ соответствующую НДС. Естественный вывод – сбрасывать больше нельзя. Теперь представим себе, что встал вопрос размещения на этом участке нового предприятия, которое («для чистоты эксперимента») забирает воду из другого ВО и обеспечивает на сбросе сточных вод содержание данного ЗВ в концентрациях меньших чем того требуют НКВ. Масса сброса больше нуля, т.е. НДС будет превышен, а вреда ВО – никакого. Давать разрешение на сброс? Или каждый раз при изменившихся условиях пересчитывать НДС? В то же время в п. 17 МУНДВ определяется, что НДС «устанавливаются на период не менее 15 лет».

Приведенное в МУНДВ (приложение Б) определение:

«Норматив допустимого воздействия по привносу химических веществ (НДВ_{хим}) является суммарной массой загрязняющих веществ, которая максимально допустима на расчетном участке водного объекта в пределах установленного периода времени, когда концентрации загрязняющего вещества в замыкающем створе и в среднем по участку не

⁴ Именно допустимость широких трактовок привела, на наш взгляд, к тому, что инструмент Предельно допустимых вредных воздействий, определенный в Водном кодексе РФ 1995 г., так и не стал рабочим.

превышают норматив качества воды, установленный для водного объекта или его участка - C_n »,

не проясняет картины. Остаются все обсужденные выше недостатки.

В соответствии с п. 5 МУНДВ «Основной расчетной территориальной единицей при разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты принимается водохозяйственный участок». Если учесть, что имеются водохозяйственные участки (ВХУ) протяженностью свыше 1000 км, то требование соблюдения НКВ в его замыкающем и среднем створах не могут гарантировать соблюдения НКВ на всем протяжении ВХУ (напомним, что, при установлении НДС на водотоке требуется соблюдение нормативов на удалении не более 500 м от выпуска). Таким образом, условия, устанавливаемые, например, санитарным законодательством, могут вступать в противоречие с требованиями НДС.

В [242] предлагается рассчитывать НДС по балансовой формуле:

$$НДВ_{хим} = C_{нр} W_{уч} - \text{SUM}(C_{нр} W_{ест} + C_{нвх} W_{вх} + C_{нобпр} W_{обпр}) \quad (1)$$

где $W_{уч}$ – общий объем стока на водохозяйственном участке к замыкающему створу за определенный расчетный период, млн. м³, определяемый по формуле:

$$W_{уч} = W_{ест} + W_{супр} + W_{вх} + W_{обпр} = W_{бпр} + W_{ндиф} + W_{супр} + W_{вх} + W_{обпр} \quad (2)$$

где $W_{ест}$ – объем местного стока в пределах расчетного участка, млн. м³:

$$W_{ест} = W_{бпр} + W_{ндиф} \quad (3)$$

$W_{бпр}$ - объем боковой приточности с участков, не подверженных антропогенному воздействию (за вычетом участков водосборной площади, трансформированных хозяйственной деятельностью с имеющимися диффузными источниками загрязнения антропогенного происхождения, как управляемыми, так и неуправляемыми), млн. м³;

$W_{ндиф}$ - объем боковой приточности на участках с неуправляемыми диффузными источниками загрязнения, млн. м³;

$W_{супр}$ - объем водоотведения, включая точечные и потенциально управляемые диффузные источники загрязнения, млн. м³;

$W_{вх}$ - объем стока, поступающий с вышерасположенного водохозяйственного участка, млн. м³;

$W_{обпр}$ - объем стока, поступающий с притоками первого порядка, обособленными в самостоятельные расчетные участки со своими НКВ, млн. м³;

$C_{нр}$, $C_{нвх}$, $C_{нобпр}$ - НКВ для соответствующих водохозяйственных участков, мг/л.

Очевидно, что эта формула не связана с определением НДС (по МУНДВ): тут не присутствуют требования к концентрациям в замыкающем и среднем створах расчетного участка. При соблюдении приведенного балансового условия (1), гарантировать соблюдение $C =$

$C_{нр}$ в указанных створах можно только в случае мгновенного и полного смешения по всему участку, что является совершенно некорректным допущением при учете протяженности участка (заметим в скобках, что тогда будет гарантировано соблюдение НКВ и в любом другом створе участка).

Приведем несколько иллюстраций. Для упрощения предположим, что рассматривается участок истока реки ($W_{вх}=0$), притоков на участке нет ($W_{обпр}=0$) и нет потенциально управляемых диффузных источников. Тогда формула (1) примет вид:

$$НДВ_{хим} = C_{нр} W_{уч} - C_{нр} W_{ест} = C_{нр} W_{супр} \quad (4)$$

То есть НДС для такого участка равен произведению объема сброса сточных вод на НКВ. Это условие будет выполняться, например, если все водопользователи будут сбрасывать сточные воды с концентрациями, соответствующими НКВ. Заметим, что, если на расчетном участке находится лишь один выпуск, то НДС будет выполняться *только* при сбросе сточных вод с концентрацией, соответствующей НКВ – $C_{нр}$! При этом по методике расчета НДС (с учетом разбавления и удаления контрольного створа на 500 м от выпуска) допустимая концентрация будет выше $C_{нр}$!

Рассмотрим следующий вариант. Пусть имеется два выпуска в пределах расчетного участка с объемами стока W_1 и W_2 . Пусть концентрация ЗВ в сточных водах первого выпуска C_1 , второго – C_2 . Если $C_1 \leq C_{нр}$ и $C_2 \leq C_{нр}$, то условия сброса соответствуют НДС при любых W_1 и W_2 .

Теперь, пусть объемы сброса и концентрации для первого и второго выпуска связаны соотношениями:

$$W_2 = XW_1;$$

$$C_1 = YC_{нр};$$

$$C_2 = ZC_{нр}.$$

Тогда:

$$НДВ = (W_1 + W_2)C_{нр} = (1 + X)W_1C_{нр}.$$

Суммарный сброс ЗВ на участке будет:

$$M = W_1C_1 + W_2C_2 = W_1YC_{нр} + XW_1ZC_{нр} = (Y + XZ)W_1C_{нр}.$$

Сброс ЗВ на участке не превысит НДС при условии:

$$M \leq НДВ, \text{ или}$$

$$(Y + XZ)W_1C_{нр} \leq (1 + X)W_1C_{нр}, \text{ откуда получим условие:}$$

$$Y + XZ \leq 1 + X. \quad (5)$$

Допустим, что первое предприятие сбрасывает ЗВ в концентрации $C_{нр}$, т.е. $Y = 1$. Тогда из (5) получим условие $Z \leq 1$. Это значит, что независимо от объемов сбрасываемой воды, если

концентрации ЗВ в одном из стоков равны НКВ, то другое предприятие должно сбрасывать ЗВ в концентрациях, не превышающих этого норматива.

Пусть теперь первое предприятие сбрасывает воду с качеством лучше нормативного, например, $Y = 0,1$.

Тогда из (1.2-5) получим:

$$\begin{aligned} 0,1 + XZ &\leq 1 + X, \text{ или} \\ X &\leq 0,9/(Z-1). \end{aligned} \quad (6)$$

Значит, для любой концентрации ЗВ в стоках второго предприятия можно найти объем сброса сточных вод, при котором НДС не будет нарушаться. Пусть, для примера, концентрация ЗВ в сточных водах второго предприятия превышает НКВ в 10 раз ($Z=10$). Тогда из (1.2-6) получим, что при $X \leq 0,1$ (при объеме сброса второго предприятия в 10 раз меньшем, чем на первом) НДС не будет нарушен. При $Z=91$ (превышение НКВ в 91 раз!) НДС не нарушается при $X \leq 0,01$.

Приведенный пример иллюстрирует, что при определенных соотношениях объемов сброса между предприятиями отдельное предприятие может сбрасывать сточные воды с многократным превышением концентрации ЗВ над НКВ, не нарушая НДС. При этом (в соответствии с определением $C_{нр}$) может быть нанесен вред ВО (биоте, человеку) на некотором, возможно значительном, расстоянии вниз по течению от такого выпуска. Заметим, что все наши расчеты справедливы при любом расходе воды в реке, в том числе и сопоставимом с расходами сточных вод, что, в частности, только усиливает наш тезис о возможном ущербе водному объекту. При определенных условиях (условия разбавления, расположение такого предприятия вблизи от замыкающего створа расчетного участка, или его середины) не будет выполнено и требование, заложенное в самом определении НДС: *«концентрации загрязняющего вещества в замыкающем створе и в среднем по участку не превышают норматив качества воды, установленный для водного объекта или его участка»*.

Несостоятельность и самого определения НДС, и предлагаемой расчетной формулы вполне очевидны.

Отметим, что в [242] для верховий или обособленных притоков (т.е. $W_{вх} = W_{обпр} = 0$) приводятся формулы, несколько отличные от рассмотренной:

для веществ искусственного происхождения

$$НДВ_{хим} = C_{нр}(W_{ест} + W_{супр}) \quad (7)$$

для веществ двойного генезиса:

$$НДВ_{хим} = C_{нр}(W_{ест} + W_{супр}) - C_{сф}W_{ест} \quad (8)$$

Простой подстановкой из формулы (1) получить формулы (7) и (8) не удастся. Получается, что основная балансовая формула не универсальна. Как это понимать? Комментариев по этому поводу в Методических указаниях нет. Однако если и принять эти формулы «на веру», недостатки, перечисленные выше, остаются и появляются новые вопросы.

При перечислении НКВ, которые могут применяться при установлении НДС в [242] приводится и норматив качества окружающей среды по ООС [4], в применении к ВО. Для веществ двойного генезиса приводится расчетная формула:

$$C_{\text{нр}} = C_{\text{ф}} = C_{\text{сф}} + \frac{S_{\text{сф}} t_{St}}{\sqrt{n}}, \quad (9)$$

- где $C_{\text{ф}}$ - фоновая (региональная) концентрация вещества⁵;
 $C_{\text{сф}}$ - средняя наблюдаемая концентрация вещества;
 $S_{\text{сф}}$ - среднее квадратическое отклонение концентраций;
 t_{St} - коэффициент Стьюдента при $P = 0,95$;
 n - число наблюдений по ингредиенту.

Затем следует малопонятный комментарий:

«Значение $C_{\text{сф}}$ используется при расчете НДС_{хим} для веществ двойного генезиса, так как поддержание в водном объекте концентраций на уровне верхнего предела приведет к завышению величины НДС_{хим} и возникновению временного тренда и ухудшения качества воды на перспективу».

Значит ли это, что $C_{\text{сф}}$ используется вместо $C_{\text{нр}}$? Зачем тогда вообще приводится формула (9)?

Разница между формулами (7) и (8) должна состоять лишь в значении НКВ: для веществ двойного генезиса этот норматив определяется с учетом региональных особенностей на основе (9). Если подставить это значение в (8) получим:

$$\begin{aligned} \text{НДС}_{\text{хим}} &= C_{\text{нр}}(W_{\text{ест}} + W_{\text{супр}}) - C_{\text{сф}}W_{\text{ест}} = \left(C_{\text{сф}} + \frac{S_{\text{сф}} t_{St}}{\sqrt{n}}\right)(W_{\text{ест}} + W_{\text{супр}}) - C_{\text{сф}}W_{\text{ест}} = \\ &= \left(C_{\text{сф}} + \frac{S_{\text{сф}} t_{St}}{\sqrt{n}}\right)W_{\text{супр}} + \frac{S_{\text{сф}} t_{St}}{\sqrt{n}}W_{\text{ест}} = C_{\text{нр}}W_{\text{супр}} + \frac{S_{\text{сф}} t_{St}}{\sqrt{n}}W_{\text{ест}} \end{aligned} \quad (10)$$

⁵ Для расчета регионального фона используются гидрохимические данные только по створам, расположенным на участках с подтвержденным экологическим благополучием.

При увеличении числа значений, на основе которых установлен региональный фон, второе слагаемое стремится к нулю. Таким образом, при хорошей изученности гидрохимического режима для веществ двойного генезиса имеем:

$$\text{НДВ}_{\text{хим}} \approx C_{\text{нр}} W_{\text{супр}}.$$

А при ухудшении обоснованности регионального фона, НДВ растет! Учитывая, что чаще всего $W_{\text{ест}} \gg W_{\text{супр}}$, этот рост может быть существенным. Можно легко представить случай, когда второе слагаемое, представляющее по существу ошибку определения регионального фона, будет определяющим. Дать физическое и природоохранное объяснение этого крайне затруднительно.

НДВ для ЗВ двойного генезиса (8) по сравнению со случаем ЗВ искусственного происхождения (7) уменьшается на всю массу ЗВ, которая допустима с естественным стоком ($C_{\text{нр}} W_{\text{ест}}$). Такая разница между формулами не вполне понятна. В рассматриваемом случае $W_{\text{ест}}$ представляет собой сток с водосборной площади, с которым в ВО в равной мере могут поступать как ЗВ двойного генезиса, так и искусственные (попавшие на водосборную площадь, например, с выбросами в атмосферу). Почему при прочих равных условиях (за исключением величин $C_{\text{нр}}$ и способов их установления) НДВ для ЗВ искусственного происхождения оказывается выше – не ясно.

Приведенные примеры иллюстрируют неготовность методической базы для расчета и использования НДВ при планировании водохозяйственной и водоохранной деятельности в речном бассейне.

1.2.3.2 Расчет НДС

Методика расчета НДС [243] в случае расчета для единичного выпуска, по сути, мало отличается от применявшихся ранее методик расчета ПДС: разрешается сброс, при котором прогнозируемые значения концентраций ЗВ, не превзойдут ПДК в контрольном створе. При этом под ПДК понимаются те же ПДК_{рх} и ПДК_{хп}, но с весьма важной оговоркой: в случае превышения значений ПДК в ВО, обусловленном природными факторами, в качестве НКВ принимается «природное» значение. Это безусловный прогресс. Но как обосновывать «природность» превышения ПДК не говорится⁶. НДВ учитывается в том смысле, что на расчетном участке сумма НДС и лимитов не должна превышать 80% НДВ⁷. О правомерности такого ограничения см. предыдущий п.

⁶ Использование аппарата целевых показателей позволит решить эту проблему.

⁷ О степени готовности методики НДС говорит, в частности, тот факт, что в указанной формуле допущена опечатка: в оригинале написано: $\sum \text{НДС} + \sum \text{Lim} \geq 0,8 \text{ НДВ}_{\text{химсупр}}$.

В Методике при установлении НДС на ВХУ предлагается решать задачу математического программирования. Целевая функция – минимум суммарных приведенных затрат водопользователей на достижение НДС. Ограничения – достижение ПДК во всех контрольных створах (НДВ нигде в математической модели не фигурирует!). Оставляя в стороне проблемы решения задач математического программирования, возможность сколько-нибудь достоверной оценки приведенных затрат и устойчивость решения по этому фактору, предлагаемое существенное упрощение модели ВО (полное и мгновенное смешение), зададимся вопросом: почему ставится задача минимизации затрат? Если бы речь шла об использовании бюджета, то постановка задачи была бы правомерна. Но мероприятия осуществляют водопользователи. Абсолютно очевидно, что минимизация суммарных затрат водопользователей, во-первых, лежит за пределами компетенции регулирующего органа, во-вторых, не имеет смысла в случае, когда эти затраты несут самостоятельные водопользователи. С точки зрения оптимальности суммы, может оказаться, что один водопользователь должен нести большие затраты, чем необходимы для достижения им нормативных показателей качества воды в контрольном створе, а другой – меньшие. Трудно представить себе работающую систему, в которой все водопользователи ВХУ, поверив в свою выгоду, сдавали бы средства на оптимизированный комплекс мероприятий в соответствии с неким (каким?) принципом пропорциональности в некий «общий котел», а затем получали из него средства на непосредственное осуществление мероприятий на своих выпусках. Мы полагаем, что из Методики следует полностью исключить раздел, посвященный расчету НДС на ВХУ.

Отметим также, что с учетом сложности процессов массопереноса и химического взаимодействия ЗВ в ВО, а также оценки последствий воздействия совокупности факторов на окружающую среду и человека, во всем мире осуществляется переход от «прогностического»⁸ нормирования к комбинированному подходу (см. выше). Прогностическое нормирование, на котором основаны описанные выше методики НДВ и НДС, связано с высоким риском ошибки и, не смотря на сделанные авторами методик оговорки, никак не учитывает технологические возможности.

Итак, ВК обозначил новые инструменты управления водопользованием и охраной ВО, но не дал однозначного их определения. Методическое обеспечение до конца не разработано, что сохраняет состояние неопределенности в важнейшем вопросе нормирования водопользования и планирования мероприятий по охране и восстановлению ВО.

⁸ Основанного на расчете (прогнозе) концентраций в контрольном створе и оценке риска воздействия таких концентраций на человека и биоту.

1.3 Внедрение принципов технологического нормирования

В 2015 г. (с отсрочкой полной реализации некоторых положений до 01.01.2025⁹) вступил в силу ФЗ-219 [5]. Новый закон представляет, в частности, очередную возможность (но не гарантию!) построить систему управления негативными воздействиями на поверхностные ВО, опирающуюся на передовой мировой опыт, учет российских реалий и здравый смысл. Успех во многом зависит от содержания подзаконных актов, нормативных и методических документов, обеспечивающих практическую реализацию закона. Для принятия взвешенных решений разработка этих документов должна сопровождаться широкой дискуссией заинтересованных сторон.

Название ФЗ-219 говорит само за себя. Главное – обеспечить правовую базу внедрения НДТ, включая экономические стимулы. Сделан серьезный шаг на пути реализации комбинированного подхода к управлению водопользованием. Посмотрим, что получилось (в применении к ВО).

К основным прогрессивным новациям можно отнести:

- конкретизацию механизма использования НДТ при нормировании, выдачу Комплексного экологического разрешения (КЭР);
- подразделение объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, на 4 категории с применением к ним различных инструментов регулирования;
- определение конкретных целей и ограничение сроков действия временно разрешенного сброса (ВРС);
- присвоение уникальных кодов всем объектам, оказывающим негативное воздействие на окружающую среду, ведение реестра объектов;
- обеспечение открытого доступа к сведениям реестра;
- достаточно детальное описание механизмов новой системы нормирования, включая платежи за негативное воздействие на окружающую среду;
- зачет в счет платежей затрат на согласованные природоохранные мероприятия;
- ограничение числа ЗВ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды, перечнем, который устанавливается Правительством, введение понятия «маркерное» ЗВ.

⁹ В настоящем подразделе анализируются нормы ФЗ-219 на момент полного внедрения всех его положений.

Кроме того, следует отметить устранение многих неточностей и неопределенностей, которые были присущи тексту ООС, в частности, уточнение определений НДС, технологических нормативов и т. п.

Выдача КЭР, разработка справочников НДТ, другие практические процедуры, подробно прописанные в ФЗ-219, конкретные сроки реализации и ответственные, закрепленные в Распоряжении Правительства от 19 марта 2014 г. № 398-р, вселяют надежду, что изжившая себя система нормирования, наконец, уйдет в прошлое.

Новая система представляется достаточно стройной. Хотя некоторые детали, в т. ч. и оставленные за пределами регулирования ФЗ-219, могут оказать решающее воздействие на ее эффективность с точки зрения достижения природоохранных целей.

Остановимся подробнее на предложенных изменениях.

Все объекты, оказывающие негативное воздействие на ОС, должны будут пройти процедуру регистрации в государственном реестре с присвоением им уникального номера, что облегчит контроль выполнения согласованных природоохранных мероприятий, автоматическое накопление и обработку информации и пр.

Разделение объектов на 4 категории по уровню воздействия на ОС позволяет внедрить гибкую систему нормирования (Таблица 1) с применением различных регулирующих механизмов.

Таблица 1 – Особенности регулирования по категориям объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду

Атрибуты	Категории объектов			
	I	II	III	IV
Уровень воздействия на ОС	Значительное	Умеренное	Незначительное	Минимальное
Заявительные документы	Заявки на учет и на КЭР, ОВОС	Заявка на учет, ДВОС	Заявка на учет	Заявка на учет
Разрешающий документ / срок действия (лет)	КЭР (включая ВРС) / 7+7	ВРС / 7; КЭР при наличии НДТ (по желанию) / 7	ВРС для ОЗВ / 7	Нет
Учет НДТ	Да	При наличии соответствующего НДТ в справочниках (по желанию)	Нет	Нет
Установление НДС	Только для ОЗВ при подготовке	Для маркерных ЗВ	Только для ОЗВ	Нет

Атрибуты	Категории объектов			
	I	II	III	IV
	заявки на КЭР, ОВОС			
План мероприятий / срок реализации (лет)	ППЭЭ / 7(14*)	ПМООС / 7	ПМООС / 7 (для ОЗВ)	Нет
Наличие ППЭК	Да	Да	Да	Нет
Особенности коэф. ставок платы за негативное воздействие на ОС	В пределах НДТ – 0	Без особенностей (если по КЭР, то в пределах НДТ – 0).	Для всех ЗВ, кроме ОЗВ, – 1	Плата не взимается

Примечания:

* – для крупных, градообразующих, оборонных предприятий; ДВОС– Декларация о воздействии на окружающую среду; ОЗВ – ЗВ 1 и 2 классов опасности, а также радиационные вещества; ПМООС – Программа мероприятий по охране окружающей среды; ППЭК – Программа производственного экологического контроля; ППЭЭ – Программа повышения экологической эффективности.

Попробуем разобраться в том, каковы основные отличия механизмов регулирования воздействия на окружающую среду по категориям.

При соответствии показателям НДТ по объектам категории I не взимается плата за негативное воздействие на ОС. Выглядит справедливо. При этом НДС для объектов I категории рассчитывается только по ОЗВ при подаче заявки на КЭР. В программе повышения экологической эффективности для действующих объектов фиксируются мероприятия по достижению показателей НДТ и НДС. Возникает несколько вопросов.

Следуя букве закона, в случае, когда показатели сброса по какому-либо ОЗВ не соответствуют НДС (далее – достижение/недостижение НДС), в ППЭЭ должны быть предусмотрены мероприятия, которые обеспечивают достижение НДС в семилетний (в общем случае) срок. Вполне можно представить себе ситуацию, когда выполнение технологических нормативов (далее – достижение НДТ) не обеспечивает достижения НДС. Это, в частности, означает, что нет экономически целесообразной технологии, обеспечивающей достижение НДС. Какое же тогда мероприятие по достижению НДС можно записать в ППЭЭ? Отсутствие такого мероприятия в ППЭЭ в соответствии с п. 9 ст. 311 ООС⁺¹⁰ может служить основанием для отказа в выдаче КЭР. При функционировании без КЭР в соответствии с п. 2 ст. 7 ФЗ-219 на юридическое лицо будет наложен штраф. Не ясно, будет ли при этом производиться плата за негативное

¹⁰ Здесь и далее так будем обозначать версию 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» со всеми изменениями, предусмотренными ФЗ-219.

воздействие на окружающую среду по данному ОЗВ. В соответствии с одной частью п. 5 ст. 163 ООС+ к ставке платы применяется коэффициент 0, поскольку сброс осуществляется в пределах НДТ. Если штраф окажется необременительным по сравнению с прибылью, то природоохранные цели не будут достигнуты, пока не появится новая НДТ. В соответствии с другой частью п. 5 ст. 163 должен применяться коэффициент 100, поскольку есть превышение НДС (а ВРС не установлен, т. к. нет мероприятия). В последнем случае владелец такого объекта при фактическом отсутствии технологии может оказаться в худших условиях, чем владелец объекта II категории (другого производства), осуществляющего сброс того же ОЗВ с превышением НДС при нарушении существующей технологии, которая обеспечивает достижение НДС. Несправедливо.

С другой стороны, в числе ЗВ, сбрасываемых объектом I категории, могут быть ЗВ (не являющиеся ОЗВ), показатели НДТ для которых значительно превышают НДС (если бы они были рассчитаны, но расчет НДС для объектов I категории производится только по ОЗВ!). То есть функционирование объекта не позволит достичь НКВ, а стимулов сокращения сброса – никаких. При соблюдении НДТ плата за загрязнение – 0! Никаких дальнейших действий, кроме обновления базы НДТ один раз в 10 лет, в ФЗ-219 не предусмотрено. Хотя вполне очевидно, что сброс ЗВ даже в пределах НДТ в верховьях небольшой реки может привести к нежелательным последствиям для окружающей среды, а в нижнем течении большой – может быть совершенно незаметен. На конкретном ВО для соблюдения НКВ может не быть иного выхода, кроме перепрофилирования или закрытия производства. Такое развитие событий ФЗ-219 не конкретизировано. В частности, не вполне понятно, является ли нарушением законодательства (в смысле ст. 34 ООС+) соблюдение НДТ при несоблюдении НДС. Налицо некоторая незавершенность реализации комбинированного подхода, которую можно трактовать в ущерб состоянию ОС.

Кроме того, поскольку одним из критериев отнесения технологии к НДТ является промышленное внедрение на 2-х и более объектах в РФ [244], то не вполне ясны механизмы обновления Справочников НДТ. Плата за загрязнение при внедрении «старых» НДТ нулевая. Зачем внедрять «новые»? А без внедрения «новые» технологии не могут быть включены в Справочник.

Необходимо внести ясность в означенные вопросы соотношения показателей НДТ и НДС при выдаче КЭР, а также по планомерному расширению справочников НДТ. На наш взгляд, этого можно добиться в рамках разработки соответствующих подзаконных актов, не внося изменений в ФЗ-219.

Для объектов II категории устанавливаются довольно жесткие сроки достижения НДС (7 лет), без учета необходимых для этого наличия/отсутствия технологий. Здесь, как будто нет и следа комбинированного подхода. Однако в соответствии с п. 12 ст. 31.1 ООС+ на объекты II категории можно получать КЭР при наличии соответствующих справочников по НДТ. А п. 7 ст. 11 ФЗ-219 прямо указывает на то, что до 01.01.2025 для всех объектов (независимо от категории), относящихся к области применения НДТ, необходимо получить КЭР. Таким образом, количество объектов, управление которыми основывается на комбинированном подходе, будет постепенно расширяться.

Представляется, что заложенный в обновленном ООС+ безальтернативный срок 7 (14 – для градообразующих и т. п.) лет для достижения показателей НДТ/НДС может стать существенным препятствием для его реализации, даже с учетом предусмотренных ФЗ-219 отсрочек. В ЕС, например, закреплён срок для достижения хорошего экологического состояния/потенциала ВО в 15 лет, но при этом предусмотрена возможность его двукратного продления на 6 лет при определенных условиях [132].

Заметим, что в условиях ФЗ-219 принципиальность вопросов установления НКВ и способов расчета НДС только повышается. Именно от этих факторов во многом будет зависеть эффективность реализации предложенных новаций.

Вызывает некоторую настороженность выделение в ФЗ-219 организаций *«осуществляющих водоотведение»* в отдельную группу, регулирующуюся *«законодательством Российской Федерации в сфере водоснабжения и водоотведения»*, вплоть до установления им НДС по особым правилам (п. 10 ст. 22 ООС+). По нашему мнению, упомянутым законодательством может регулироваться взаимодействие «водоканалов» с их абонентами, включая вопросы определения нормативов сброса в канализационную сеть и платы за него, но никак не НДС, поскольку он рассчитывается исходя из непревышения НКВ.

Неясно также, почему предлагаемые изменения законодательства не коснулись ВК. К примеру, упоминавшийся уже запрет сброса ЗВ при отсутствии ПДК (ст. 60, п. 6.3) просто теряет смысл при наличии ограниченного Перечня ЗВ [245]. Для окончательного снятия этого и других разночтений следует внести изменения и в ВК.

Как мы уже отмечали, успех реализации новшеств будет во многом зависеть от подзаконных актов и практики их применения. В рамках настоящей работы будут предложены подходы, позволяющие встроить систему нормирования воздействий на ВО на основе НДТ в систему бассейнового планирования водоохранных мероприятий.

1.4 Зарубежный опыт

В предыдущих п.п. мы уже ссылались на передовой зарубежный опыт. В настоящем подразделе дадим более подробную характеристику систем нормирования качества воды ВО, используемую в США и ЕС, оценим возможность применения элементов этих систем при построении российской системы нормирования. Отметим, что и американская, и европейская системы, каждая своим путем, переходят от нормирования по видам водопользования к «экологическому».

1.4.1 США

Федеральным органом, осуществляющим, в частности, координацию работ в штатах США по охране и восстановлению ВО (включая вопросы нормирования) является Агентство по охране окружающей среды (EPA). Каждый из штатов США обладает большой самостоятельностью в вопросах нормирования качества воды в ВО, опираясь на принятый в 1972 г. (с последующими поправками) основополагающий федеральный «Закон о чистой воде» (Clean Water Act – CWA) [240]. EPA в соответствии с [217] публикует рекомендованные значения стандартов и критериев качества вод. Штаты и индейские территории вправе либо принять эти стандарты, либо на их основе обосновать собственные, с учетом природных особенностей территорий и биоты конкретных ВО. В случае достаточной обоснованности эти стандарты утверждаются EPA.

Основная государственная цель, закрепленная в CWA – восстановление и поддержание химической, физической и биологической целостности поверхностных ВО на уровне, обеспечивающем сохранение и воспроизведение рыб, водных организмов и дикой природы, а также рекреационного потенциала ВО. Основным инструментом достижения поставленной цели – система стандартов качества воды (Water Quality Standards). Ключевыми элементами системы являются:

- виды водопользования (Designated Uses);
- критерии качества воды (Water Quality Criteria);
- антидеградационная политика (Antidegradation).

Под видами водопользования понимаются достигнутые, или установленные в качестве цели способы использования ВО. Список видов водопользования не имеет жесткой регламентации. В общем случае он включает такие виды, как питьевое водоснабжение, рекреация; поддержание водных форм жизни, сельхозводоснабжение, промышленное водоснабжение. Имеются и подвиды. Каждому виду водопользования соответствует определенный набор параметров, которым должен удовлетворять ВО – критерии качества.

Критерии могут быть представлены концентрациями веществ, измеряемыми физическими параметрами, а также в описательном виде (например, отсутствие токсикантов в опасных количествах).

Антидеградационная политика применяется к ВО, состояние которых лучше, чем это необходимо для установленного вида водопользования. Она предусматривает исключение возможности снижения показателей качества воды такого ВО.

Как видим, система близка к российской. Однако с 1972 г. она претерпела существенные изменения. Во-первых, рекомендовано везде стремиться к установлению вида водопользования «поддержание водных форм жизни и рекреации» (fishing-swimming), что соответствует установлению экологических НКВ. Во-вторых, предусмотрена возможность учета региональных особенностей формирования стока (при достаточном обосновании такой необходимости). При этом масштаб «индивидуализации» – от экорегиона (в США выделено 14 экорегионов, каждый из которых имеет и дальнейшую градацию) до участка конкретного ВО. Региональные особенности учитываются, главным образом, при установлении критериев качества по металлам и биогенам (азот, фосфор). В-третьих, последние десятилетия все большее внимание отводится биологическим индикаторам состояния ВО, признается их решающая роль в интегральной оценке состояния ВО.

Таким образом, сохраняя целостность системы, США не отказались от нормирования по видам водопользования «де-юре», но перешли (переходят) «де-факто» к системе нормативов качества, основанной на показателях состояния ВО в ненарушенных условиях с учетом региональных природных особенностей формирования стока (при все более широком использовании показателей состояния биоты).

Остановимся подробнее на перечнях и значениях контролируемых показателей качества воды. EPA регулярно обновляет и публикует рекомендованные федеральные критерии качества воды (нормативы качества в российской терминологии) на своем сайте (<http://epa.gov/waterscience/criteria/wqcriteria.html>). Имеется три группы нормативов: по приоритетным (120 позиций), неприоритетным (47) ЗВ и по ЗВ, имеющим органолептический эффект (23 – большая часть из этих ЗВ входит в предыдущие два списка). Как видим, несмотря на колоссальные экономические возможности США, число контролируемых физико-химических показателей качества воды в ВО ограничено.

Приводятся нормативы для «поддержания водных форм жизни» и «охраны здоровья человека». Первые подразделяются на нормативы для пресных и соленых вод. Определены нормативы для кратковременного (acute) и долгосрочного (chronic) воздействия. Первый норматив (СМС – Criteria Maximum Concentration) представляет собой оценку максимальной

концентрации ЗВ в поверхностных водах, при кратковременном воздействии которых не происходит неприемлемых изменений в сообществе водных животных. Второй (ССС—Criterion Continuous Concentration) – при неограниченном по времени воздействии. По сути СССР является аналогом российского ПДК_{рх}. Для краткосрочных нормативов в российской практике аналогов нет.

Нормативы для «охраны здоровья» в свою очередь подразделяются на две категории: потребление воды (включая водоснабжение с применением систем водоподготовки, купание) и водных организмов и только водных организмов. Большая часть значений этих нормативов основана на риске канцерогенности, равном 10^{-6} . Первый из этих нормативов по смыслу близок к нашим ПДК_{хп}.

К таблицам нормативов прилагаются формулы пересчета для ряда металлов с учетом жесткости воды, для аммония – с учетом рН и температуры.

Сравнить значения нормативов можно будет в сводной таблице, приведенной в конце п.п. (Таблица 5).

Представления о возможных вариациях значений нормативов можно получить на примере стандартов качества установленных в штате Миссури [246] (Таблица 2).

Таблица 2. Примеры нормативов качества воды для двух подвидов водопользования в штате Миссури (мг/л)

Название вещества	Водоёмы		Водотоки		Рекомендации EPA
	CWF ¹¹	LWWF ¹²	CWF	LWWF	
Аммоний	0,1-2.8 ¹³	0.2-3.9	0,1-2.8	0.2-3.9	-
Растворенный кислород	6	5	6	5	-
Кадмий	0,0091	0,0091	0,011-0,018	0,018-0,020	0,0022
Медь	0,019-0,036	0,019-0,036	0,019-0,036	0,029-0,053	0,009
Свинец	0,009-0,023	0,009-0,023	0,009-0,023	0,009-0,023	0,0025
Цинк	0,103-0,187	0,103-0,187	0,172-0,305	1,050-1,893	0,120

¹¹ Вид водопользования в оригинале обозначен как Protection of Aquatic Life -Cold Water Fishery – ВО, природные условия в которых позволяют поддерживать естественное воспроизводство или разведение форели и других рыб. Указаны данные по нормативу долгосрочного воздействия (ССС)

¹² Вид водопользования в оригинале обозначен как Protection of Aquatic Life-Limited Warm Water Fishery – ВО, природные условия в которых не позволяют поддерживать естественное воспроизводство важных для рекреации пород рыб. Указаны данные по нормативу долгосрочного воздействия (ССС)

¹³ Интервал означает пределы вариации норматива для различных конкретных ВО данного вида водопользования

Название вещества	Водоёмы		Водотоки		Рекомендации ЕРА
	CWF ¹¹	LWWF ¹²	CWF	LWWF	
Хром	0,011	0,011	0,042	0,190	-
Ртуть	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,00077

Как видим, значения могут отличаться от рекомендованных на федеральном уровне, варьировать в зависимости от подвида водопользования и природных условий на конкретном ВО.

Как уже отмечалось, территория США разбита на 14 экорегионов, различающихся физико-географическими условиями формирования стока. Для каждого экорегиона ЕРА публикует [247] рекомендованные значения нормативов качества по биогенам: общему фосфору и общему азоту¹⁴ (Таблица 3). Как видим, значения существенно различаются. Рекомендуемых общефедеральных значений нет вообще.

Таблица 3. Пример нормативов качества воды по биогенам для экорегионов США, мкг/л

Номер экорегиона	Фосфор общий		Азот общий	
	Водоёмы	Водотоки	Водоёмы	Водотоки
1.	-	47,00	-	310
2.	8,75	10,00	100	120
3.	11,00	21,00	400	380
4.	20,00	23,00	440	560
5.	33,00	67,00	560	880
6.	37,50	76,00	780	2180
7.	14,75	33,00	660	540
8.	8,00	10,00	240	380
9.	20,00	36,56	360	690
10.	-	-	-	760
11.	8,00	10,00	460	310
12.	10,00	40,00	520	900
13.	17,50	-	1270	-
14.	8,00	31,25	32	710

При наличии оснований штаты могут уточнять приведенные значения по под-экорегионам (Level III ecoregions) и т.д.

Предполагается, что для каждого экорегиона должны быть установлены нормативы (рекомендованные значения концентраций) для двух основных показателей – общего фосфора и

¹⁴ Публикуются также связанные с продуктивностью фитопланктона показатели: хлорофилл-а и прозрачность/мутность

общего азота, и двух зависящих от них и быстрореагирующих показателей – хлорофилла-А и прозрачности. Признается необходимым использовать биогенные нормативы в тесной связи с биологическими индикаторами состояния ВО, координировать программу отбора соответствующих проб. Наиболее употребительными биологическими критериями считаются показатели состояния зообентоса и рыб.

С практической точки зрения интересен подход к установлению значений региональных нормативов по биогенам, рекомендуемый ЕРА [248, 249].

Предлагается два возможных подхода к установлению численных значений нормативов. Первый (предпочтительный) состоит в статистической обработке данных наблюдений за эталонными ВО (reference condition). Под эталонным понимается ВО того же типа, что и исследуемые (глубокий или мелкий водоем, большая/малая река и т.п.), находящийся в сходных физико-географических условиях и не подверженный ощутимому антропогенному воздействию. Для расчета нормативного значения предлагается использовать верхний квартиль¹⁵ (75%) распределения наблюдаемых значений.

Второй – состоит в статистической обработке всех данных выбранного экорегиона (участка). В этом случае для расчета норматива используется нижний квартиль¹⁶ (25%) распределения наблюдаемых значений.

Ключевая роль в определении значений нормативов отводится т.н. Региональной группе технических экспертов. Это мультидисциплинарная группа, включающая авторитетных специалистов по биологии, лимнологии, химии, экологии, управлению водными ресурсами и пр. Именно эта группа проводит классификацию ВО, анализ имеющихся литературных данных, анализ полноты и достоверности данных измерений, оценивает необходимость и результаты применения моделирования, оценивает последствия принятия норматива на качество воды ниже по течению, предлагает к утверждению значения нормативов по результатам расчетов и анализа.

Отметим, ЕРА рекомендует определять сезонные и/или годовые (по водности) значения нормативов только в случае обоснованной необходимости этого и наличия достаточного объема информации. Мы считаем такой подход гибким и реалистичным.

¹⁵ Для показателей, более высокое значение которых соответствует лучшему состоянию ВО (растворенный кислород, прозрачность) – нижний квартиль (25%)

¹⁶ Для показателей, более высокое значение которых соответствует лучшему состоянию ВО (растворенный кислород, прозрачность) – верхний квартиль (75%).

1.4.2 ЕС

Страны Европейского Союза прошли свой путь от нормирования по видам водопользования к экологическому. В результате, приняв в 2000 г. РВД [135], в ЕС пришли к более радикальным изменениям методических и правовых основ нормирования, чем в США.

Для сравнения с российскими проанализируем прекратившие свое действие¹⁷ Директивы ЕС по качеству воды ВО «для поддержки жизни рыб» [176] и обеспечения питьевого водоснабжения. [183].

Первая Директива (78/659/ЕЕС) применялась к тем ВО, которые определены членами ЕС, как ВО, качество воды в которых позволяет (или может позволить, при сокращении загрязнения) поддерживать естественное разнообразие аборигенных видов рыб, или тех видов, которые рассматриваются как желательные компетентными органами (art.1).

Устанавливаются нормативы для двух типов ВО – лососевые и карповые. При этом различаются обязательные и желательные значения нормативов. Первые должны быть достигнуты в установленные сроки, ко вторым – следует стремиться. Государства-члены обязывались разработать программы мероприятий по достижению назначенных нормативов в течение 5 лет (art. 5).

В директиве приводятся, кроме значений нормативов, условия, при которых они могут считаться достигнутыми (необходимый процент - 95% проб, удовлетворяющих нормативу (Art.6)), частоту отбора проб, методы анализа.

Допускается применение специальных значений нормативов, если это обусловлено природными факторами (art. 11). В директиве приводятся нормативы всего для 14 показателей. При этом правда, отмечается, что приветствуется использование и других параметров качества воды ВО, а приведенный перечень предполагает, что содержание других вредных веществ незначительно.

Несмотря на сделанные оговорки, этот ограниченный перечень наглядно демонстрирует, что государства-члены считают его вполне достаточным для оценки состояния ВО и риска ухудшения качества за счет трансграничного переноса.

Отметим также, что в отличие от российских нормативов, в Директиве приводится пересчет допустимых концентраций для металлов в зависимости от жесткости воды (Таблица 4). А возможность и необходимость учета совместного эффекта нескольких вредных веществ приводится в гораздо менее категоричной, чем в российских документах, форме:

¹⁷ В соответствии с 22 ст. Рамочной Водной Директивы ЕС первая из этих Директив отменена в 2013 г., а вторая – в 2008. Они полностью замещены Рамочной Водной Директивой.

«Если два, или более вредных веществ присутствуют в смеси, то их совместный эффект (аддитивный, синергический или антагонистический) может быть существенным».

Таблица 4 – Пересчета нормативов для цинка и меди (мг/л) по жесткости воды

	Жесткость воды (мг/л CaCO ₃)			
	10	50	100	500
Цинк для лососевых ВО	0,03	0,2	0,3	0,5
Цинк для карповых ВО	0,3	0,7	1,0	2,0
Медь	0,005	0,022	0,04	0,112

Директива по ВО, используемым для водоснабжения, построена по сходной схеме [183]. При этом в отличие от российских, различаются нормативы, соответствующие трем категориям очистных сооружений:

- 1) А1 – простая механическая очистка и дезинфекция (быстрые фильтры и дезинфекция);
- 2) А2 – механическая, химическая очистка и дезинфекция (предварительное хлорирование, коагуляция, флокуляция, отстаивание, фильтрация, окончательное хлорирование);
- 3) А3 – интенсивная механическая и химическая очистка, расширенная очистка и дезинфекция (хлорирование, коагуляция, флокуляция, отстаивание, фильтрация, адсорбция на активированном угле, дезинфекция, включая окончательное хлорирование/озонирование).

В рамках директивы фактически нормируются только 38 показателей: 6 физических, 34 химических и 4 микробиологических. При этом обязательных нормативов лишь 20 (сравните с российскими требованиями!).

По 8 химическим показателям нормативы не определены, и государства могут воздержаться от установления таких значений вплоть до их определения (в соответствии с процедурой директивы) по мере накопления знаний по методам очистки воды и изменения стандартов питьевой воды.

Как видим, и эта директива дает достаточно ограниченный список наиболее важных параметров. Кроме того, по ряду параметров предусмотрена возможность учета природно-климатических особенностей.

Сравнение списков и значений (Таблица 5) нормируемых в США и ЕС показателей с российскими нормативами качества воды позволяет сделать следующие выводы:

- количество подлежащих обязательному нормированию показателей в России значительно превосходит аналоги;

Таблица 5. Сравнительная таблица некоторых нормативов качества воды в России, ЕС и США, мг/л

Показатель	Хозяйственно-питьевые ВО								Рыбохозяйственные ВО							
	РФ	Страны ЕС						США (ЕРА)	РФ	Страны ЕС				США (ЕРА)		
		Класс А1		Класс А2		Класс А3				Лососевые ВО		Карповые ВО				
		Р	О	Р	О	Р	О			Р	О	Р	О	МКК	МДК	
Алюминий	0,2 (0,5)*	-	-	-	-	-	-	-	0,04	-	-	-	-	0,75	0,087	
Аммоний-ион	1,5	0,05	-	1	1,5	2	4 (а)	-	0,5 (по N-0,4)	0,04	≤1(б)	≤0,2	≤1(б)	0,1-6,6 ¹⁸		
Железо	0,3 (1)*	0,1	0,3	1	2	1		0,3	0,1	-	-	-	-	-	1	
Кадмий	0,001	0,001	0,005	0,001	0,005	0,001	0,005	-	0,005	-	-	-	-	0,002	0,00025	
Марганец	0,1	0,05	-	0,1	-	1	-	0,05	0,01	-	-	-	-	-	-	
Медь	1	0,02	0,05 (а)	0,05	-	1	-	1,3	0,001	0,4	-	0,04	-	0,013	0,009	
Мышьяк	0,01	0,01	0,05	-	0,05	0,05	0,1	0,00018	0,05	-	-	-	-	0,34	0,15	
Никель	0,02	-	-	-	-	-	-	0,61	0,01	-	-	-	-	0,47	0,052	
Нитраты	45	25	50(а)	-	50(а)	-	50(а)	10	40 (по N-9)	0,01	(2)	0,03	(2)	-	-	
Ртуть	0,0005	0,0005	0,001	0,0005	0,001	0,0005	0,001	-	0,00001	-	-	-	-	0,0014	0,00077	
Свинец	0,01	-	0,05	-	0,05	-	0,05	-	0,006	-	-	-	-	0,065	0,0025	
Сульфаты	500	150	250	150	250 (а)	150	250(а)	-	100	-	-	-	-	-	-	
Фенол	0,001	-	0,001	0,001	0,005	0,01	0,1	0,3	0,001	В количествах, не влияющих на вкус рыбы				-	-	
Фосфаты	-	0,4	-	0,7	-	0,7	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	
Хлориды	350	200	-	200	-	200	-	-	300	-	-	-	-	860	230	
Хром (3+)	0,5	-	-	-	-	-	-	-	0,07	-	-	-	-	0,57	0,074	
Хром (6+)	0,05	-	-	-	-	-	-	-	0,02	-	-	-	-	0,016	0,011	
Цинк	1,0	-	-	-	-	-	-	7,4	0,01	-	-	-	-	0,12	0,12	
Взвешенные вещества	К фону + 0,75	25	-	-	-	-	-	-	К фону + 0,25	≤ 25 (а)	-	≤ 25 (а)	-	-	-	
рН	6,5-8,5	6,5-8,5	-	5,5-9	-	5,5-9	-	5-9	6,5-8,5	-	6-9	-	6-9	-	6,5-9	

¹⁸. В зависимости от температуры воды и рН. Данные по штату Миссури

Показатель	Хозяйственно-питьевые ВО							Рыбохозяйственные ВО							
	РФ	Страны ЕС						США (ЕРА)	РФ	Страны ЕС				США (ЕРА)	
		Класс А1		Класс А2		Класс А3				Лососевые ВО		Карповые ВО		МКК	МДК
		Р	О	Р	О	Р	О			Р	О	Р	О		
Растворенный кислород (O ₂)	4	>70% насыщения	-	>50% насыщения	-	>30% насыщения	-	-	6/4	50% проб ≥9 100% ≥7	50% проб ≥9	50% проб ≥8 100% ≥5	50% проб ≥7	-	-
БПК ₅	2	3	-	5	-	7	-	-	2	3	-	6	-	-	-
ХПК	15	-	-	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- **Примечания:**

- Р – рекомендованные значения; О- обязательные значения; МКК – максимальная допустимая краткосрочная концентрация; МДК – максимальная допустимая долгосрочная концентрация (аналог российского ПДК); ЕРА – для США приведены рекомендованные Агентством по охране окружающей среды федеральные значения.
- * – величина, указанная в скобках, может быть установлена Главным государственным санитарным врачом по соответствующей территории для конкретной системы водоснабжения.
- (а) – возможно установление государствами-членами более «мягких» нормативов в случаях исключительных погодных, или географических условий, а также в случаях, когда указанные в таблице нормативы не могут быть соблюдены, в связи с превышением указанных значений под воздействием природных факторов (подстилающие породы, почвы и пр.).
- (б) – в отдельных случаях (низкие температуры воды, малая нитрификация и пр.), а также, если компетентные органы смогут доказать, что нет вредного воздействия, могут устанавливаться большие значения.

- такие малоинформативные показатели как кальций, магний, натрий, калий, кремний (входящие в обязательную программу наблюдений Росгидромета [220]) не входят ни в один из рассмотренных зарубежных аналогов;
- требования по содержанию ряда металлов (медь, цинк, алюминий) в России гораздо строже, чем за рубежом (где, в отличие от России, нормативы по ряду металлов зависят от жесткости воды);
- и в Европе, и в США на практике применяется региональное нормирование по целому ряду показателей (прежде всего, биогены и металлы).

1.4.2.1 Рамочная водная директива ЕС

22 декабря 2000 г. была опубликована и вступила в силу РВД [135]. Данная директива явилась результатом многолетних дискуссий и переговоров широко круга экспертов, управленцев и политиков с целью достижения широких договоренностей по ключевым принципам современного управления водными ресурсами во имя обеспечения устойчивого водопользования. Директива определила общую цель: достижение хорошего экологического статуса/потенциала ВО ЕС к 2015 г., а также механизмы достижения этой цели. Ключевым является переход от действовавшей системы нормирования качества воды по видам водопользования к экологическому нормированию на основе показателей ненарушенного состояния ВО.

Следует отметить, что работа над РВД в странах ЕС велась в то же время, что и разработка предложений по системе ЦП в России. Первая же встреча экспертов обеих сторон в 1999 г. показала, что независимо выработаны близкие подходы, которые, конечно, имеют отличия, но вполне гармоничны.

Остановимся кратко на основных положениях РВД, имеющих прямое отношение к исследуемым нами проблемам.

Основная цель РВД – достижение хорошего экологического статуса/потенциала всех ВО к 2015 г¹⁹. Для обеспечения поставленной цели государства-участники ЕС должны были:

- определить водные бассейны, находящиеся на национальных территориях, отнести их к бассейновым округам и определить ответственные органы;
- описать антропогенное воздействие на бассейновые округа, охарактеризовать водное хозяйство в них;
- определить границы и классифицировать ВО, провести оценку их состояния, определить эталонные показатели состояния (reference conditions);

¹⁹ Имеются особые условия и сроки для ряда случаев.

- провести интеркалибрацию систем оценки экологического состояния ВО;
- запустить сеть мониторинга;
- основываясь на данных мониторинга и анализе характеристик водных бассейнов определить экономически обоснованную программу мероприятий по достижению целевых показателей РВД;
- разработать и опубликовать Программы управления водными бассейнами для каждого бассейнового округа, включая определение существенно модифицированных ВО;
- внедрить платежи за воду, которые обеспечат устойчивость состояния водных ресурсов на основе полного покрытия необходимых затрат;
- запустить реализацию Программ;
- реализовать Программы мероприятий и достичь целевых показателей до 2015 г.

К настоящему времени большая часть задач успешно реализована.

1.4.2.2 Директива ЕС о комплексном предотвращении загрязнения и контроле над ним

Основополагающим документом по определению общеевропейской стратегии по сокращению вредных воздействий на окружающую среду является Директива Совета Европейского Союза 96/61/ЕС от 24 сентября 1996 г. о комплексном предотвращении загрязнения и контроле над ним [250]. Она определила общие принципы контроля за выбросами/сбросами ЗВ, порядок взаимодействия государств по этим вопросам, а также общие принципы и порядок определения НДТ. В настоящее время действует обновленная редакция этого документа [251].

Директива устанавливает нормы по комплексному предотвращению загрязнения окружающей среды в результате промышленной деятельности и контролю над ним. Директива направлена на предотвращение эмиссии (выбросов в атмосферу, сбросов в ВО или размещения отходов на поверхности), там, где это практически возможно, а там, где это невозможно, – на сокращении эмиссии для обеспечения высокого уровня охраны окружающей среды в целом.

Комплексность подхода состоит в оценке и предотвращении вредных воздействий на все компоненты окружающей среды, в противовес отдельному контролю и регулированию, который мог способствовать перемещению загрязнений между разными природными средами.

В Директиве приводится детальное определение НДТ, описываются требования к составлению справочников НДТ (BREF) и порядок предоставления разрешений на деятельность предприятий, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду.

Справочники НДТ создаются на основе широкого обмена информацией и обсуждения сведений о действующих и готовых к внедрению технологиях. Каждый справочник содержит «заключение», включающее описание НДТ, оценку их применимости; соответствующие уровни эмиссии и потребления (энергии и пр. ресурсов), процедуры мониторинга.

Разрешения выдаются в общем случае при наличии обязательства «оператора» достичь уровней эмиссии, не превышающих соответствующих пороговых значений из справочников НДТ. При этом параметры эмиссии устанавливаются без предписания использовать одну определенную технологию или метод. В случае если стандартами качества окружающей среды предусмотрены более жесткие условия по сравнению с условиями, достижимыми посредством использования НДТ, разрешение должно содержать дополнительные меры в целях обеспечения соответствия стандартам качества окружающей среды. Именно этого ключевого условия пока нет в российских нормативных документах, обеспечивающих переход к регулированию воздействий на ОС на основе НДТ!

В Директиве приведен перечень ЗВ, выброс/сброс которых в окружающую среду подлежит контролю в первую очередь.

Созданные в рамках Директивы рабочие группы занимаются планомерной работой по определению НДТ для различных отраслей промышленности. При этом, в частности, определяются предельные концентрации ЗВ в сточных водах, соответствующие НДТ.

Они показывают минимальный уровень требований, которые можно предъявлять предприятиям-водопользователям. При этом реализация мероприятий по переходу к НДТ зависит от конкретных экономических условий. Более того, если цели, определенные РВД, не могут быть достигнуты на том или ином ВО даже при внедрении НДТ, в силу вступают политические механизмы: либо согласуются иные сроки достижения целей РВД, либо принимаются подкрепленные экономическими мерами политические решения по воздействию на водопользователя, по стимулированию инновационной деятельности, направленной на совершенствование действующих технологий.

1.5 Анализ материалов СКИОВО

Как было отмечено, до сих пор нет утвержденного методического обеспечения по установлению целей (целевых показателей) и приоритетов при планировании водоохранной деятельности в речном бассейне. Вместе с тем к 2015 г. разработка СКИОВО была в целом завершена. В настоящем подразделе приведем результаты анализа текстов 69 утвержденных

СКИОВО²⁰ с целью обобщения опыта установления целей и приоритетов водоохранной деятельности, целевых показателей качества воды (Таблица 6).

Как видно, СКИОВО разрабатывались разными организациями, что в условиях методической неопределенности позволяло ожидать наличия различных подходов к решению означенных выше задач.

Таблица 6 – Перечень утвержденных СКИОВО, использованных для анализа

№	СКИОВО	Разработчик
1	СКИОВО бассейна реки Селенга	Байкальский институт природопользования СО РАН (г. Улан-Удэ)
2	СКИОВО бассейнов рек средней и северной части оз. Байкал	
3	СКИОВО бассейна реки Сура	Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» (ННГАСУ)
4	СКИОВО бассейна реки Западная Двина	ГУП Смоленской области ИТЦ «Экология»
5	СКИОВО бассейна реки Енисей	ЗАО «Центр Инженерных Технологий» г. Барнаул
6	СКИОВО бассейна реки Нижняя Таймыра	
7	СКИОВО бассейна реки Пясина	
8	СКИОВО бассейна реки Хатанга	
9	СКИОВО бассейна реки Ангара, включая озеро Байкал	
10	СКИОВО рек бассейна Каспийского моря междуречья Терека и Волги	ЗАО Научно-технический центр «РегионГидроПроект»
11	СКИОВО бассейна реки Терек (российская часть)	
12	СКИОВО рек бассейна Каспийского моря на юг от бассейна Терека до государственной границы РФ	
13	СКИОВО бассейна реки Волга ниже Рыбинского водохранилища до впадения Оки	ЗАО ПО «Совинтервод»
14	СКИОВО бассейнов рек южной части оз. Байкал	
15	СКИОВО бассейна реки Ока	
16	СКИОВО бассейна реки Иртыш	

²⁰ Для анализа использованы материалы 69 СКИОВО, имеющиеся (имевшиеся на момент проведения работ) в открытом доступе на сайтах соответствующих БВУ.

№	СКИОВО	Разработчик
17	СКИОВО по бассейнам рек Большой Узень и Малый Узень (Российская часть)	Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти
18	СКИОВО рек бассейна Черного моря	Кубанский ГАУ, НИИ прикладной и экспериментальной экологии, г. Краснодар
19	СКИОВО бассейна реки Днепр	НТЦ водохозяйственной безопасности «Вода и люди: XXI век», г. Москва
20	СКИОВО реки Кубань	ОАО "Кубаньводпроект"
21	СКИОВО бассейнов рек острова Сахалин	ООО «ВЕД» г. Москва
22	СКИОВО бассейнов рек Охотского моря от хребта Сунтар-Хаята до реки Уда	
23	СКИОВО бассейнов рек Охотского моря от Пенжины до хребта Сунтар-Хаята	
24	СКИОВО бассейна реки Уда	
25	СКИОВО бассейна рек Чукотского моря	
26	СКИОВО бассейна рек Восточно-Сибирского моря восточнее Колымы	
27	СКИОВО бассейнов рек Берингова моря от Чукотки до Анадыря	
28	СКИОВО бассейна реки Анадырь от истока до впадения р. Майн и от впадения р. Майн до устья (ВХУ 19.05.00.001 и 19.5.00.002)	
29	СКИОВО бессточных районов междуречья Терека, Дона и Волги	
30	СКИОВО бассейна реки Алазея	
31	СКИОВО бассейна реки Анабар	
32	СКИОВО бассейна реки Индигирка	
33	СКИОВО бассейна реки Колыма	
34	СКИОВО бассейна реки Лена	
35	СКИОВО бассейна реки Оленек	
36	СКИОВО бассейна реки Яна	
37	СКИОВО бассейна реки Волга	
38	СКИОВО бассейна реки Волхов	ООО «Ленводпроект»
39	СКИОВО бассейна реки Печора	ООО «ЭКОВОДПРОЕКТ», г. Санкт-Петербург
40	СКИОВО бассейна рек о. Новая Земля	
41	СКИОВО бассейна рек Белого моря в границах Архангельской области	

№	СКИОВО	Разработчик
	(без рек Онега, Северная Двина и Мезень)	
42	СКИОВО бассейнов рек Кольского полуострова и Карелии, впадающих в Белое море (российская часть)	
43	СКИОВО бассейнов рек Баренцева моря междуречья Печоры и Мезени	
44	СКИОВО бассейнов рек Карского моря междуречья Печоры и Оби	
45	СКИОВО бассейна реки Мезень	
46	СКИОВО бассейна реки Северная Двина	
47	СКИОВО бассейна реки Нарва	
48	СКИОВО Карелии бассейна Балтийского моря (российская часть бассейнов)	
49	СКИОВО бассейна реки Нева	
50	СКИОВО рек и озер бассейна Финского залива (от границы Российской Федерации с Финляндией до северной границы бассейна реки Нева)	ФГБУ «Государственный гидрологический институт»
51	СКИОВО бассейна реки Луга и рек бассейна Финского залива от северной границы бассейна реки Луги до южной границы бассейна реки Невы	
52	СКИОВО бассейна реки Неман и рек бассейна Балтийского моря (российская часть в Калининградской области)	
53	СКИОВО бассейна реки Онега	ФГБУ «Государственный океанографический институт имени Н. Н. Зубова» (ФГБУ «ГОИН»)
54	СКИОВО бассейнов рек Кольского полуострова, впадающих в Баренцево море (российская часть бассейнов)	
55	СКИОВО бассейнов рек Баренцева моря междуречья Печоры и Оби	
56	СКИОВО бассейнов рек Камчатки. СКИОВО бассейнов рек Берингова моря (южнее Анадыря)	
57	СКИОВО рек Камчатки Охотского моря (до р. Пенжина)	ФГБУ РосНИИВХ (ДальНИИВХ, г. Владивосток)
58	СКИОВО бассейнов рек Камчатки. СКИОВО бассейна реки Пенжина	
59	СКИОВО бассейна реки Камчатка	

№	СКИОВО	Разработчик
60	СКИОВО бассейнов рек Японского моря	
61	СКИОВО бассейна реки Амур	
62	СКИОВО бассейна реки Дон	ФГБУ РосНИИВХ (Сев-КавНИИВХ, г. Новочеркасск)
63	СКИОВО рек бассейна Азовского моря междуречья Кубани и Дона	
64	СКИОВО бассейна реки Кама	ФГБУ РосНИИВХ (г. Екатеринбург)
65	СКИОВО бассейна реки Обь	
66	СКИОВО бассейна реки Урал	
67	СКИОВО бассейна реки Таз	
68	СКИОВО бассейна реки Надым	
69	СКИОВО бассейна реки Пур	

Основные направления анализа материалов СКИОВО (обусловленные отсутствием или неполнотой методического обеспечения соответствующих позиций):

- обоснование (расчет) целевых показателей качества воды;
- выбор приоритетных водоохранных мероприятий, направленных на достижение целевых показателей качества воды;
- обоснование программ водохозяйственных мероприятий СКИОВО.

ВК предусматривает (ст. 33, 35) установление целевых показателей качества воды (ЦП) в рамках СКИОВО. Однако утвержденного методического обеспечения расчета ЦП нет, как нет в российских нормативно-методических документах ни четкого определения самого термина ЦП, ни способов использования ЦП в практике управления водными ресурсами и водопользованием. Исходя из того, что ЦП упоминаются в ст. 35 ВК совместно с НДВ, можно сделать вывод о том, что расчет НДВ должен основываться на ЦП. Но это предположение не имеет подтверждения ни в самом ВК, ни в Методических указаниях по расчету НДВ [242], ни на практике: СКИОВО (а значит и ЦП) и НДВ по одному бассейну могли разрабатываться разными исполнителями и в различной последовательности.

В [241] для установления ЦП предлагаются лишь общие критерии:

- стабилизация обстановки;
- достижение показателей природного состояния (для естественных ВО) или максимального экологического потенциала (для существенно модифицированных или искусственных ВО);

- достижение промежуточных ЦП с учетом перспектив социально-экономического развития и имеющихся ресурсов.

Эти критерии также не подкреплены методическими документами: нет кодифицированного определения использованных понятий «естественные», «существенно модифицированные» и пр., нет утвержденных методик определения показателей природного состояния и критериев их достижения, не ясно, как учитывать перспективы социально-экономического развития.

Таким образом, разработчики СКИОВО были вольны использовать свое понимание как самого термина, так и способов расчета значений ЦП. При этом они могли опираться на международный опыт [134, 135], и российские публикации (например, к 2009 г. уже были опубликованы работы [10, 11, 189, 192]). В 2007 г. под руководством автора были разработаны Методические рекомендации по определению ЦП (МРЦП, [252]), однако они не получили никакого нормативного статуса.

Анализ утвержденных СКИОВО обнаруживает самые различные подходы к установлению ЦП (Таблица 7). В означенной таблице систематизированы сведения по использованным исходным данным (графа «Данные»), перечню ЦП (Перечень ЦП), способам территориальной дифференциации ЦП (Зона действия), основной методике (Метод) и особенностям расчета (экспертного назначения) значений ЦП (Особенности), учету гидрологических сезонов (Сезон), учету различий ВО по каким-либо признакам (Клсф. ВО), способам уточнения расчетных значений ЦП (Уточнение).

Рассмотрим, как решаются вопросы:

- определения перечня ЦП;
- определения значений ЦП;
- территориальной дифференциации значений ЦП.

Учитывая, что подходы автора работы (МРЦП) будут детально изложены в последующих главах, в этом подразделе они анализироваться не будут.

1.5.1 Определение перечня ЦП

ЦП в подавляющем большинстве СКИОВО устанавливаются по всем ЗВ, для которых имеются сведения об их содержании в ВО (данные наблюдений, литературные данные и пр.).

Таблица 7 – Обзор способов расчета целевых показателей качества воды²¹

Разработчик/ бассейн	Данные	Перечень ЦП	Зона действия	Метод	Особенности	Се- зон	Клсф. ВО	Уточнение	Комментарий
БИП СО РАН/Селенга; Байкал	ГНС+, экспедиция.	Все	РУ<ВХУ	МРЦП	?	+	–	ЦП≥ПДК _{рх}	Нет подробностей расчета, установления границ РУ и пр.
ННГАСУ/Сура	Экспедици онные, много створов, мало замеров	Обязательные из МРЦП	РУ<ВХУ	МРЦП	Q ₁	+	–	–	Сезоны – календарные
ГУП Смоленской области ИТЦ «Экология»/ Западная Двина	–	–	Бассейн	Эксп.	УКИЗВ, слабозагрязне нная	–		–	
ЗАО «Центр Инженерных Технологий»/ Енисей	ГНС+		РУ≤ВХУ	МРЦП	Q ₁	–	+	ЦП≥ПДК _{рх}	Ошибочно оценивают актуальное состояние по Q ₃ .
Нижняя Таймыра	ГНС+	Все	Бассейн	Эксп.	ПДК _{рх}	–		–	Малоизученные, не загрязненные ВО
Пясины, Хатанга	ГНС+	Все	Бассейн	МРЦП НДВ	Q ₁			ЦП ≥ С _н	Ошибочно оценивают актуальное состояние по Q ₃ .
Ангара, включая озеро Байкал	–	Все	Бассейн	НДВ	С _н	–	–	–	
ЗАО НТЦ «РегионГидроПроект»/ Терек	–	Все	Бассейн	Эксп.	УКИЗВ, чистая, слабозагрязне нная	–	–	–	–
Реки бассейна Каспийского моря на юг от бассейна Терека до государственной границы РФ	–	Все	Бассейн	НДВ	С _н	–	–	–	По хлоридам С _н по р. Сулак втрое превосходят максимальные наблюденные значения

²¹ Расшифровка сокращений – в Примечаниях к таблице.

Разработчик/ бассейн	Данные	Перечень ЦП	Зона действия	Метод	Особенности	Се- зон	Клсф. ВО	Уточнение	Комментарий
ЗАО ПО «Совинтервод»/ Волга ниже Рыбинского водохранилища до впадения Оки	–	–	Бассейн	НДВ Эксп.	К 2020 г. – ПДК _{хп} , к 2015 –умеренно- загрязненная по УКИЗВ	–	–	–	Никаких обоснований
Реки южной части оз. Байкал	–	–	Бассейн	НДВ Эксп.	ПДК _{хп}	–	–	–	Никаких обоснований
Ока	–	Взв. в-ва, ХПК, Р _{общ.} , нефтпр.	Бассейн	НДВ	?	–	–	ПДК≤ЦП≤ЗКК	Выбрали эталонный участок. По нему установлено соответствие 3 КК. Замечание: «Необходимо отметить, что принятые ЦПКВ пригодны только для бассейна в целом и для устья р. Оки. Если возникнет задача автономного нормирования, например, водохозяйст- венных участков, то для них ЦПКВ могут отличаться от приведённых».
ИЭВБ РАН	2 створа, 10 лет	Все	бассейн	МРЦП	Q ₁	–	–	–	Есть детальный анализ динамики г-х показателей
Кубанский ГАУ, НИИ ПЭЭ / реки бассейна Черного моря	–	Все	бассейн	НДВ МРЦП	Q ₁	–	–	–	С _ф в НДВ принимался по створам, расположенным в ООПТ. Делали расчет ДЦП по загрязненным створам. Значения – близкие к С _ф .
НТЦ ВБ «Вода и люди: XXI век»/ Днепр	–	–	–	НДВ Эксп	–	–	–	–	Снижение сброса ЗВ из точечных на 20%, диффузных – на 40%. Никаких расчетов. Отмечают, что ЦП ВС не будет достигнут, по причине наличия природного фона
ОАО "Кубаньводпроект"/ Кубань				НДВ Эксп.	ПДК _{рх}				С _н >ЦП по многим показателям
ООО «ВЕД»/ реки и острова Сахалин, реки Охотского моря от хребта Сунтар-Хаята до реки Уда, от Пенжины до хребта	Отрывочны е, либо отсутствуют . Используют ся лит. данные,	12	1) – верховья; 2) равнинная часть	Эксп	По обзору. Верховья – 1- 2 КК, равнинная часть – 3КК			1) природн. ≤ЦП≤2КК; 2) природн. ≤ЦП≤3КК	При отсутствии регулярных данных. используются опубликованные данные по ВО-аналогам. КК определяется по гидробиологическим показателям. Принцип установления «бассейновых» значений» ЦП не ясен.

Разработчик/ бассейн	Данные	Перечень ЦП	Зона действия	Метод	Особенности	Се- зон	Клсф. ВО	Уточнение	Комментарий
Сунтар-Хаята, Уда, реки Чукотского моря, реки Восточно- Сибирского моря восточнее Колымы, реки Берингова моря от Чукотки до Анадыря, Анадырь от истока до впадения р.Майн и от впадения р.Майн до устья, Алазея, Анабар, Колыма, Оленек, Яна	иногда – результаты собств. экспед. обследовани й								
Лена	Обзор + собственны е экспедиции	ЗВ для нормирования (в НДВ) определялся по вкладу в сумму рангов С/ЦПКВ-1. Для нормирования выбираются с 80% вклада.	Упоминае тся необходи мость уточнения для учета природны х особеннос тей.	НДВ Эксп.	1-2КК верховья, 2КК в среднем теч, 3КК в дельте				В результате не ясен принцип учета рассчитанных по экспедиционным данным значений
Волга	ГНС+	Все	Бассейн	Эксп.	ЗКК по данным наблюдений	–	–	Для сопоставления со средними значениями граничное значение ЗКК уменьшили на эмпирический к- т 2,5 (для ХПК, БПК – 1,5)	
ООО «Ленводпроект/ Волхов	ГНС+	Все	Бассейн	МРЦП Эксп	диапазон от Q ₁ до Q ₃	–	–	–	
ООО «ЭКОВОДПРОЕКТ»/	ГНС+	Все	РВХУ (≤ ВХУ)	НДВ	C _п	–	–	–	Есть ЦП< ПДК

Разработчик/ бассейн	Данные	Перечень ЦП	Зона действия	Метод	Особенности	Се- зон	Клсф. ВО	Уточнение	Комментарий
Печора									
Реки о. Новая Земля	Нет. По аналогам	Все	по рекам	Эксп.	C_{ϕ}	–	–	–	
рек Баренцева моря междуречья Печоры и Мезени, рек Карского моря междуречья Печоры и Оби, Мезень	Нет или мало ГНС, ведомствен ный	Все	ВХУ	НДВ	–	–	–	–	Есть ЦП < > ПДК
Северная Двина	ГНС+	Все	ВХУ	НДВ	C_{Π}	+	–	–	Есть ЦП < > ПДК, в т.ч. по нфтпр – 4 ПДК _{рх}
ФГБУ ГГИ/ Нарва	ГНС+	Критерий: суммарный вклад в загрязненност ь конкретного водного объекта достигает не менее 85% (способ расчета – не ясен)	ВХУ (РВХУ)	НДВ МРЦП	C_{Π}			По озерам – на основе Хелком для Р и N.	ДЦП и КЦП – по НДВ в т/год!
Реки Карелии бассейна Балтийского моря	ГНС+	То же	ВХУ (РВХУ)	НДВ МРЦП	C_{Π}	–	–	–	ДЦП и КЦП – по НДВ в т/год. C_{Π} вычислялось только по створам с подтвержденном экол. благополучием и наличием не менее 15 измерений с информацией по всем сезонам
Нева	ГНС+	То же	ВХУ (РВХУ)	НДВ МРЦП	C_{Π}	–	–	–	Есть КЦП в концентрациях: Fe до 16 ПДК, медь до 10 ПДК, БПК до 2,5 ПДК, $P_{\text{общ}}$ до 0,38 мг/л!
Реки и озера бассейна Финского залива (от границы РФ с Финляндией до северной границы бассейна реки Нева; от северной границы бассейна реки Луги до	ГНС+	То же	ВХУ (РВХУ)	НДВ МРЦП	КЦП = C_{Π} ; ДЦП = Q_1 (по ксенобиотика м ДЦП = ПДК _{рх})	–	–	–	ДЦП < КЦП, но причина чисто «математическая». Из этого делается вывод о необходимости снижения нагрузки. Это противоречит тому, что C_{Π} устанавливаются из условия допустимости нагрузки; 1 и 2 РВХУ не отличаются по ландш.-геохим.

Разработчик/ бассейн	Данные	Перечень ЦП	Зона действия	Метод	Особенности	Се- зон	Клсф. ВО	Уточнение	Комментарий
южной границы бассейна реки Невы									условиям, а ЦП на РВП 2 в 10 раз выше. Это относится и к ДЦП. Не понятно, отбраковывались ли створы в зоне интенсивного антропогенного влияния.
ФГБУ «ГОИН»/ Неман и реки бассейна Балтийского моря; Онега;	ГНС+	Все	ВХУ (РВХУ)	НДВ	C_n	–	–	–	По Неману: на 3 ВХУ – 20 РВХУ. Нет эталонных створов. В СКИОВО запланирована организация наблюдений для установления «фона». Там, где нет C_n - по аналогам. Критерий «близкие физико-географические условия местности (рельеф, растительность, почвы, ландшафты), незначительная антропогенная нагрузка на водные объекты»
ФГБУ РосНИИВХ (ДальНИИВХ)/ Амур, реки Камчатки, реки Берингова моря (Южнее Анадыря), реки Японского моря	ГНС+	Все	ВХУ	Ориг.	По балансу масс, исходя из достижения 36% нормативной очистки от объема сточных вод, требующих очистки	–	–	–	На средний по водности год. Оценки весьма условные. Если доля точечных источников в балансе масс мала, то ЦП стабилизация (неухудшение).
ФГБУ РосНИИВХ (Св-КавНИИВХ)/ Дон, реки бассейна Азовского моря междуречья Кубани и Дона	ГНС	Все	ВХУ	Ориг.	C_n по каждому ЗВ по лучшему на ВХУ створу	–	–	В случае $ЦП > C_3 \geq ПДК_{рх}$, $ЦП = C_3$, C_3 – предельная концентрация, при которой обеспечивается экологическое благополучие.	

Разработчик/ бассейн	Данные	Перечень ЦП	Зона действия	Метод	Особенности	Се- зон	Клсф. ВО	Уточнение	Комментарий
ФГБУ РосНИИВХ/ Урал	ГНС	Все	ВХУ	НДВ МРЦП	C_n	–	–	Если ЦП < ПДК _{рх} , ЦП = ПДК _{рх}	
ФГБУ РосНИИВХ/ Таз, Пур, Надым	ГНС, по среднегодо- вым	Все	ВХУ	МРЦП	Q_1	–	–	Если ЦП > ПДК _{хп} > ПДК _{рх} , то ЦП = ПДК _{хп} . Если ЦП < ПДК _{рх} , то ЦП = ПДК _{рх} или верхней границе первого класса качества по классификации СЭВ [253].	
ФГБУ РосНИИВХ/ Кама, Обь	ГНС+	Все	РУ	МРЦП	По МРЦП	+	+	+	По МР ЦП (с развитием)

Примечания. Расшифровки сокращений (по графам): **Данные:** ГНС – использовались исключительно данные Государственной наблюдательной сети (Росгидромет); ГНС+ – данные ГНС, дополненные другими доступными данными. **Перечень ЦП:** Все – ЦП устанавливаются по всем ЗВ, по которым ведутся наблюдения на сети ГНС. **Зона действия:** Бассейн – ЦП устанавливаются по бассейну (или территории, охватываемой СКИОВО) в целом; ВХУ – по водохозяйственным участкам; РВХУ – по расчетным водохозяйственным участкам (обычно их несколько на ВХУ); РУ – по расчетным участкам в соответствии с МРЦП. **Метод:** НДВ – использованы результаты разработки НДВ, либо методические указания [208]; МРЦП – при определении значений так или иначе использованы МРЦП; Эксп. – ЦП установлены экспертным путем; Ориг. – ЦП установлены по авторской методике; наличие нескольких значений в графе означает использование комбинации подходов. **Особенности** : C_n – ЦП установлены в соответствии с «нормативом предельно допустимой концентрации с учетом региональных особенностей» по [208]; C_f – по фоновым показателям; Q_1/Q_3 – по нижнему/верхнему квартилю ряда наблюдаемых значений концентрации ЗВ; 2КК – по верхней границе указанного класса качества воды по Окисиюку [254, 255]; УКИЗВ – в границах указанных классов загрязненности воды [256]; КЦП – краткосрочные ЦП; ДЦП – долгосрочные ЦП. **Сезон:** + означает учет сезонных особенностей при установлении значений ЦП. **Клсф. ВО:** + означает применение классификации ВО при определении ЦП.

В СКИОВО-Дон для веществ «двойного генезиса» [242] предлагается устанавливать ЦП только по тем ЗВ, по которым наблюдается превышение ПДК_{рх} или ПДК_{хп} (в зависимости от целевого назначения ВО), что формально может привести к неконтролируемому увеличению содержания ЗВ, актуальная концентрация которых ниже ПДК (характерно, например, для хлоридов, сульфатов, соединений азота). При этом близкая к ПДК концентрация таких ЗВ может привести к деградации сложившейся экосистемы ВО, что противоречит определению ЦП, использованному разработчиками СКИОВО-Дон.

1.5.2 Определение значений ЦП

Можно выделить 5 основных подходов к установлению значений ЦП (Таблица 7):

- 1) в соответствии с [241] («стабилизация», «природное состояние» ...);
- 2) экспертные оценки;
- 3) на уровне нормативной концентрации ЗВ – C_n , которая использована в материалах утвержденных НДВ (см. ф.(9));
- 4) в соответствии с МРЦП;
- 5) оригинальные подходы.

Неопределенности *первого подхода* были отмечены выше. К ним можно добавить ещё одну проблему: нет единого понимания того, что означает «стабилизация», какие пределы вариативности показателей качества воды можно считать несущественными.

Второй подход может служить основой для принятия экспертного решения по ЦП в случае отсутствия необходимой информации. Однако, как видно (Таблица 7), он используется и при наличии информации, ввиду необязательности более сложных расчетов. Для оценки состояния ВО и назначения ЦП используются различные классификации качества воды: УКИЗВ [256], комплексная экологическая классификация [254, 255], классификация СЭВ [253], значения ПДК_{рх} [3], ПДК_{хп} [132]. Полагаем, что для экспертных оценок состояния ВО и назначения ЦП можно рекомендовать [254, 255]. Некоторые авторы для малоизученных речных бассейнов используют сведения по бассейнам-аналогам, находящимся в сходных физико-географических условиях, комбинируют расчеты по разным схемам.

Использование в качестве основы для установления ЦП значения C_n (*третий подход*), вычисленного по формуле (9), приводит к значительному «ослаблению требований» при назначении ЦП в условиях большой вариативности и/или малой длины ряда значений соответствующего показателя качества воды. Напомним, что формула (9), приведенная в РД [257], была предназначена совсем для других целей, а именно: для расчета фона при

определении НДС. При этом увеличение значения фоновой концентрации приводило к ужесточению требований.

Многие разработчики, основываясь на ложной тождественности применения ЦП и НКВ, дополнительно уточняли значения ЦП, исходя из условия $ЦП \geq ПДК$. Это привело к ещё большему «смягчению» водоохранных целей в бассейне. Например, по реке Сулак ЦП по хлоридам втрое превосходит максимальные наблюдаемые значения концентраций. Что формально противоречит условию, закреплённому в [252]: «стабилизация», неухудшение.

Как показывает анализ использованных при установлении ЦП подходов, наиболее общим из всех является подход, изложенный в МРЦП, получивший свое дальнейшее развитие при разработке СКИОВО-Обь [14]. Универсальность МРЦП состоит в том, что они дают алгоритмы действий для любого уровня изученности бассейна: от экспертных оценок и использования данных по ВО-аналогам при отсутствии или недостаточности информации, до учета природных факторов формирования качества воды с той степенью территориальной дифференциации, которая обеспечивается имеющимися данными. При этом собственно алгоритмы расчета значений ЦП (например, использование непараметрических характеристик случайной величины) позволяют избежать недостатков, присущих альтернативным методам.

Несколько оригинальных подходов мы проанализируем ниже (см. п. 1.5.4).

После определения ЦП по некоторым общим алгоритмам ряд разработчиков производит уточнение их значений. Наиболее распространенным является такое: ЦП не могут быть «жестче», чем те или иные нормативы качества воды, например: $ЦП \geq ПДК_{рх}$. Ограничение вводится исходя из того, что пока нет законного основания требовать от водопользователей ограничений на сброс больших, чем те, которые обусловлены действующими нормативами.

Имеется несколько доводов, демонстрирующих необоснованность такого аргумента.

- 1) $ПДК_{рх}$, $ПДК_{хп}$ не являются НКВ в рамках действующего законодательства [4], поскольку не учитывают состояния ВО, в отличие от ЦП.
- 2) По действующему законодательству регулирование сбросов ЗВ осуществляется на основе НДС. В [242] нет ограничения $С_n \geq ПДК$, следовательно, НДС могут быть рассчитаны исходя из НКВ, более «жестких», чем ПДК.
- 3) Переход к регулированию сбросов на основе технологических нормативов [4] вообще снимает обсуждаемый аргумент.

Встречается и ограничение для значений ЦП «сверху». Так, например, ООО ВЕД в некоторых СКИОВО (Таблица 7) ограничивает значения ЦП сверху показателями, соответствующими границам выбранного класса качества. Такое искусственное ужесточение

ЦП может привести к их абсолютной недостижимости по некоторым типоморфным ЗВ: железо, марганец, медь и др.

Разработчики СКИОВО-Дон предлагают корректировку значения ЦП при подтвержденном экологическом благополучии (подробнее, см. п. 1.5.4.1).

В СКИОВО по бассейнам Оби и Камы на основании МРЦП производится корректировка ЦП по каждому створу наблюдений, исходя из принципа «неухудшения качества воды». Такая корректировка представляется наиболее естественной и целесообразной.

1.5.3 Определение территориальных границ применения установленных значений ЦП

В МРЦП определена процедура, которая позволяет учесть дифференциацию территории речного бассейна по геохимическим условиям формирования качества воды в поверхностных водных объектах на основе тематических карт и с учетом имеющихся данных наблюдений.

МУНДВ предусматривает учет природных особенностей, и, следовательно, они были тем или иным образом учтены при установлении ЦП на основе S_n . Однако, следуя [242], разработчики чаще всего назначали по несколько расчетных участков (РВХУ) в пределах одного ВХУ, что затрудняло выбор эталонного створа/створов для обоснованного расчета ЦП. А это, так же, как и используемая формула (1), приводило к тенденциозному завышению значений ЦП.

Некоторые разработчики просто назначали ЦП по ВХУ без всякого учета физико-географических различий, оказывающих влияние на формирование качества воды. Что привело, например, в СКИОВО по рекам и озерам бассейна Финского залива к тому, что по двум соседним РВХУ, находящимся в одной ландшафтно-геохимической зоне, значения ЦП отличались в 10 раз.

Другой подход (например, ООО ВЕД) – упрощенный учет азональных факторов: различают ЦП для горных участков бассейна (истоки), среднего течения и дельты.

Некоторые разработчики СКИОВО указывают на необходимость учета ландшафтно-геохимических (природных, физико-географических) условий при назначении ЦП, однако обоснование и алгоритмизованное изложение способа такого учета содержится только в МРЦП.

1.5.4 Оригинальные подходы к определению ЦП

В настоящем подразделе остановимся подробнее на некоторых оригинальных (отличных от [242] и МРЦП) подходах к установлению значений ЦП.

1.5.4.1 СевКавНИИВХ

Анализируемый в настоящем п.п. подход был использован при разработке ряда СКИОВО, в частности – бассейна р. Дон.

Авторы дают свое определение: *Целевые показатели качества вод (ЦПКВ) – это состав и концентрации химических веществ, микроорганизмов и других показателей качества воды в водных объектах при которых экологическая система водного объекта не деградирует, и обеспечиваются социальные потребности приоритетных видов водопользования.*

При этом они ссылаются на [242], однако там другое определение. Отметим, что авторы, в отличие от многих других, ясно представляют себе для чего они устанавливают ЦП: для расчета НДС.

Поскольку авторы не дают пояснений по критериям отсутствия деградации экологической системы ВО и обеспечения социальных потребностей, то трудно оценить предложенный ими способ определения значений ЦП с точки зрения соответствия этим условиям.

Для ксенобиотиков и высокоопасных ЗВ ЦПКВ устанавливается на уровне ПДК. Поскольку нет утвержденного перечня таких веществ, возможны различные толкования. Насколько можно понять из материалов СКИОВО-Дон, нефтепродукты отнесены к такой группе ЗВ. Для бассейна Дона это, может быть, оправданно. Но для бассейнов нефтегазоносных районов России – нет, поскольку имеются данные по превышению ПДК по нефтепродуктам в ВО, не подверженных антропогенному воздействию [14].

Приведем *курсивом* предложенный в СКИОВО-Дон подход (по тексту Книги 3 СКИОВО-Дон и Пояснительной записки к ней с использованием принятых в диссертации сокращений и нумерации).

Для веществ двойного генезиса в зависимости от конкретных условий и наличия приоритетных видов водопользования НКВ могут приниматься равными ПДК или рассчитываться с учетом сформировавшегося регионального (условно-естественного) гидрохимического фона дифференцированно для конкретных типов ВО.

Для каждого ВХУ по всем рассматриваемым ЗВ из имеющихся створов систематических гидрохимических наблюдений выбирают створы с наилучшими данными по

качеству воды по рассматриваемым веществам для которых, в соответствии [215], рассчитывается условно фоновая концентрация, представляющая собой условный фон по рассматриваемому веществу для всего ВХУ на период действия НДВ и СКИОВО.

Условно фоновая концентрация рассчитывается для наиболее неблагоприятного в годовом цикле периода (таким периодом может быть календарный месяц, сезон, период ледостава, холодный период года, теплый период года, весь годовой цикл) за последний характерный многолетний период наблюдений, при этом из имеющегося ряда наблюдений предварительно исключаются нехарактерные экстремальные значения, которые могут быть связаны только с грубыми ошибками или аварийными ситуациями.

Для веществ двойного генезиса:

- 1) в каждом из створов наблюдений на участке по имеющимся результатам систематических гидрохимических наблюдений в соответствии с [215] выполняется расчет фоновых концентраций ($C_{\Phi,i}^j$) j -го вещества в i -ом створе наблюдения на рассматриваемом ВХУ (в обозначениях настоящего Отчета тождественно C_n , рассчитанному по формуле (1));
- 2) величина ЦПКВ j -го вещества на участке определяется по формуле:

$$C_{\text{ЦПКВ}}^j = \max \left(C_{\text{ПДК}}^j, \min_{i=1,N} \{ C_{\Phi,i}^j \} \right), \quad (11)$$

где N – количество пунктов гидрохимических наблюдений на участке;

- 3) при наличии многолетних синхронных наблюдений по гидрохимическим и гидробиологическим показателям (≥ 7 лет) значения $C_{\text{ЦПКВ}}^j$ могут быть откорректированы по установленным экологическим нормативам (C_3^j):

$$\text{если } C_{\text{ПДК}}^j \leq C_3^j \leq C_{\text{ЦПКВ}}^j, \text{ то } C_{\text{ЦПКВ}}^j = C_3^j \quad (12)$$

При расчете $C_{\text{ЦПКВ}}^j$ рассматриваются только вещества, среднегодовые или максимальные концентрации которых хотя бы в одном из створов наблюдений на ВХУ превышают ПДК.

Изложенный подход привлекателен своей простотой. ВХУ – объект управления. ЦПКВ, и на основе них – НДВ, устанавливаются для ВХУ. Выбираем в качестве цели достижение по всем створам на ВХУ показателей, соответствующих самому «чистому» створу. Однако предложенный способ вычисления значений ЦПКВ может привести к ситуации, когда, с одной стороны, достижение концентраций ЗВ, равных ЦПКВ, не будет гарантировать декларированной «не деградации» на всех ВО, расположенных на ВХУ, а с

другой стороны, в некоторых створах ЦПКВ могут оказаться недостижимыми по природным факторам формирования качества воды.

Ошибочность применения подхода [215] при вычисления фоновых показателей для установления природоохранных целей мы уже детально рассматривали в п. 0. (формула (1)). Вычисление S_{ϕ} по данным наблюдений, полученным за «худший» период в виде «среднее + ошибка» может привести к тому, что значения ЦПКВ будут значительно превышать наблюдаемые среднегодовые. Поскольку рассчитанные таким образом ЦП используются для расчета НДС, это может привести к «разрешению дополнительного загрязнения», что не соответствует даже самому «легкому» условию назначения ЦП по [252] – «стабилизации ситуации».

Если представить, что все (а значит – и лучшие!) контрольные створы на ВХУ расположены ниже источников загрязнения, то ЦПКВ, установленный по предложенному алгоритму, вообще теряет смысл. Наглядным примером могут служить ЦПКВ, рассчитанные для участка «р. Медведица, исток – устье». Фоновый створ – единственный, и он расположен в устье реки, ниже нескольких населенных пунктов, имеющих выпуски сточных вод (в т.ч. ЖКХ). В результате: ЦПКВ по БПК₅, равен двум ПДК_{рх}, по фосфору фосфатов – 2,7 ПДК_{рх}! Расчет НДС, вполне ожидаемо, дает отсутствие сверхнормативного сброса на участке.

В то же время на одном ВХУ могут оказаться ВО с разными природными условиями формирования качества воды. Для некоторых ВО, например, могут быть характерны высокие концентрации железа и марганца. Поскольку S_{ϕ}^j устанавливается по «лучшему» для каждого ЗВ створу, ЦПКВ, установленный для ВХУ, может оказаться недостижимым на таких ВО. Это является следствием полного игнорирования в рассматриваемом подходе возможных различий природных факторов формирования качества воды в пределах ВХУ.

Предложенный способ уточнения ЦПКВ по формуле (3) не снимает означенных проблем. Во-первых, потому, что створов с продолжительными синхронными наблюдениями за гидрохимическими и гидробиологическими показателями может не быть или вообще, или не быть на ВО, отличающихся своими гидрохимическими характеристиками от тех, данные по которым использованы для расчетов ЦП. Во-вторых, потому, что формула (3) приводит только к уменьшению ЦПКВ, когда его значение превосходит ПДК.

Исключение из рассмотрения ЗВ, содержание которых в воде не превосходит ПДК, а также назначение ЦПКВ на уровне ПДК в случае, когда $S_{\phi} < \text{ПДК}$, также может привести к нарушению условия «не деградации». Хорошо известно, что содержание в незагрязненных ВО таких ЗВ, как, например, сульфаты, хлориды, может быть значительно ниже ПДК_{рх}.

Назначение ЦПКВ на уровне ПДК означает по сути разрешение загрязнения, особенно если иметь ввиду, что ЦПКВ используется при расчете НДС.

Итак, не отрицая того, что рассчитанные для бассейна р. Дон значения ЦП могут быть вполне обоснованными, мы показали, что недостатки предложенного подхода могут оказаться существенными в определенных условиях.

1.5.4.2 ДальНИИВХ

Расчет значений ЦП основан на одном положении Водной стратегии [6], согласно которому «доля загрязненных сточных вод в общем объеме отводимых в водные объекты сточных вод, подлежащих очистке» должна к 2020 г. составить 36%.

ЦП рассчитывается как прогнозная концентрация ЗВ в контрольном створе в средний по водности год при достижении означенного выше показателя по доле нормативно очищенных сточных вод. При всей привлекательности идеи, такой подход выглядит все-таки очень схематичным.

Во-первых, полностью игнорируется роль диффузных источников загрязнения, которым уделено особое внимание в Водной стратегии. Авторы, судя по всему, относят такие источники к неуправляемым. Действительно, оценить воздействие стока с селитебных и сельскохозяйственных территорий на ВО задача трудоемкая, но отнюдь не неразрешимая. Если проведение широких полевых экспериментов затруднительно, то имеются различные методики косвенной оценки, в том числе и узаконенные [258]. Так же как имеется и набор мер по сокращению поступления ЗВ с водосборной территории [233, 234].

Во-вторых, сокращение объема неочищенных стоков может осуществляться с применением различных водоохранных мероприятий, результатом которых может быть весьма различающееся сокращение масс ЗВ, более того, возможно сокращение объема стока и без всякого сокращения масс ЗВ, поступающих в ВО.

Для оценки сокращения поступления ЗВ в ВО по показателям сокращения объема сброса неочищенных сточных вод возможно 2 подхода.

Первый состоит в детальном анализе технологий объектов, осуществляющих сброс сточных вод в ВО, выборе комплекса мероприятий (реконструкция, строительство очистных сооружений, прекращение производства и пр.), которые бы обеспечили требуемое сокращение сброса загрязненных сточных вод. Такая задача трудно разрешима. А если и решать такую комплексную задачу, то в качестве цели логичнее ставить сокращение поступления конкретных ЗВ, которые представляют опасность конкретному ВО, а не общее сокращение объемов загрязненных сточных вод.

Второй подход – оценочный. Он основывается на предположении, что сокращение объема загрязненных сточных вод приводит к пропорциональному (возможно, с некоторыми поправочными коэффициентами, зависящими от наличия/строительства конкретных очистных сооружений) сокращению поступления ЗВ в ВО.

Именно второй подход принят разработчиками. Следует отметить, что такая оценка представляется весьма условной. Однако применяемые в рамках подхода балансовые расчеты оказываются полезны, особенно в случаях отсутствия интенсивного антропогенного воздействия. Расчеты позволяют, например, продемонстрировать, что даже при полном прекращении сброса ЗВ со сточными водами заметного изменения качества воды в контрольном створе не будет. Из этого делается, например, вывод о том, что в качестве ЦП следует принять «неухудшение состояния ВО». Мы бы рекомендовали такой вывод дополнить предварительным анализом необходимости уточнения путей и масс поступления ЗВ с водосборной площади.

1.5.4.3 ООО ВЕД

При установлении ЦП разработчик опирался на показатели 2-3 класса качества по [254, 255]. При этом основанием для отнесения к тому или иному классу качества в зависимости от изученности служили данные гидрохимических и гидробиологических наблюдений Росгидромета, ведомственных сетей, результаты экспедиционных обследований, литературные данные, данные по ВО-аналогам (находящимся в сходных физико-географических условиях).

Общая схема назначения ЦП может быть представлена так. На основании имеющихся данных устанавливается общая характеристика целевого состояния водных объектов бассейна (Таблица 8).

Затем определяются ЦП экологического состояния ВО (Таблица 9). Далее устанавливаются ЦПКВ (Таблица 10) с учетом целевого состояния (Таблица 8) и диапазона значений концентраций ЗВ из классификации [254, 255], соответствующего классу качества из (Таблица 9). При этом разработчик указывает на необходимость учета природных условий формирования качества воды ВО при назначении ЦП. Однако все-таки предлагает ограничить значения ЦП «сверху» значениями выбранного класса качества по [254, 255], что как мы уже отмечали, может привести к неразрешимым противоречиям. Заметим, что разработчики не дают исчерпывающих пояснений по поводу формирования значений в перечисленных таблицах. Учет природных условий также носит достаточно декларативный характер.

Описанный подход дает довольно гибкий механизм экспертных оценок для слабоизученных бассейнов. Однако в случае хорошей изученности бассейна, например, такой,

Таблица 8 – Общая характеристика целевого состояния водных объектов бассейна р. Яна

№№ п/п	Номер ВХУ	Наименование ВХУ	Целевое состояние
1	2	3	4
1.	18.04.01.001	Яна от истока до впадения р. Адыча	Достижение значений показателей, соответствующих природному состоянию водного объекта
2.	18.04.02.001	Р. Адыча	--- « ---
3.	18.04.03.001	Р. Бытантай	--- « ---
4.	18.04.03.002	Р. Яна от впадения р. Адыча до устья без р. Бытантай	--- « ---
5.	18.04.03.003	Реки бассейна моря Лаптевых от границы бассейна р. Лена на западе до границы бассейна р. Яна на востоке	Сохранение значений показателей использования и охраны водных объектов на уровне значений, имевших место на момент начала разработки Схемы (недопущение ухудшения состояния водных объектов) для всех водных объектов ВХУ кроме р. Омолы на участке от впадения руч. Неттик до устья Для участка р. Омолы ниже впадения руч. Неттик - достижение значений показателей, соответствующих природному состоянию водного объекта
6.	18.04.03.004	Реки бассейна моря Лаптевых от границы бассейна р. Яна на западе до границы бассейна Восточно-Сибирского моря (мыс Святой Нос) на востоке	Сохранение значений показателей использования и охраны водных объектов на уровне значений, имевших место на момент начала разработки Схемы (недопущение ухудшения состояния водных объектов)
7.	18.04.03.100	Острова в пределах внутренних морских вод и территориального моря РФ, прилегающего к береговой линии гидрографической единицы	--- « ---

как в бассейне р. Волга, представленный подход видится слишком упрощенным. Есть все основания и информация для выделения участков бассейна с различными природными условиями формирования качества воды, установления значений ЦП по данным многолетних наблюдений за качеством воды с учетом этих различий. Однако разработчики остаются верны своему подходу: опора на 3 класс качества воды по [254, 255].

В СКИОВО-Волга затрагивается важный вопрос: правила сопоставления наблюдаемых показателей качества воды с нормативными или целевыми. Разработчики утверждают, что соответствие «гигиеническим нормативам качества воды» (надо полагать [132]) в применении к ряду наблюдений за концентрациями ЗВ означает, что максимальное наблюдаемое значение не должно превосходить норматива в 95% проб.

Заметим, что в документах, на которые ссылаются разработчики [132] такого утверждения нет. Разработчики полагают, что «*применение нормативов, созданных для максимальных концентраций, к средним концентрациям неизбежно приводит к нарушению гигиенических норм. Если средние концентрации равны ПДК, то нормируемые максимальные концентрации будут заведомо превышать ПДК. Для того чтобы этого не происходило, в*

Таблица 9 – Целевые показатели экологического состояния водных объектов бассейна р. Яна

№№ п/п	Номер ВХУ	Наименование ВХУ	Целевые показатели
1	2	3	4
1.	18.04.01.001	Яна от истока до впадения р. Адыча	2 класс качества воды («чистые») с олиготрофным уровнем трофии*
2.	18.04.02.001	Р. Адыча	1 – 2 класс («предельно чистые» - «чистые»)
3.	18.04.03.001	Р. Быгантай	--- « ---
4.	18.04.03.002	Р. Яна от впадения р. Адыча до устья без р. Быгантай:	
		- р. Яна от впадения р. Адыча до с. Казачье;	2 - 3 классы («чистые» – «удовлетворительной чистоты»), уровень трофии в диапазоне β- - α- мезотрофности
		- р. Яна от с. Казачье до устья	3 класс («удовлетворительной чистоты») с тяготением к 4 классу («грязная»), эфтрофный уровень трофии
5.	18.04.03.003	Реки бассейна моря Лаптевых от границы бассейна р. Лена на западе до границы бассейна р. Яна на востоке	3 класс («удовлетворительной чистоты»), мезотрофный уровень трофии
6.	18.04.03.004	Реки бассейна моря Лаптевых от границы бассейна р. Яна на западе до границы бассейна Восточно-Сибирского моря (мыс Святой Нос) на востоке	--- « ---
7.	18.04.03.100	Острова в пределах внутренних морских вод и территориального моря РФ, прилегающего к береговой линии гидрографической единицы	н. д.

качестве нормативов для средних концентраций приняты гигиенические ПДК, уменьшенные пропорционально соотношению средних и максимальных концентраций».

Таким образом, для оценки состояния ВО по средним за какой-либо период значениям наблюдаемых показателей качества разработчики предлагают использовать значение соответствующего норматива качества, уменьшенного на «модульный коэффициент»:

$$ПДК_{ср.} = \frac{ПДК}{k_{95}}, \quad (13)$$

где:

ПДК_{ср} – норматив для средних значений;

k₉₅ – модульный коэффициент, который определяется по формуле:

$$k_{95} = \frac{C_{95}}{\bar{C}}, \quad (14)$$

где C_{95} – квантиль 0,95 ряда значений наблюдаемых концентраций C ;
 \bar{C} – средняя концентрация.

Таблица 10 – Целевые показатели качества воды водных объектов бассейна р. Яна

№№ п.п	Показатель качества воды	Единицы измерения	ПДК рыб. – хоз.	Значение целевого показателя качества воды по экологическим классам				Общесейсовый ЦПКВ
				I - II	II	II - III	III	
1.	Взвешенные вещества	мг/л	Сфон + 25	10	14	22	30	30
2.	Нефтепродукты	мг/л	0,05	0,01	0,02	0,03	0,05	0,05
3.	Фосфор общий	мг/л	0,1	0,01	0,03	0,05	0,10	0,05
4.	ХПК (БО)	мгО/л	15*	13	18	24	30	18
5.	БПК полн	мгО/л	3,0	1,1	1,7	2,4	3,0	3,0
6.	БПК5	мгО/л	2,1	0,8	1,2	1,7	2,1	2,1
7.	Цветность	град., Pt-Co	20*	20	30	40	50	40
8.	Ртуть	мкг/л	0,01	0,01	0,03	0,05	0,1	0,05
9.	Медь	мкг/л	1	1	3	5	10	10
10.	Железо общее	мкг/л	100	100	250	400	500	400
11.	Свинец раств.	мкг/л	6	1	2	3	5	5
12.	Цинк	мкг/л	10	2,5	5	8	10	10
13.	Фенолы	мкг/л	1	1	2	3	5	5
14.	Марганец раств.	мкг/л	10	25	50	75	100	75
15.	Фосфаты (P)	мгP/л	0,05	0,005	0,015	0,03	0,05	0,03
16.	Азот аммонийный	мгN/л	0,39	0,10	0,2	0,35	0,5	0,35
17.	Азот нитритный	мгN/л	0,02	0,003	0,005	0,012	0,02	0,012
18.	Азот нитратный	мгN/л	9	0,2	0,3	0,5	0,70	0,5
19.	Кальций	мг/л	180	40	50	60	70	60
20.	Магний	мг/л	40	10	15	20	25	20
21.	Натрий	мг/л	120	30	35	40	45	40
22.	Калий	мг/л	50	12	14	18	20	18
23.	Сульфаты	мг/л	100	30	35	40	45	40
24.	Хлориды	мг/л	300	70	80	90	100	90
25.	Сухой остаток	мг/л	1000	250	300	350	400	350
26.	СПАВ	мг/л	-	0	0	0,02	0,05	0,02

При этом к ряду наблюдений, по которым может быть установлен k_{95} предъявляются следующие требования:

- количество измерений должно быть не менее 300;
- ряд наблюдений не должен содержать тренда;
- створ, для которого получен ряд наблюдений, должен располагаться в той же физико-географической зоне, что и рассматриваемый ВО, границы физико-географических зон определяются в соответствии с физико-географическим районированием.

Ничего не сказано о том, должен ли створ, по которому определяется k_{95} , находится вне зон антропогенного воздействия, хотя совершенно очевидно, что характер колебания

значений концентраций при антропогенном воздействии будет зависеть от особенностей такого воздействия.

Учет физико-географической зоны, как одного из факторов формирования качества воды может только приветствоваться. Однако предположение о том, что в рамках одной физико-географической зоны близкими являются не только средние значения случайных величин концентраций одного ЗВ, но и характеристики их вариативности, представляется слишком «сильным».

Реализация предложенного подхода в СКИОВО-Волга, на наш взгляд, иллюстрирует его недостаточную обоснованность. Для установления k_{95} разработчики анализируют достаточно продолжительные ряды наблюдений (Таблица 11) по двум створам, которые находятся в зоне антропогенного воздействия. И на основании этих данных рассчитывают модульный коэффициент (Таблица 12).

Таблица 11 – Характеристики рядов наблюдений

Створ наблюдений	Показатель качества воды	Использованные ряды наблюдений, годы	Количество измерений
р. Москва – Бабьегородская плотина	ВЗВШ	1970 - 2004	744
	НФПР	1974 – 2004	677
	N-NH ₄	1993 – 2004	237
р. Москва – нефтезавод	ВЗВШ	1970 – 2004	736
	НФПР	1975 – 2004	651
	N-NH ₄	1994 - 2004	204

Таблица 12 – Расчет модульного коэффициента

Створ	Показатель качества воды	c, мг/л	Доверительный интервал \bar{c} , мг/л	C_{95} , мг/л	Доверительный интервал C_{95}	k_{95}
р. Москва, Бабьегородская плотина	ВЗВШ	31,70	29,85-33,54	75,25	65,00-85,50	2,37
	НФПР	0,27	0,26-0,28	0,58	0,55-0,62	2,15
	N-NH ₄	0,69	0,64-0,75	1,85	1,50-2,20	2,68
р. Москва, Нефтезавод	ВЗВШ	38,37	36,49-40,25	84,0	75,5-92,5	2,19
	НФПР	0,44	0,41-0,46	1,16	1,05-1,26	2,64

Примечания:

- доверительный интервал среднего определен по критерию Стьюдента с доверительной вероятностью 90 %;
- доверительный интервал максимальной концентрации определен по биномиальному распределению с доверительной вероятностью 90 %;
- в таблице показаны параметры, полученные для рядов, соответствующих репрезентативным периодам и имеющим не менее 230 членов.

Разработчики уверяют (не приводя вычислений и данных), что «коэффициенты, подобные приведённым ..., имеют место для любых показателей качества воды, кроме показателей характеризующих суммарное органическое вещество». В результате принято: $k_{95} = 2,5$ для всех ЗВ, кроме ХПК, БПК, для которых $k_{95} = 1,5$. Приведенные значения

модульного коэффициента считаются приемлемыми и для участка бассейна р. Волги от истока до Рыбинского гидроузла, и для участка бассейна от впадения р. Оки до впадения р. Волги в Каспийское море (зона СКИОВО-Волга). Полагая, что 3 класс качества по [254, 255] соответствует оптимальному состоянию европейских равнинных рек, разработчики, применяя модульный коэффициент к значениям концентраций ЗВ, характеризующих этот класс, определяют ЦПКВ (Таблица 13).

Таблица 13 – Целевые показатели качества воды в бассейне р. Волга

№	Показатель качества воды	Единицы измерения	ПДК рыб. – хоз.	Значение целевого показателя качества воды в соответствии с экологической классификацией [257, 258], III класс качества	
				Максимальная концентрация	Средняя концентрация
1	Взвешенные	мг/л	С _{фон} +	14	6
2	Нефтепродукты	мг/л	0,05	0,05	0,02
3	Фосфор общий	мг/л	0,1	0,2	0,08
4	ХПК	мгО/л	15 ²	60	40
5	БПК _{полн.}	мгО/л	3,0	10,0	6,7
6	БПК ₅	мгО/л	2,1	7,0	4,7
7	Ртуть	мкг/л	0,01	0,05	0,02
8	Медь	мкг/л	1	5	2
9	Железо общее	мкг/л	100	500	200
10	Свинец раств.	мкг/л	6	5	2
11	Цинк	мкг/л	10	10	4
12	Фенолы	мкг/л	1	10	4
13	Марганец	мкг/л	10	250	100
14	Фосфаты (P)	мгP/л	0,05	0,1	0,04
15	Азот	мгN/л	0,39	0,5	0,2
16	Азот нитритный	мгN/л	0,02	0,02	0,01
17	Азот нитратный	мгN/л	9	0,70	0,28
18	Кальций	мг/л	180	180	4
19	Магний	мг/л	40	40	16
20	Натрий	мг/л	120	120	50
21	Калий	мг/л	50	50	20
22	Сульфаты	мг/л	100	100	40
23	Хлориды	мг/л	300	300	120
24	Сухой остаток	мг/л	1000	1000	400
25	СПАВ	мг/л	-	0,05	0,02

Примечание: по ХПК (бихроматная окисляемость) использован ПДК_{хл.}

Даже в пределах одной физико-географической зоны могут быть весьма различные природные условия, под воздействием которых формируется качество поверхностных вод. Но в нижнем течении Волги сменяют друг друга лесная, лесостепная, степная, полупустынная и пустынная зоны. Для всех ВО при этом предлагается использовать единые ЦПКВ. По всей

видимости, разработчики просто не получили доступа к информации Росгдромета по бассейну. При наличии данных гораздо целесообразнее было провести предметный анализ распределения случайных величин концентраций различных ЗВ с дифференциацией хотя бы по физико-географическим зонам.

Введение единого коэффициента перехода от среднего значения (\bar{C}) к квантилю 0,95 (C_{95}), означает, по сути, предположение близости функций распределения значений всех анализируемых показателей качества воды. Такое предположение не выдерживает проверки практикой. Достаточно сравнить характерные распределения значений рН (небольшая вариативность) и тяжелых металлов (существенная вариативность).

Резюмируя приведенные замечания можно заключить, что подобный подход установления ЦП не может быть рекомендован к широкому применению.

1.5.5 Выводы по подразделу

Как следует из приведенного анализа все представленные подходы к определению ЦП (МРЦП не анализировался) имеют определенные недостатки. К главным можно отнести:

- отсутствие научно-обоснованного подхода к учету территориальной дифференциации природных условий формирования качества воды при установлении значений ЦП ;
- полное игнорирование вопросов точности определения значений ЦП, что затрудняет корректное сопоставление наблюдаемых характеристик качества воды с ЦП;
- отсутствие ясного понимания способов дальнейшего использования ЦП;
- полное отсутствие каких-либо подходов к установлению приоритетности в реализации водоохраных мероприятий в речном бассейне.

1.6 Выводы по главе

Проведенный анализ российской и зарубежной практики нормирования качества воды и допустимых воздействий на ВО позволяет заключить, что, несмотря на наличие правовых основ для внедрения в РФ комбинированного подхода к управлению водными ресурсами и водопользованием, отсутствие необходимых подзаконных актов и методического обеспечения затрудняет его реализацию.

Разработка НКВ, которая отвечала бы требованиям действующего законодательства (учет природных особенностей и пр.) – длительный процесс, который, судя по всему, только начинается [259]. В то же время коренные изменения в системе нормирования воздействий на

ВО на основе НДТ [5] могут не получить практического развития и/или не дать ожидаемого результата в условиях отсутствия таких нормативов. ВК дает хорошие правовые основания для выхода из складывающейся тупиковой ситуации, а именно: при планировании водоохранных мероприятий в речном бассейне использовать ЦП, значения которых учитывают территориальные природные особенности формирования качества воды.

Основные выводы по главе:

- 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 и научная база 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 подходов к установлению целевых показателей качества воды и к формированию программ водоохранных мероприятий, вошедших в утвержденные СКИОВО;
- 6) действующие нормативно-методические документы не обеспечивают увязки системы регулирования воздействий на ВО на основе НДТ и водоохранных целей, закрепленных в СКИОВО.

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

Разработка и совершенствование защищаемых подходов к установлению целей и приоритетов водоохранной деятельности велась автором на протяжении последних 20 лет. Исследования базировались на доступной информации по ряду крупных речных бассейнов (Кама, Амур, Обь). В настоящей работе для обоснования полученных результатов и их практической применимости выбран подбассейн Верхней и Средней Оби (в дальнейшем изложении – Подбассейн, либо Верхняя и Средняя Обь), который согласно действующему гидрографическому районированию обозначается как гидрографическая единица «13.01.00. (Верхняя) Обь до впадения Иртыша» [126].

Причин тому несколько:

- разнообразие природных условий, интенсивности и характера антропогенных нагрузок;
- социально-экономическое значение подбассейна;
- доступ к данным (первичным) наблюдений Росгидромета за качеством поверхностных вод Подбассейна с 2000 г. по 2010 г. по всем действующим пунктам контроля качества воды (ПКК);
- опыт практического применения защищаемых положений диссертации при разработке СКИОВО бассейна р. Обь [127].

В настоящей главе приведем географо-гидрологическое и социально-экономическое описание Подбассейна в той мере, какая необходима для обоснования положений диссертации.

2.1 Административное деление и водохозяйственное районирование

На территории исследуемого Подбассейна (Рисунок 3) находятся (полностью или частично) следующие субъекты РФ:

- Республика Алтай (РА);
- Алтайский край (АК);
- Кемеровская область (КО);
- Новосибирская область (НО);
- Томская область (ТО);

- Ханты-Мансийский автономный округ – Югра (ХМАО);
- Республика Хакасия (РХ);
- Красноярский край (КК);
- Омская область (ОО).

Подбассейн расположен в Верхнеобском бассейновом округе, состоит из 25 ВХУ (Приложение 1).

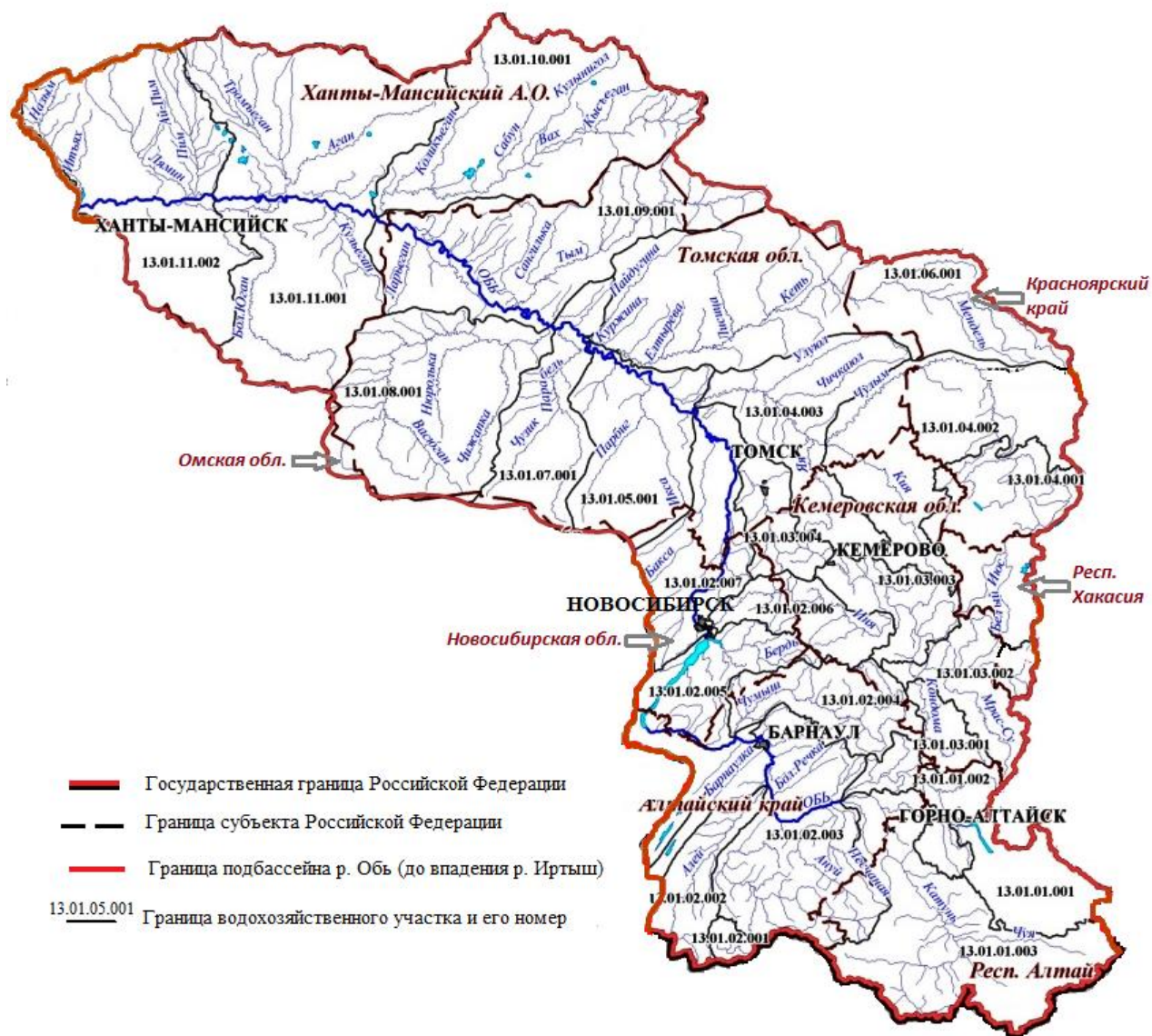


Рисунок 3 – Карта-схема водохозяйственного районирования Верхней и Средней Оби

2.2 Анализ природных факторов

2.2.1 Физико-географическое районирование

Рассматриваемый Подбассейн простирается более чем на 1500 км с юга на север и с востока на запад, площадь водосбора – 1,04 млн. км², среднееголетний расход в

замыкающем створе (г. Ханты-Мансийск) – 7350 м³/с. Длина основного водотока подбассейна (р. Катунь и р. Обь до впадения р. Иртыш) составляет 3172 км.

Большая часть Подбассейна располагается в Западно-Сибирской низменности, юго-восточная часть Подбассейна (Бия, Катунь, верхнее течение рек Чумыш, Иня, Томь, Чулым) приурочены к Алтайской и Кузнецко-Салаирской²² горным областям Алтае-Саянской горной страны. Субмеридиональная протяженность и горное обрамление обуславливают большое зональное и аональное разнообразие природных факторов, которые так или иначе оказывают свое влияние на формирование качества поверхностных вод (Рисунок 4). При продвижении с юга на север Подбассейн охватывает степную (незначительный участок в подбассейне р. Алей); лесостепную и лесную (большая часть Подбассейна) физико-географические области.

Детальное описание природных условий и состояния поверхностных вод Подбассейна можно найти в [57, 127]. В настоящем подразделе мы приведем лишь краткие сведения, которые будут использованы при дальнейшем изложении.

2.2.2 Многолетняя мерзлота

Для юго-восточной части и северной оконечности Подбассейна характерно наличие многолетней (вечной) мерзлоты. Известно, что в районах своего распространения она влияет на формирование природно-территориальных комплексов: способствует развитию термокарстовых процессов солифлюкции (медленного передвижения почв и рыхлых грунтов), возникновению бугристых торфяников, гидролакколитов (бугров вспучивания), влияет на величину и распределение по сезонам подземного и поверхностного стока, отрицательно влияет на развитие почвенно-растительного покрова и морфологию речных долин. Вечная мерзлота затрудняет передвижение подземных вод, особенно надмерзлотных, расположенных наиболее близко к дневной поверхности, что очень существенно ограничивает подземное питание рек.

В подбассейнах правобережных притоков Ваха, правобережных притоков Оби ниже впадения Ваха (Тромъёган, Пим, Лямин, Назым) расположена область прерывистого (небольшие участки) и островного распространения мёрзлых пород. Южная граница мерзлотной области доходит до 61–62° с.ш. Мощность многолетнемерзлых пород составляет до десятков метров, среднегодовые температуры пород колеблются от 2° до -5°. Для рассматриваемой равнинной территории также типичны ледяные ядра торфяных бугров пучения. Относительная высота этих образований может достигать нескольких метров.

²² По [57] - Салаиро-Кузнецко-Алатауской.

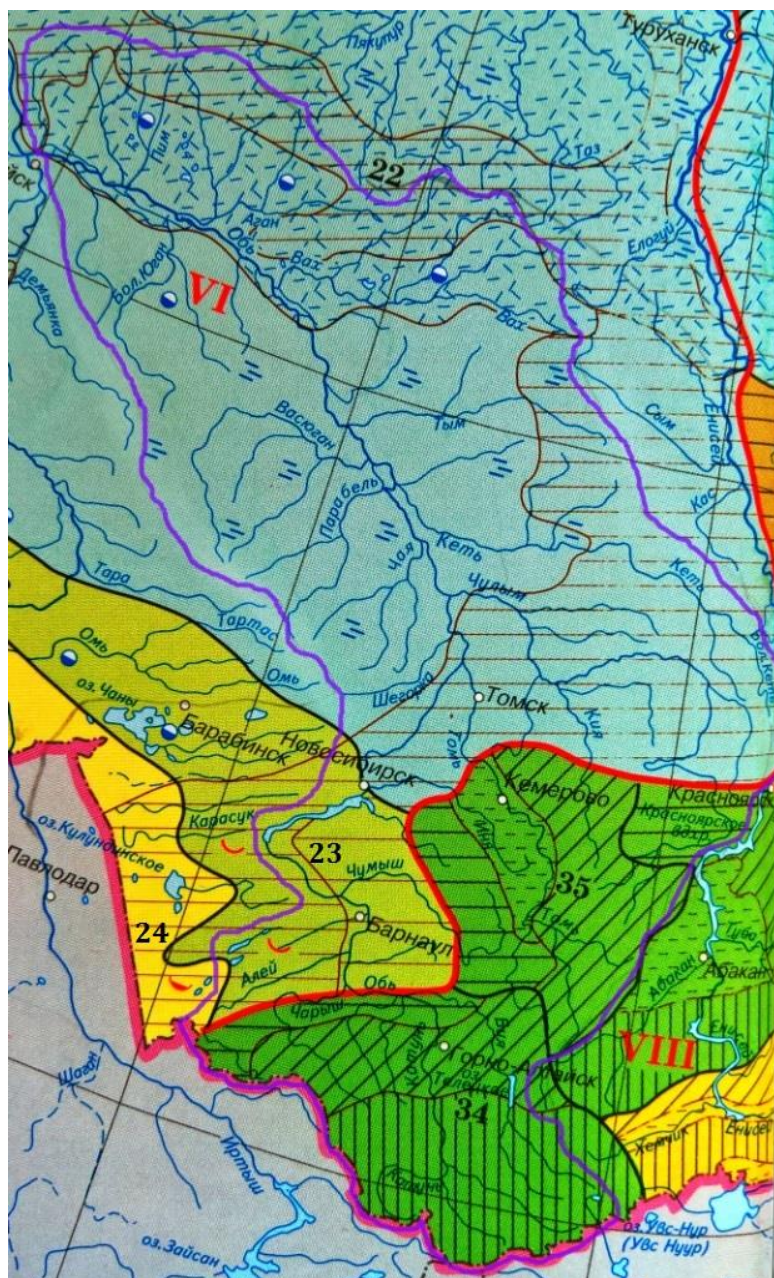













Рисунок 4 – Карта-схема физико-географического районирования Верхней и Средней Оби²³:

Физико-географические страны и области	Рельеф	Ландшафты
VI – Страна Западная Сибирь:	 низменные равнины	 Озерно – болотные
22 – лесная область;	 возвышенные равнины	 Болотные
23 – лесостепная область;	 низкогорья	 Солонцово-степные
24 – степная область	 среднегорья	 Солонцово -солончаковые
VIII – Алтае-Саянская страна:	 высокогорья	 граница Подбассейна
34 – Алтайская горная область;	 межгорные котловины	

²³ Карта-схема представляет собой дополненный фрагмент карты «Физико-географическое районирование» из [260].

В бассейне р. Обь в пределах Алтае-Саянской горной страны развита островная мерзлота. Здесь массивы мёрзлых пород сохраняются в льдистых торфяных и суглинистых породах, в лесных массивах с большим эффектом затенения, на склонах северных и восточных экспозиций. Мощность многолетнемерзлых пород колеблется: до 25 м в низкогорных районах, от 25 до 100 м – в среднегорье, 100-200 м – в высокогорных районах. Температура горных многолетнемерзлых пород на глубине 15-20 м составляет -1° .

2.2.3 Почвенный покров

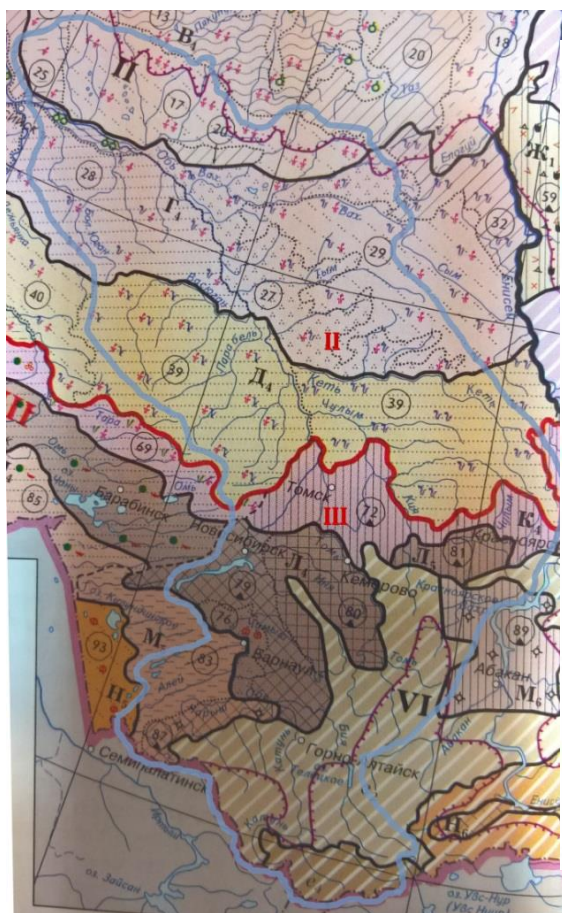
Почвенный покров непосредственно влияет на качество поверхностных вод, особенно в период половодья вследствие того, что реки питаются в это время главным образом почвенно-грунтовыми водами.

Разнообразие рельефа, климатических условий, теплового режима, почвообразующих пород обусловило пестроту почвенного покрова Подбассейна (Рисунок 5). В горных частях Подбассейна характерна вертикальная поясность в распределении почв, в равнинной части – широтная зональность [260-265].

В соответствии с почвенно-географическим районированием в пределах Алтае-Саянской горной страны Подбассейн расположен в двух горных почвенных провинциях суббореального пояса: Алтайско-Саянской и Южно-Алтайской. В этих провинциях распространены выщелоченные и обыкновенные чернозёмы, залегающие на пологих формах рельефа (по плосковершинным низкогорьям, подгорным равнинам и увалистым предгорьям.), по долинам рек и по нижним склонам более увлажнённых хребтов. Мощность гумусового горизонта этих почв достигает 60-70 см, содержание гумуса – 10-15%. Почвы имеют средне- и тяжелосуглинистый гранулометрический состав, слабокислую реакцию почвенного раствора в верхних горизонтах и щелочную – в карбонатных.

Темно-серые и серые лесные почвы долин и склонов в горных районах содержат 4-7% гумуса. В этом отношении особенно выделяется Кузнецкая котловина, юго-западные склоны Салаирского кряжа. Для рассматриваемых почв характерна кислая реакция среды – в верхней части профиля и близкая к нейтральной – в карбонатных горизонтах.

В засушливых степных котловинах (Курайская, Чуйская котловины) распространены горные каштановые и тёмно-каштановые почвы полупустынных и сухих степей с содержанием гумуса – 5-3%. Почвы развиты на лёссовидных карбонатных суглинках. Непромывной водный режим приводит к аккумуляции на различной глубине карбонатов,



— - граница Подбассейна

ПОЧВЕННО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ПОЯСА	ПОЧВЕННО-БИОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ОБЛАСТИ	ПОЧВЕННЫЕ ЗОНЫ (ПОДЗОНЫ) РАВНИННЫХ ТЕРРИТОРИЙ	ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ ФАЦИИ РАВНИННЫХ ТЕРРИТОРИЙ	ПОЧВЕННЫЕ ПРОВИНЦИИ РАВНИННЫХ ТЕРРИТОРИЙ
I ПОЛУМЕРЗЫЙ	I Евразийская полярная	A Арктические почвы Арктики	Арктические мерзлотные почвы	A, Тимарская
		Б Тундровые степные почвы и подзолы Субарктики	Очень холодные длительно промерзающие почвы Очень холодные мерзлотные почвы	Б, Кольская В, Канско-Темская Б, Ясно-Гадаская Б, Восточно-Сибирская Б, Якутско-Алданская
II БОРЬБА Л И М И	II Европейско-Западно-Сибирская таежно-лесная	В Глееподзолистые почвы, глеезоны и подзолы северной тайги	Холодные промерзающие почвы Холодные длительно промерзающие почвы	В, Кольско-Карельская В, Омско-Томская В, Тимано-Гечерская В, Нижнеобская
		Г Подзолистые почвы, глеезоны и подзолы средней тайги	Холодные промерзающие почвы	Г, Карельская Г, Омско-Томская Г, Канско-Ворышевская
		Д Дерново-подзолистые почвы и дерново-подзолисто-южные тайги	Холодные длительно промерзающие почвы Умеренные промерзающие почвы	Г, Немецкобская Д, Прибалтийская Д, Среднерусская Д, Ветско-Камская
	III Восточно-Сибирская мерзлотно-таежная	Е Таежные степ-мерзлотные почвы северной тайги	Очень холодные мерзлотные почвы	Е, Северо-Томская Е, Игарско-Колымская
		Ж Таежные мерзлотные и палево-таежные почвы средней тайги	Холодные мерзлотные почвы	Ж, Средне-Сибирская Ж, Центральносибирская
	IV Дальневосточная таежно-лесная	З Лесные тепловулканические почвы	Холодные длительно промерзающие почвы	З, Камчатская
И Буро-таежные почвы и подзолы		Холодные длительно промерзающие почвы	И, Верхнеобская И, Ануро-Северо-Саянская	
III СУББОРЕАЛЬНЫЙ	V Западная буро-таежно-лесная	—	—	—
	VI Центральная лиственно-лесная, лесостепная и степная	К Серые лесные почвы лиственных лесов	Умеренные промерзающие почвы Умеренные длительно промерзающие почвы	К, Прииско-Средняя К, Прикамская К, Западно-Сибирская К, Тиманская
		Л Серые лесные почвы и черноземы (разделенные, выщелоченные и пегемые) лесостепей	Умеренные промерзающие почвы Умеренные длительно промерзающие почвы	Л, Омско-Томская Л, Нижнеобская Л, Баранская Л, Инко-Енисейская Л, Красноярско-Иркутская

ПОЧВЕННЫЕ ЗОНЫ (ПОДЗОНЫ) РАВНИННЫХ ТЕРРИТОРИЙ	ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ ФАЦИИ РАВНИННЫХ ТЕРРИТОРИЙ	ПОЧВЕННЫЕ ПРОВИНЦИИ РАВНИННЫХ ТЕРРИТОРИЙ
M Черноземы (обыкновенные и южные) степей	Теплые кратковременно промерзающие почвы	M, Предкавказская
	Теплые промерзающие почвы	M ₁ Южно-Русская M ₂ Заолжская
H Тепло-каштановые и каштановые почвы сухой степей	Умеренные промерзающие почвы	M ₃ Зауральская M ₄ Предбайкальская
	Умеренные длительно промерзающие почвы	M ₅ Минусинская M ₆ Забайкальская
	Теплые кратковременно промерзающие почвы	H, Восточно-Предкавказская H ₁ Донская
O Бурые широколиственных и широколиственных лесов	Умеренные промерзающие почвы	H ₂ Северо-Заолжская H ₃ Приуральская H ₄ Култунская
	Умеренные длительно промерзающие почвы	O, Тувино-Южно-Забайкальская
II Светло-каштановые и бурые почвы полупустынь	Умеренные промерзающие почвы	O ₁ Зейско-Буренская O ₂ Уссурийско-Ханкайская
	Теплые промерзающие почвы	II, Прикаспийская
—	—	—

Рисунок 5 – Карта-схема почвенно-географического районирования Верхней и Средней Оби²⁴

²⁴ Карта-схема представляет собой дополненный фрагмент карты «Почвенно-географическое районирование» из [260]. Полное описание легенды можно найти там же.

гипса и легкорастворимых солей. В каштановых почвах максимальное скопление карбонатов обнаруживается на глубине 50-55 см, гипса – 150-170 см и легкорастворимых солей – около 2 м.

Залесённые горные склоны покрыты дерново-подзолистыми, бурыми и серыми лесными почвами, а выше их господствуют горно-луговые и горно-тундровые почвы. Подзолистые и дерново-подзолистые почвы распространены локально по северным склонам горных массивов на бурых бескарбонатных глинах. При этом подзолистые почвы имеют очень кислую реакцию среды.

Горно-луговые, горные лугово-степные почвы субальпийского пояса (2000-2800 м) имеют высокое содержание гумуса (5,5-12,7%), в составе которого преобладают фульвокислоты. Мощность почвенного профиля с отчётливо выраженным тёмным гумусовым горизонтом небольшая. Среди поглощённых катионов наряду с кальцием и магнием имеются водород и алюминий, обуславливающие кислую реакцию почвенного раствора.

В высокогорном поясе (3200-4500 м) развиты горно-тундровые почвы (подбуры тундровые, высокогорные дерново-гольцовые), которые формируются в условиях сухого и холодного климата на рыхлых каменисто-щебнистых грунтах. В этих почвах хорошо выражен суглинисто-щебнистый перегнойный горизонт, мощностью 7-10 см. Они отличаются большим содержанием полуразложившихся и неразложившихся растительных остатков. В почвах развиты солифлюкция и мерзлотная сортировка; оглеение почти отсутствует.

Таким образом, с возрастанием высоты местности преобладающими типами почв в Алтайско-Саянской горной почвенной провинции являются чернозёмы выщелоченные, серые лесные, горные лесные чернозёмовидные, дерново-таёжные, горно-луговые, подбуры тундровые, горные примитивные и каменные россыпи.

Структура почвенного покрова в Южно-Алтайской горной почвенной провинции с увеличением высоты местности имеет следующий вид: темно-каштановые и каштановые почвы, горные лугово-степные, горно-луговые, подбуры тундровые, высокогорные дерново-гольцовые, горные примитивные и каменные россыпи.

Почвенный покров равнинной части бассейна р. Обь отличается также большим разнообразием. Он представлен, прежде всего, зональными типами почв, формирующихся на плакорах – не заболоченных возвышенно-равнинных участках. Кроме того, распространены сочетания и комплексы из нескольких генетических почвенных типов как следствие мозаичности рельефа, пестроты почвообразующих пород, непосредственного соседства дренированных и заболоченных участков, сложности гидрографической сети.

В подзоне северной степи преобладающим (зональным) типом почв являются чернозёмы обыкновенные и южные преимущественно на лёссовидных суглинках и глинах. Чернозёмы обыкновенные приурочены к повышенным элементам рельефа, встречаются на склонах грив, увалов. Мощность гумусового горизонта их составляет 30-40 см, содержание гумуса – 4-6%. Наряду с незасолёнными распространены чернозёмы обыкновенные разной степени солонцеватости: слабо- и среднесолонцеватые. В их почвенном профиле (в пределах гумусового слоя) образуется уплотнённый солонцовый горизонт с содержанием обменного Na более 5% от ёмкости поглощения. По характеру засоления они могут быть содовые, сульфатно-содовые и сульфатные. Более значительно содержание сульфата натрия.

Чернозёмы южные занимают южную часть подзоны северной степи и непосредственно граничат с тёмно-каштановыми почвами. Они имеют мощность гумусового слоя 45-60 см и содержание гумуса – 3,3-4,6%. Почвы среднесуглинистого и легкоглинистого гранулометрического состава. Обычные чернозёмы южные – пониженно-вскипающие. В чернозёмах солонцеватых отмечается повышенное количество поглощённого иона натрия. Горизонты, содержащие свободные карбонаты, имеют слабощелочную реакцию (8,0–8,2). В нижних горизонтах на глубине 1,5-2,0 м или даже глубже южные чернозёмы часто содержат гипс, а иногда на этой глубине отмечается повышенное содержание легкорастворимых солей.

В северной степи среди чернозёмных почв значительное распространение получили лугово-чернозёмные почвы, которые приурочены к плоским междуречьям с близко залегающими (3-6 м) часто минерализованными грунтовыми водами, а также к пониженным элементам рельефа: нижние части склонов грив, увалов, озёрные и речные террасы. Значительная часть этих почв солонцеватые: солевой горизонт отмечается на глубине 50-100 см, среди анионов в почвенном растворе преобладают сульфаты. Кроме выше обозначенных почв распространены луговые солонцеватые почвы, солонцы и солоды по западинам. В их почвенном профиле всегда присутствует солевой горизонт, тип засоления – от содового до сульфатного.

Восточнее Степной области равнинная часть бассейна р. Обь расположена в Лесостепной физико-географической области и в соответствии с почвенно-географическим районированием относится к Барабинской и Бийско-Енисейской почвенным провинциям. Преобладающим типом почв на этой территории являются чернозёмы (оподзоленные, выщелоченные и типичные). Под лесами встречаются серые лесные почвы. Почвы умеренные длительно промерзающие. Почвообразующие породы глинистые и суглинистые на озёрно-аллювиальных равнинах Барабинской низменности. С продвижением на восток почвообразующие песчаные отложения на аллювиальных, древнеаллювиальных равнинах

сменяются глинистыми и суглинистыми, местами щебнистыми, почвообразующими породами на подгорных и предгорных пролювиально-аллювиальных и делювиально-пролювиальных равнинах до лёссовых и лёссовидных суглинистых пород – на эрозионных равнинах.

Лесостепная область отличается более тёплым и сухим климатом по сравнению с Лесной областью: здесь один раз в 3-4 года случается засушливый год, и наблюдаются засухи и суховеи. Вследствие общей равнинности территории Западной Сибири поверхностный сток в лесостепной области бассейна р. Обь невелик. Однако даже при небольшом количестве осадков рассматриваемая территория частично заболочена, на 20% её площади происходит засоление почв. В связи с этими условиями в лесостепной области встречаются лугово-чернозёмные, пойменные лугово-болотные и торфяные болотные почвы, а также ряд засоленных почв.

Лучшие для сельскохозяйственного использования почвы – выщелоченные чернозёмы – распространены на гривах вдоль рек. Почвы имеют мощный гумусовый горизонт в 50-60 см, а содержание гумуса в них достигает 7-10%. Солонцеватая лесостепь наиболее широко представлена на Барабинской низменности и характеризуется преобладанием солонцов со злаково-полынными группировками. Всё правобережье Оби, а также неширокая полоса левобережья в пределах Новосибирской области расположены в южной лесостепи. Здесь преобладают обыкновенные и комплексные солонцеватые чернозёмы, отчасти серые лесные почвы, солонцы и солончаки.

К востоку от Кулундинской степи расположена Предалтайская лесостепь. Река Обь делит её на левобережье, занятое волнистой равниной Приобского плато, и правобережье, где Бия-Чумышская возвышенность постепенно переходит в предгорья Салаира. В природном и экономическом отношении важен, прежде всего, юго-запад левобережья – сильно распаханная Алейская степь, где распространены чернозёмы (типичные, обыкновенные). На р. Алей создана крупная оросительная система Алтайского края. Остальные районы Приобского плато также характеризуются высокой распаханностью, особенно в полосе от г. Барнаул до г. Камень-на-Оби.

Лесостепное правобережье р. Обь, занятое Бия-Чумышской возвышенностью (центр – г. Бийск), расчленено глубокой и разветвлённой речной и овражно-балочной сетью. Северные склоны лощин, балок и речных долин поросли березняками. Открытые степные пространства распаханы. Почвы – чернозёмы выщелоченные и оподзоленные.

В поясе предгорных лесостепей основной тип почв – типичные чернозёмы с зернистой структурой, а под лесами распространены тёмно-серые лесные почвы.

Бассейн р. Обь с продвижением на север после Лесостепной области расположен в пределах самой обширной из природных областей – Лесной области, где последовательно занимает следующие подзоны: подтаёжную, южной, средней и северной тайги.

В соответствии с почвенно-географическим районированием бассейн р. Обь в пределах подтайги относится к Приалтайской почвенной провинции, где преобладающим типом почв являются серые лесные. Почвы умеренно длительно промерзающие: низкие зимние температуры при относительно небольшом снежном покрове вызывают промерзание почв до 120-150 см при длительном сохранении мерзлоты (октябрь-июнь). Почвообразующие породы – элювиально-делювиальные суглинки – продукты выветривания коренных пород. В нижней части профиля этих почв образуется надмерзлотная верховодка, вызывающая развитие процессов оглеения. Серые лесные почвы характеризуются ненасыщенностью основаниями и кислой реакцией почвенного раствора, невысокими запасами питательных веществ.

На участках с повышенным увлажнением (в западинах, на шлейфах склонов, на слабодренированных водоразделах) развиты серые лесные глеевые почвы, имеющие признаки избыточного увлажнения в виде охристых и сизоватых пятен, марганцовисто-железистых конкреций. Широкое распространение имеют осолоделые серые лесные почвы, приуроченные к понижениям.

Под разреженными, парковыми, лиственными лесами сформировались тёмно-серые лесные почвы. Они имеют относительно мощный перегнойный горизонт (30-40 см), высокое содержание гумуса – 9-10%. По своим свойствам тёмно-серые почвы близки к чернозёмам.

Наряду с вышеперечисленными почвами в пределах подтайги встречаются дерново-подзолистые почвы, оподзоленные и выщелоченные чернозёмы (особенно на приречных территориях) и нередко в сочетании с серыми лесными почвами. В чернозёмных почвах мощность гумусового горизонта составляет до 40 см, содержание гумуса – 7-8%. Значительное распространение имеют лугово-чернозёмные почвы (на недренированных междуречьях), дерново-таёжные, аллювиальные. Кроме того, встречаются болотные почвы.

Далее при продвижении на север бассейн р. Обь располагается в пределах южнотаёжной подзоны. В соответствии со схемой почвенно-географического районирования эта часть бассейна относится к Среднеобской почвенной провинции, в которой зональным типом почв являются дерново-подзолистые почвы. Почвы холодные длительно промерзающие, сформированы на глинистых и суглинистых породах. Описываемая территория заболочена меньше чем на половину и на большей своей части покрыта берёзово-сосново-темнохвойными лесами. Под пологом лесов хорошо сформирован травянистый покров, что обусловило развитие дернового процесса. Мощность профиля дерново-

подзолистых почв достигает 100-150 см. Почвы содержат 3-6% гумуса, имеют слабокислую реакцию, сравнительно бедны валовыми и подвижными формами азота, фосфора. Обменные основания представлены, главным образом, кальцием и меньше магнием. В профиле этих почв имеются признаки оглеения с накоплением подвижных форм железа, марганца.

Наряду с зональным типом почв в пределах южной тайги на правом берегу р. Обь (бассейны рек Кеть, Чулым, Кия и другие) распространены полугидроморфные почвы – подзолисто-болотные, приуроченные к слабодренированным элементам рельефа с временным застоем поверхностных вод или высоким стоянием почвенно-грунтовых вод. Почвы имеют кислую реакцию, подзолистый горизонт обогащён кремнезёмом, развивается торфяной горизонт, а в глеевых горизонтах накапливаются подвижные формы железа, марганца.

На левобережье р. Обь также в пределах южнотаёжной подзоны (бассейны рек Бакса, Тоя, Шегарка, Бакчар, Парбиг, Парабель, Васюган) широко распространены гидроморфные почвы – болотные и, отчасти, дерново-глеевые почвы. Болотные почвы формируются под воздействием избыточного увлажнения поверхностными и грунтовыми водами. Вода может застаиваться на равнинных территориях в случае слабого поверхностного стока или его отсутствия при плотном водоупорном горизонте в толще почвы или почвообразующей породы. В этих условиях идут процессы торфообразования и оглеения, в результате чего образуются почвы болотные верховые и болотные низинные. На рассматриваемой территории преимущественно развиты болотные низинные, представленные торфяно-глеевыми и торфяными почвами. В болотных почвах торфяной горизонт может быть разной степени разложения. Ниже его лежит глеевый горизонт, в котором накапливаются значительные количества подвижных форм железа, марганца.

Дерново-глеевые почвы формируются при переувлажнении жёсткими грунтовыми водами, обогащёнными бикарбонатом кальция. Повышенное увлажнение приводит к образованию в почвенном профиле признаков оглеения или обособленных глеевых горизонтов, где накапливаются закисные формы железа, марганца. Постоянное и длительное наличие таких условий приводит к переходу дерново-глеевых почв в болотные торфяные низинные.

В бассейне р. Обь распространены аллювиальные (пойменные) почвы, представленные дерновыми, луговыми и болотными. На возвышенных элементах рельефа речных пойм, при глубоком залегании грунтовых вод формируются аллювиальные дерновые почвы. При относительно неглубоком залегании грунтовых вод (1-2 м) на глинистом и суглинистом аллювии в центральной пойме формируются аллювиальные луговые почвы. В нижней части профиля этих почв имеются признаки оглеения в виде охристых и оглеённых пятен. В

условиях длительного паводкового и устойчивого атмосферно-грунтового увлажнения формируются аллювиальные болотные почвы, которые приурочены к блюдцеобразным западинам, периферии пойменных озёр и стариц. Для них характерно накопление торфа или иловато-перегнойной массы, а также развитие интенсивного оглеения и гидрогенной аккумуляции веществ (железа и других). Болотные почвы пойм представлены лугово-болотными, иловато-перегнойно-глеевыми, иловато-торфяными.

При движении на север от южнотаёжной подзоны почвы в бассейне р. Обь формируются под сырыми темнохвойными лесами со сплошным моховым покровом при полном отсутствии травянистой растительности в условиях сильной заболоченности. В соответствии со схемой почвенно-географического районирования бассейн р. Обь в пределах средней тайги относится к Нижнеиртышской почвенной провинции, где зональным типом почв являются подзолистые почвы. Они формируются на разнообразных почвообразующих породах: ледниковых, речных, озёрных песчаных, песчано-глинистых отложениях. На них развиты подзолистые, подзолисто-глеевые, подзолисто-болотные, болотные почвы. Почвы холодные длительно промерзающие. Всем почвам свойственна очень кислая и кислая реакция, низкая насыщенность основаниями, небольшая мощность перегнойного горизонта и незначительное содержание гумуса – 2-3%.

Для подзолистых и особенно для подзолисто-глеевых почв характерно повышенное содержание в профиле подвижных форм железа, марганца и алюминия, они имеют высокую плотность нижних горизонтов. Слабая водопроницаемость подзолистого горизонта является причиной создания временной верховодки в суглинистых почвах. Для подзолисто-глеевых почв характерно поверхностное оглеение.

Подзолисто-болотные почвы приурочены к слабодренированным элементам рельефа с временным застоем поверхностных вод или высоким стоянием грунтовых вод в профиле. Для них характерен застойный водный режим и наличие чётко выраженного глеевого горизонта (повышенное количество закисных форм железа, марганца) и развитого торфяного горизонта.

В подзоне средней тайги из болотных низинных почв распространены низинные обеднённые торфяно-глеевые, низинные обеднённые торфяные. Болотные верховые почвы представлены болотными торфяно-глеевыми и болотными верховыми торфяными.

Подбассейн Средней Оби в пределах северной тайги, где распространена островная и сплошная многолетняя мерзлота, в соответствии с почвенно-географическим районированием относится к Нижнеобской почвенной провинции бореального (умеренно холодного) пояса. Зональный тип почв – глееподзолистые почвы, глеезёмы и подзолы. Почвообразующие породы разнообразны: ледниковые, водно-ледниковые, аллювиальные, озёрные, морские,

представленные песчаными, суглинистыми, глинистыми, песчано-суглинистыми отложениями. Почвы формируются в условиях многолетней мерзлоты и относятся к фации холодных длительно промерзающих.

Глееподзолистые почвы занимают относительно дренированные участки с северотаёжными хвойными моховыми и лишайниково-кустарничковыми лесами. Верхние горизонты глееподзолистых почв подвержены процессу оглеения, имеют сильноокислую реакцию среды, низкую насыщенность основаниями, обеднены полуторными гидрооксидами и обогащены подвижным железом, алюминием, марганцем. Содержание гумуса – 1-1,5%.

В наиболее увлажнённых районах на лёгких (песчано-супесчаных и щебнистых) породах формируются подзолы иллювиально-гумусовые и иллювиально-железисто-гумусовые. Они распространены в бассейнах рек Назым, Лямин, Тромъеган, Аган.

Таким образом, на равнинной части Подбассейна можно выделить территории однотипные по структуре почвенного покрова – почвенные зоны. Так, по мере продвижения с юга на север в суббореальном поясе выделены зоны: тёмно-каштановых и каштановых почв сухой степи, чернозёмов (обыкновенных и южных) степи, серых лесных почв и чернозёмов (оподзоленных, выщелоченных и типичных) лесостепи, серых лесных почв лиственных лесов. Далее в бореальном поясе выделены зоны: дерново-подзолистых почв и дерново-подзолов южной тайги, подзолистых почв, глеезёмов и подзолов средней тайги, глееподзолистых почв, глеезёмов и подзолов северной тайги.

2.2.4 Болота

Болота относятся к азональным видам ландшафтов как наиболее распространённые локальные природные территориальные комплексы гидроморфного характера. В Подбассейне болота характерны не только для равнинной части, но встречаются и в его горных районах [260, 262-264; 266, 267].

В пределах Кузнецко-Салаирской горной области средние и мелкие болота имеют средний характер распространения. Для Горного Алтая свойственна незначительная заболоченность. Болота долинные и склоновые: осоково-гипновые, осоково-сфагновые, пушицевые, берёзово-осоковые.

В лесостепи, на пониженных участках, получили развитие низинные плоские ровные и мелкопочкарные травяные (осоково-тростниково-вейниковые и тростниковые) болота – «займища», образующиеся на месте зарастания озёр. Кроме того, распространены также минеральные засоленные болота.

Плоский слаборасчленённый рельеф, малый врез и замедленный сток рек, превышение осадков над испарением в подбассейне Средней Оби обусловили высокую заболоченность территории. Кроме того, болотные ландшафты имеют наибольшее распространение на плоских озёрных и озёрно-аллювиальных равнинах, сложенных горизонтально-слоистыми песчано-глинистыми отложениями. Изменение свойств болот происходит в зависимости от гранулометрического состава слагающих пород. Так, на песчаных массивах, как правило, образуются сфагновые бугристые болота мощностью 1,5-2,0 м. На слоистых глинисто-песчаных отложениях формируются более мощные болотные комплексы.

В подтайге и южной тайге (бассейны рек Васюган, Кеть) наблюдается обильное скопление крупных массивов болот. Для этой территории характерны низинные плоские ровные и мелкокочкарные топяные болота с зыбунами и гипново-осоковым и осоково-вахтовым покровом на среднечастотных торфяных залежах. Также распространены верховые сфагновые болота кустарничковые с сосной – «рямы». Болота тянутся на сотни километров, местами образуя совершенно непроходимые участки. К таким болотам относятся Васюганское, Бакчарское, Иксинское, Комарное.

Наиболее развиты болота и торфонакопление в средней тайге (бассейны рек Пайдугина, Тым, Киевский Еган, Вах, Большой Юган, Большой Салым), где величина заболоченности достигает 45-50%, в отдельных местах – 60-70% территории (Рисунок 4). При этом мощность торфяной залежи возрастает до 3-5 м, а местами – до 10 м. Для всей среднетаёжной подзоны характерны грядово-озерковые и грядово-мочажинные сфагновые верховые и травяно-сфагново-гипновые торфяные болота по озёрно-аллювиальным и другим равнинам, имеющим слоистое залегание глинисто-песчаных отложений. Нередко на них встречаются мелкая угнетённая сосна и корявая берёза с елью, а также кусты низкой карликовой берёзки, багульник болотный и другие – это рямовые болота. К ним относится Салымское болото (бассейн р. Большой Салым), являющееся одним из крупных торфяных массивов. На песчаных отложениях в средней тайге развиты верховые крупнобугристые сфагновые болота с редкой угнетённой сосной.

В северной тайге в основном распространены переходные (мезотрофные) и верховые (олиготрофные) болота, представленные крупнобугристыми мёрзлыми торфяниками с кустарничково-мохово-лишайниковым покровом по буграм и осоково-пушицево-моховым по понижениям.

В целом в Западной Сибири, вследствие того что она представляет собой гигантскую равнину с крайне замедленным стоком и сравнительно малым испарением, сформировались самые большие в мире болотные площади. Из-за сильно выраженной водоудерживающей

способности торфа, которая может составлять более 500-800% от веса торфяной массы, в болотах Западной Сибири аккумулируется гигантское количество влаги.

Заболоченность в пределах бассейна р. Обь приведена ниже по ВХУ и бассейнам отдельных рек (Таблица 14).

Таблица 14 – Заболоченность бассейна р. Обь

Код и наименование ВХУ	Площадь ВХУ, тыс. км²	Заболоченность, %
13.01.02.007 Обь от Новосибирского г/у до впадения р. Чулым без р.р. Иня и Томь	31,4	20,0
13.01.04.002 Чулым от г. Ачинск до в/п с. Зыряновское	58,3	7,0
13.01.04.003 Чулым от в/п с. Зыряновское до устья	41,5	8,7
13.01.05.001 Обь от впадения р. Чулым до впадения р. Кеть	38,0	37,0
13.01.06.001 Кеть (исток, устье)	94,2	25,1
13.01.07.001 Обь от впадения р. Кеть до впадения р. Васюган	31,8	70,0
13.01.08.001 Васюган (исток, устье)	61,8	более 70,0
13.01.09.001 Обь от впадения р. Васюган до впадения р. Вах	73,2	более 50,0
13.01.10.001 Вах (исток, устье)	76,7	70,0
13.01.11.001 Обь от впадения р. Вах до г. Нефтеюганск	118,3	70,0
13.01.11.002 Обь от г. Нефтеюганск до впадения р. Иртыш	69,0	42,1

2.2.5 Месторождения минерального сырья

Наличие месторождений минерального сырья (Рисунок б) способствует распространению и концентрации на соответствующих территориях наиболее характерных химических элементов, которые могут присутствовать в подземных и речных водах.

В Подбассейне имеются разнообразные рудные месторождения [218, 227]. Наиболее крупные из них сосредоточены в пределах Горного Алтая, Кузнецкого Алатау и Салаирского кряжа. Так, в горах Алтая найдены железные руды, крупные скопления которых обнаружены в Холзунском месторождении магнетитов (бассейн р. Чарыш – ВХУ 13.01.02.003, бассейн р. Кокса – ВХУ 13.01.02.003). В бассейне р. Алей – ВХУ 13.01.02.001 и 13.01.02.002 (в районе гг. Змеиногорск и Горняк) производится добыча и обогащение полиметаллических руд. Кроме того, в Горном Алтае (в районе Курайского и Чуйского хребтов – бассейн р. Чуя – ВХУ 13.01.01.003) разрабатываются месторождения ртути и золота. В междуречье Катунь и Бии (ВХУ 13.01.01.003 и 13.01.01.002) выявлены месторождения полиметаллических (кобальтовых, титано-магнетитовых и вольфрамо-молибденовых), железных и марганцевых руд.

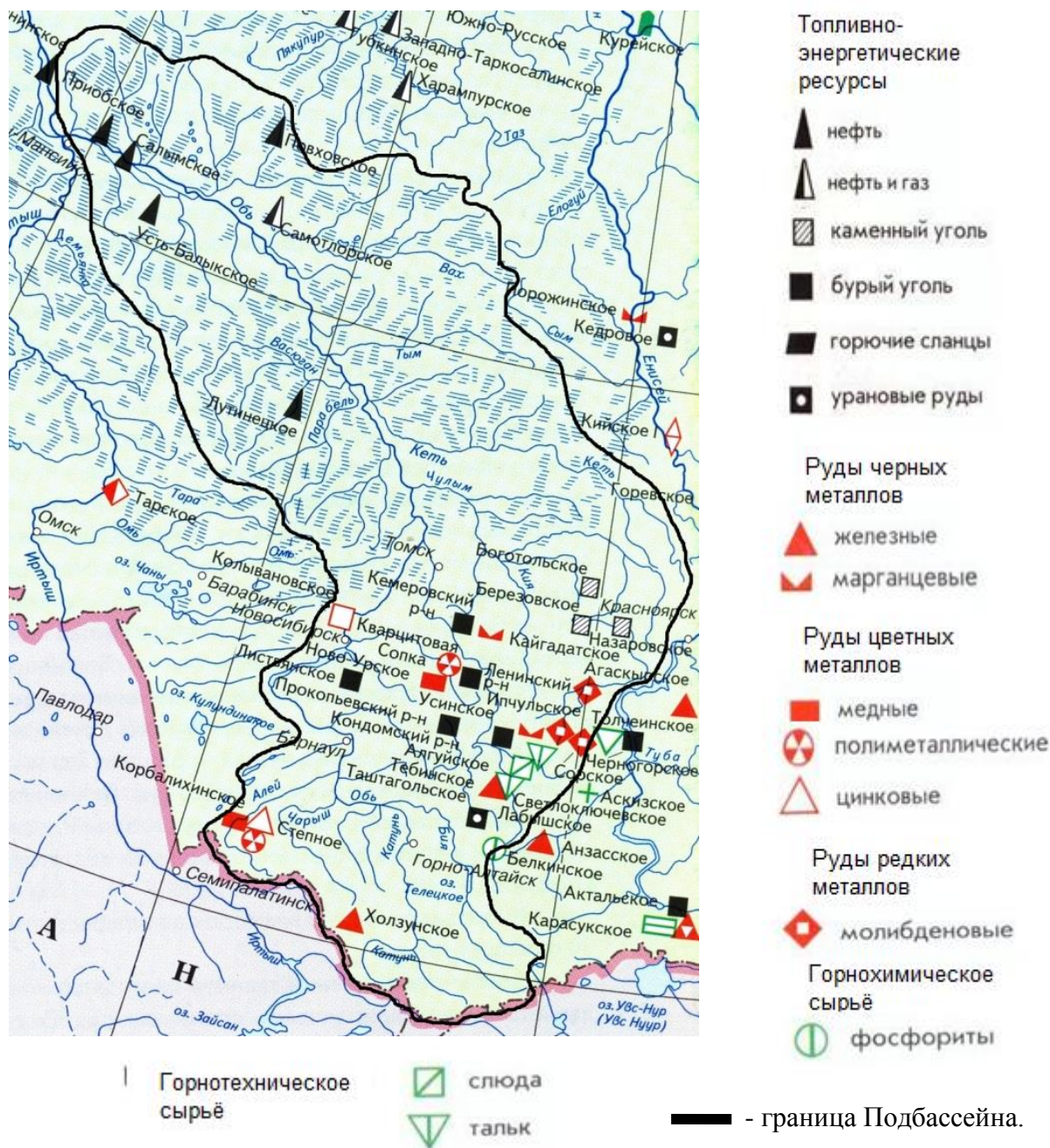


Рисунок 6 – Крупнейшие месторождения полезных ископаемых Верхней и Средней Оби²⁵.

В Предгорном Алтае, к юго-востоку от пгт. Колывань, расположены месторождения магнетитовых железных руд: Инское и Белорецкое (ВХУ 13.01.02.003). В районе озера Колыванское (ВХУ 13.01.02.003) открыто месторождение меди. На рассматриваемой территории (курорт Белокуриха – ВХУ 13.01.02.003) имеются водные радиоактивные источники.

²⁵ Карта-схема представляет собой дополненный фрагмент карты «Крупнейшие месторождения полезных ископаемых» из [260].

В пределах Кузнецкого Алатау и Салаирского кряжа расположены несколько железорудных месторождений комплексного характера, содержащих, кроме железа, кобальт, медь, цинк, серу. В долине р. Уса (правый приток р. Томь – ВХУ 13.01.03.002) расположено месторождение марганца (Усинское месторождение). В недрах Салаирского кряжа на небольшой площади (в районе г. Салаир – ВХУ 13.01.02.006) сосредоточены месторождения полиметаллов, золота и серебра, бокситов. На Салаирском руднике добывают цинковые концентраты. В долине р. Ур (ВХУ 13.01.02.006) расположено месторождение серных колчеданов для производства серной кислоты (Урское месторождение).

На южных окраинах Кузнецкого Алатау и Салаирского кряжа – в Горной Шории – сосредоточены месторождения минерального сырья: железа, марганца, золота, цинка, свинца, меди, редких металлов, фосфоритов, известняков, доломитов. Горная Шория, прежде всего, является железорудным районом Кузбасса с богатыми месторождениями: Таштагольским (ВХУ 13.01.03.001), Одра-Башским (ВХУ 13.01.03.001), Шерегешским (ВХУ 13.01.03.002), Шалымским (ВХУ 13.01.03.001). В верховьях р. Кондома (ВХУ 13.01.03.001) разрабатываются месторождения кварцитов и доломитов.

Наиболее крупные запасы каменного угля (42,3%) сосредоточены в Кузнецком угленосном бассейне – ВХУ 13.01.03.003.

В таёжно-болотном Восточном Приобье (Нарымское правобережье), приуроченном к низовьям р. Чулым и бассейнами рек Кеть, Пайдугина, Тым, Киевский Еган и другим правым притокам Оби, расположен Западно-Сибирский железорудный бассейн, один из крупнейших в мире (ВХУ 13.01.04.003; 13.01.06.001; 13.01.09.001). Рудные узлы содержат железо, фосфор, ванадий и другие полезные ископаемые.

На левобережье Оби железные руды сосредоточены в бассейне р. Бакчар – ВХУ 13.01.05.001 – (вблизи с. Бакчар) и в бассейне р. Парабель – ВХУ 13.01.07.001. Огромный Западно-Сибирский железорудный бассейн продолжается в пределах Новосибирской области. Железные руды обнаружены в Чулымском районе (в бассейне р. Чулым – ВХУ 13.02.00.005) [262].

На правобережье Среднего Приобья (ВХУ 13.01.10.001 и 13.01.11.001) расположены основные месторождения нефти и газа. Здесь имеются значительные запасы торфа, который распространён повсеместно.

2.2.6 Геохимия недр

Геохимические особенности Подбассейна отражаются на минерализации и химическом составе подземных вод, за счёт которых питаются реки во время летней и зимней межени.

Геохимическое состояние недр Подбассейна [260], обусловлено несколькими трансрегиональными тектоническими структурами: равнинная часть бассейна – Западно-Сибирской молодой платформенной плитой и горная часть – Алтае-Саянской аккреционно-коллизивно-активноокраинной областью (Рисунок 7).

Платформенная часть бассейна имеет сидерофильно-халькофильно-литофильный тип (СХЛ₁) геохимической ассоциации с преобладанием литофильной составляющей. При этом ведущими химическими элементами недр на равнинной части бассейна являются кобальт-серебро-молибденовая ассоциация: Co, V, Ag, Pb, Zn, Mo, Sn, с преобладанием халькофильной составляющей – марганец-барий-полиметаллическая ассоциация: Mn, Co, Ba, Sr, TR, Pb, Cu.

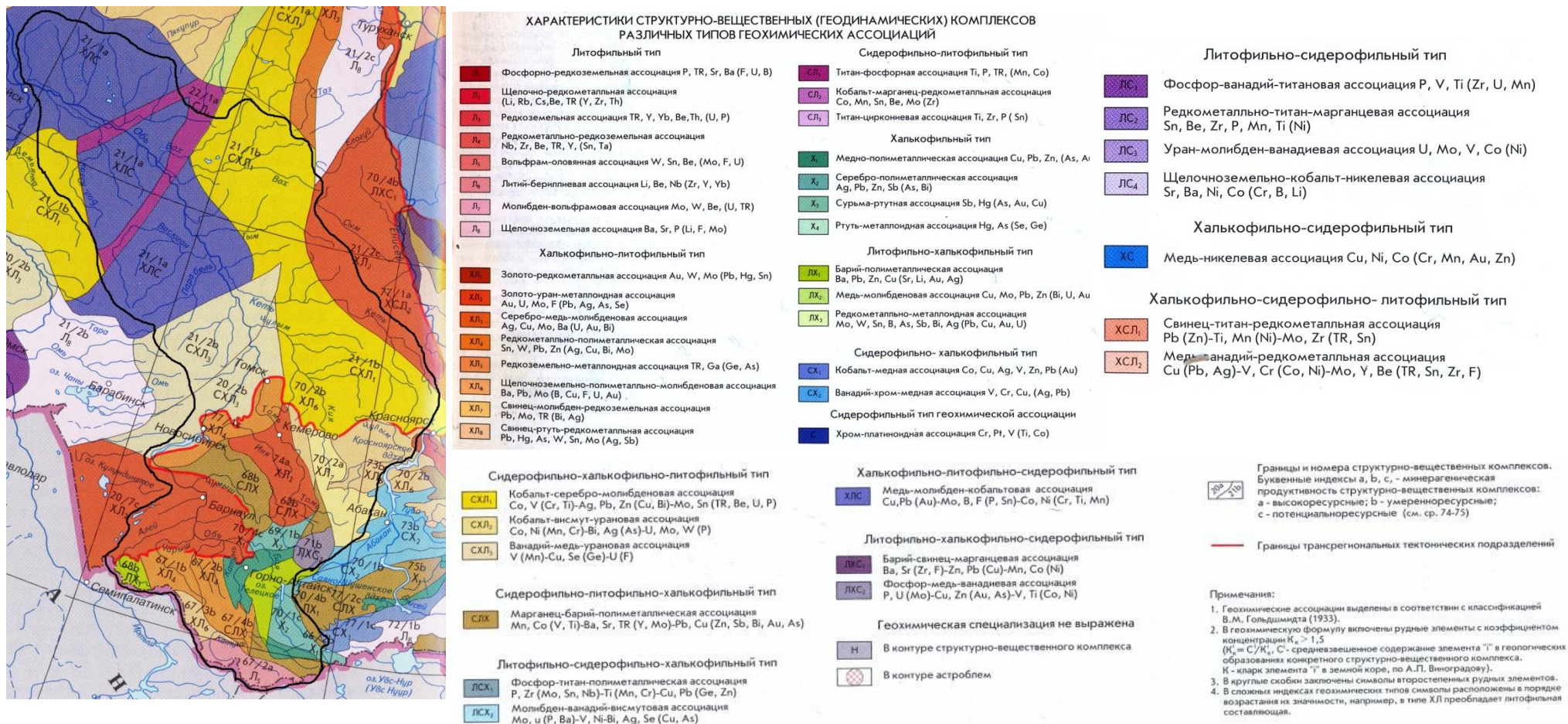
Для недр горной части бассейна р. Обь, расположенной в пределах Алтае-Саянской АКАО, характерен сидерофильно-литофильно-халькофильный геохимический тип (СЛХ).

2.2.7 Грунтовые воды

Химический состав речных вод зависит от глубины залегания, степени минерализации и химизма грунтовых вод (первого от поверхности водоносного горизонта). В период перехода от половодья к летней межени реки питаются почвенно-грунтовыми водами. В это время химический состав вод формируется в нижней части почвенного профиля и в верхних слоях грунтов, подстилающих почву.

В летнюю и зимнюю межень питание рек осуществляется преимущественно грунтовыми водами из глубоколежащих водоносных слоёв. В этом случае большое значение имеет литологический состав горных пород основного водоносного горизонта (комплекса), дренируемого реками [260, 266, 267].

Реки Подбассейна – горные и равнинные. Горные реки получают около 70-80% своего годового стока от тающих снегов, горных ледников, с весенне-летними и летними дождями (снеговое и атмосферное питание), остальные 20-30% стока – с грунтовыми водами. Равнинные реки таёжной зоны имеют смешанное питание: от преимущественно снегового – на юге до грунтово-болотного – на севере. В общем, грунтовый сток равнинных рек достигает 25-30% (Рисунок 8).



— - граница Подбассейна.

Рисунок 7 – Карта-схема геохимии недр Верхней и Средней Оби²⁶

²⁶ Карта-схема представляет собой дополненный фрагмент карты «Геохимия недр» из [260].

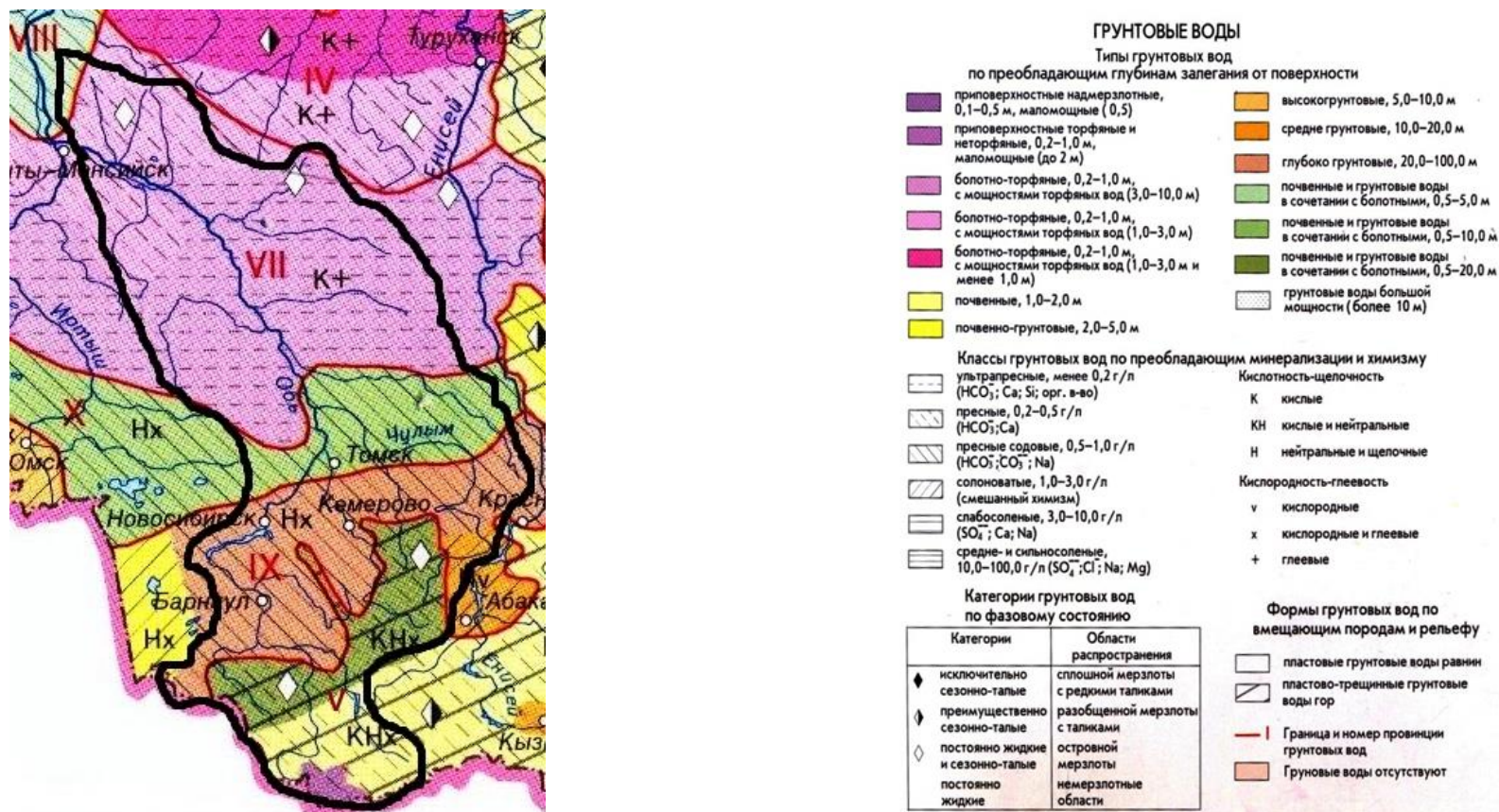


Рисунок 8 – Карта-схема типизации грунтовых вод Верхней и Средней Оби²⁷:

Провинции грунтовых вод: **V** – пластово-трещинных и пластовых почвенно-грунтовых преимущественно надмерзлотных вод областей разобленной мерзлоты; **VII** – болотно-торфяных непромерзающих пресных кислых глеевых вод; **VIII** – пластовых почвенно-высокогрунтовых пресных грунтовых вод в сочетании с болотными водами таежной зоны; **IX** – пластовых высокогрунтовых солоноватых вод дренированных лесостепей и степей; **X** – пластовых высокогрунтовых солоноватых преимущественно содовых вод слабодренированных лесостепей и степей. **—** - граница Подбассейна.

²⁷ Карта-схема представляет собой дополненный фрагмент карты «Типизация грунтовых вод» из [260].

В Горном Алтае в бассейне р. Катунь грунтовые воды пластово-трещинные, обильные. Более всего обводнены известняки, для которых характерны карстовые воды. Отмечается обилие грунтовых вод в песчано-сланцевых отложениях и в зонах выветривания. Все воды слабо минерализованы, почти пресные.

Минерализация воды колеблется в пределах 140-560 мг/дм³, в основном воды гидрокарбонатно-кальциевые. Севернее в горной части Подбассейна грунтовые воды встречаются в сочетании с почвенными и болотными водами, по фазовому состоянию – постоянно жидкие и сезонно-талые в области распространения островной мерзлоты. Грунтовые воды пресные (200-500 мг/дм³), гидрокарбонатно-кальциевые.

В пределах степной зоны грунтовые воды имеют нейтральную и щелочную реакцию, кислородные и глеевые, солоноватые с минерализацией в пределах 1000-3000 мг/дм³, характеризуются смешанным химизмом.

В пределах лесостепной зоны и подтайги грунтовые воды имеют нейтральную и щелочную реакцию, кислородные и глеевые. Воды пресные содовые с минерализацией 500-1000 мг/дм³, преобладанием ионов гидрокарбонатных, карбонатных и натрия (HCO_3^- , CO_3^- , Na).

В пределах южнотаёжной и среднетаёжной подзон грунтовые воды болотно-торфяные непромерзающие, кислые глеевые. Глубина их залегания – до 1 м с мощностью торфяных вод, достигающей 10 м. Грунтовые воды ультрапресные (минерализация менее 200 мг/дм³) и пресные (минерализация 200-500 мг/дм³), гидрокарбонатно-кальциевые. В водах содержатся органические вещества.

В пределах северной тайги выделены пластовые почвенно-грунтовые воды в сочетании с болотными водами, сезонно-талые в области островной мерзлоты с таликами. Воды пресные (минерализация достигает 500-1000 мг/дм³) с преобладанием ионов гидрокарбонатных, карбонатных и натрия (HCO_3^- , CO_3^- , Na).

2.2.8 Гидрохимия рек

Минерализация и химический состав воды ВО бассейна являются функцией природной среды. Ниже рассматриваются следующие характеристики поверхностных вод бассейна р. Обь:

- минерализация речных вод;
- показатель ионного стока;
- модуль речного стока органических веществ.

2.2.8.1 Минерализация речных вод

Общая тенденция в распределении минерализации речной воды в бассейне р. Обь выражается в её уменьшении с юга на север (Рисунок 9), что обусловлено большей увлажнённостью

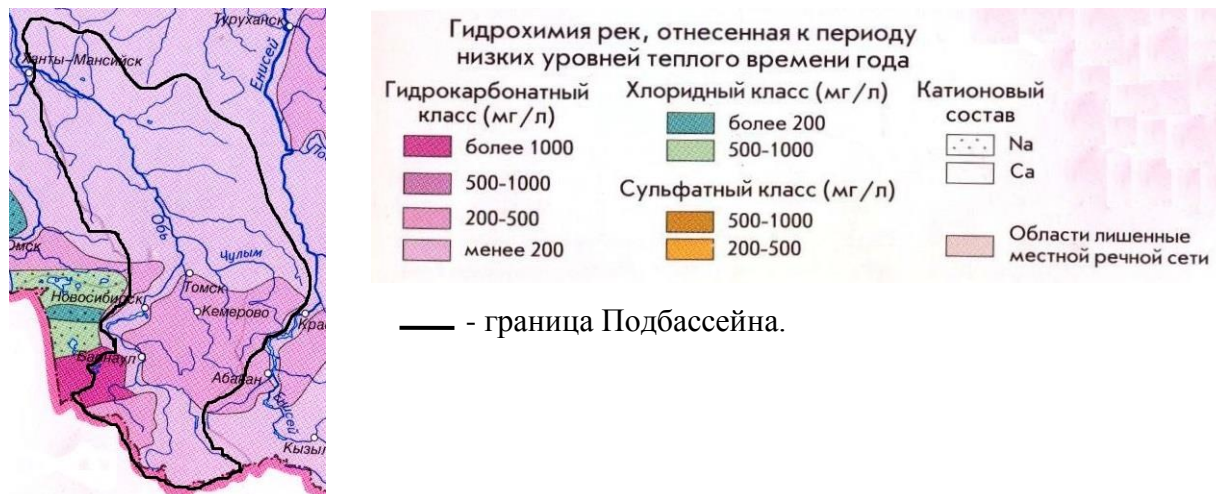


Рисунок 9 – Минерализация речных вод Верхней и Средней Оби²⁸.

водосборов рек на севере, преобладанием там менее минерализующих воду лесных, болотных, тундровых почв, наличия многолетней мерзлоты. На юге равнинной части бассейна сухость климата возрастает, подзолистые почвы сменяются чернозёмными и каштановыми, что приводит к росту минерализации речных вод.

В горном Алтае в водах верховьев высокогорных рек (Катунь, Бия) наблюдается наименьшая минерализация (31-130 мг/дм³), что обусловлено притоком талых вод высокогорных снегов и ледников. Минерализация вод рек северной части Горного Алтая (р.р. Урсул, Иша, Песчаная, Ануй, Чарыш) колеблется в пределах 45-274 мг/дм³. Воды имеют резко выраженный гидрокарбонатный характер. В катионном составе речных вод повсеместно преобладают ионы кальция [260, 266, 267].

В межень минерализация воды рек возрастает до 90-230 мг/дм³ – бассейн Катунь и Бии и до 500 мг/дм³ – р.р. Ануй, Иша, Песчаная.

В пределах степной и частично лесостепной подзон по мере нарастания участия в питании рек талых вод сезонных снегов, а также повышения засоленности почв, минерализация воды рек увеличивается до 1000 мг/дм³. В ионном составе воды преобладают катион натрия и хлоридные анионы (до 500–1000 мг/дм³).

²⁸ Карта-схема представляет собой дополненный фрагмент карты «Минерализация речных вод» из [260].

Далее при движении на север в подтаёжной и южнотаёжной подзонах бассейна р. Обь наблюдается минерализация воды рек около 700 мг/дм^3 летом и 1300 мг/дм^3 и более – в период зимней межени.

Воздействие климата на формирование химического состава воды рек бассейна Средней весьма существенно: здесь выпадает большое количество осадков при сравнительно невысокой среднегодовой температуре. В связи с этим наблюдаются воды со сравнительно малыми величинами минерализации – 300 мг/дм^3 в период зимней межени.

2.2.8.2 Ионный речной сток

Многообразие природных условий в бассейне, влияющих на качество поверхностных вод, отражает показатель ионного стока в течение года с единицы площади речного бассейна. Зональные различия ионного стока относительно невелики. Это подтверждается тем, что в аридных ландшафтах речные воды сильно минерализованы, но при слабом развитии речного стока вынос ионов небольшой. То же наблюдается в гумидных ландшафтах, где, напротив, речные воды обильны, но слабо минерализованы. Для зоны тайги типичны значения модуля ионного стока – не выше $10\text{-}15 \text{ т/км}^2$ в год. В лесостепи модуль ионного стока достигает $20\text{-}30 \text{ т/км}^2$ в год. Для сравнения средний глобальный модуль ионного стока равен $20,7 \text{ т/км}^2$, что соответствует слою химической денудации в $0,008 \text{ мм}$ [260].

Анализ показывает, что в целом в Подбассейне модуль ионного стока очень низкий и варьирует в пределах $10\text{-}20 \text{ т/км}^2$ в год. Несмотря на то, что Подбассейн с юга на север пересекает несколько географических зон, на показателе модуля ионного стока это не отразилось. Он одинаков для всей рассматриваемой территории, так как для замыкающего створа большой реки отражает условия, свойственные не отдельным зонам, а суммирует многообразие условий для всей водосборной площади.

2.2.8.3 Речной сток органических веществ

Закономерности миграции органических веществ в различных ландшафтах бассейна р. Обь отражены на схеме среднего речного стока органических веществ [260]. Анализ показывает, что модуль речного стока органических веществ на равнинной части водосборной территории увеличивается с севера на юг (Рисунок 10). Наибольшим выносом органических веществ характеризуются реки южной части бассейна – степных и лесостепных ландшафтов, где территория полностью освоена в сельскохозяйственном отношении. Реки дренируют чернозёмные почвы. Здесь величина модуля речного стока органических веществ доходит до 10 т/км^2 в год и более. Наименьшая величина его ($1\text{-}2 \text{ т/км}^2$ в год) свойственна Горному Алтаю и среднетаёжной подзоне). Для северотаёжной,

зоны величина модуля стока органических веществ вновь возрастает до 2-4 т/км² в год, что связано с широким распространением массивов торфяных болот.

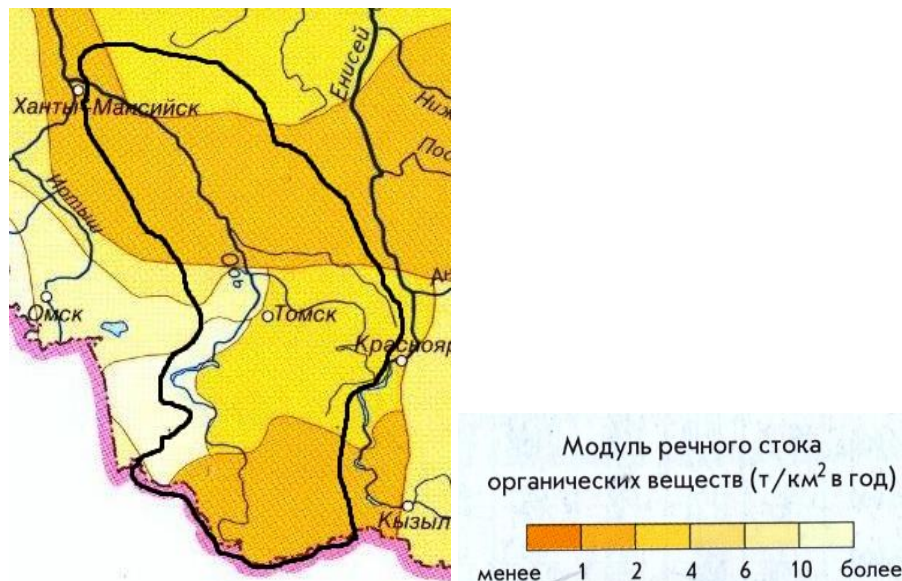


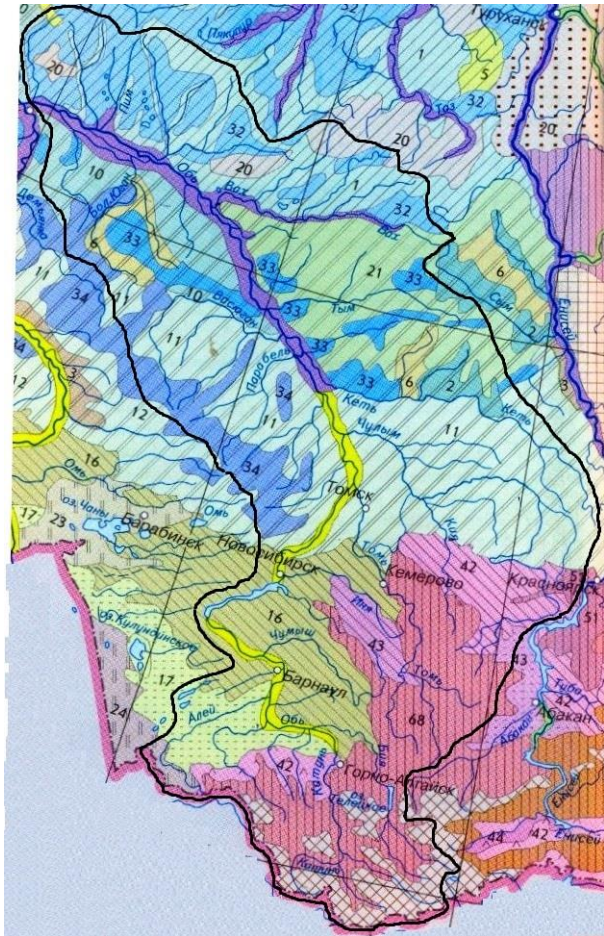
Рисунок 10 – Карта-схема речного стока органических веществ²⁹.

2.2.9 Ландшафты, геохимические ландшафты

В соответствии с географо-гидрологическим подходом [90, 92, 98, 112, 115] ландшафты можно рассматривать как индикаторы природных условий формирования стока поверхностных водных объектов, включая и химический состав вод. Анализ ландшафтных карт позволяет зонировать территорию речного бассейна по сходству/различию таких условий [268, 270], а значит (потенциально) и природных особенностей состава поверхностных вод. Ландшафтно-геохимическая карта дополнительно к классифицированной 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.

По этой причине ландшафтно-геохимическая карта [260] представляется наиболее подходящей основой для анализа природных особенностей формирования качества поверхностных вод в Подбассейне Верхней и Средней Оби (Рисунок 11). Анализ карты позволяет дифференцировать участки Подбассейна по ряду природных факторов, оказывающих воздействие на формирование качества поверхностных вод..

²⁹ Карта-схема представляет собой дополненный фрагмент карты «Речной сток органических веществ» из [260].



— — граница Подбассейна.

Рисунок 11 – Ландшафтно-геохимическая карта Верхней и Средней Оби.³⁰

Зональные типы ландшафтов и климатический потенциал миграции		Лесотундровые и северотаежные		Среднетаежные			Южнотаежные и подтаежные		Широколиственных лесов		Лесостепные		Степные		Сухостепные		
		Высокий		Очень высокий			Высокий		Средний		Средний		Низкий				
Биогеохимический потенциал ландшафтов	Интенсивность биологического круговорота в зональных ландшафтах	Низкая						Умеренная						Высокая			
	Биопродукция (т/га/год)	2,5-4	4-6	2,5-4	4-6	6-8	2,5-4	6-8	8-11	11-16	8-11	11-16	2,5-4	17-30	11-16	17-30	
	Запасы органического вещества (т/га)	26-50	50-150	150-300	26-50	50-150	150-300	26-50	150-300	150-300	300-400	300-400	300-400	400-600	5-12	12-25	12-25
В почвах		<50	1000-1500	<50	50-100	1000-1500	50-100	50-100	1000-1500	<50	100-150	150-200	150-200	450-550	350-500	200-250	
МИГРАЦИОННАЯ СТРУКТУРА ЛАНДШАФТОВ	Низменные равнины с замедленным водообменом	На рыхлых четвертичных отложениях	R > L	1	2	3	4										
		R > L + W	5	6													
		R = L	7	8	9	10											
		R = L + W	19	20	21												
		r, l			22												
	На органических породах	W + (r, l)	32	33	34												
		На рыхлых отложениях, подстилаемых консолидированными породами	R < L	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44				
		r, l															
		R < L	48		49	50	51	52	53	54	55	56	57				
		r, l															
Плато, плоскогорья и предгорья с активным водообменом	С чередованием плотных и рыхлых пород	R < L			61	62											
	r, l																
	R < L																
Горы с интенсивным водообменом	На плотных осадочных и массивно-кристаллических породах	R < L	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75			
	r, l																

МИГРАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В РЕЧНЫХ ДОЛИНАХ И ДЕЛЬТАХ

- Транзитно-аккумулятивные с замедленным водообменом и мало интенсивным биологическим круговоротом
- Аккумулятивно-транзитные с умеренным водообменом и интенсивным биологическим круговоротом
- Транзитные, с активным водообменом и умеренно интенсивным биологическим круговоротом
- Аккумулятивные, проточные с очень интенсивным биологическим круговоротом
- Аккумулятивные, проточно-застойные (контрастные), с заторможенным биологическим круговоротом
- Ледники
- Гольцы

МИГРАЦИОННЫЕ ПОТОКИ

- R** радиальные
- L** латеральные
- W** почвенно-грунтовые
- r, l, w** радиальные, латеральные, почвенно-грунтовые малой интенсивности
- ||** разнонаправленные (криогенные)
- |||** двусторонние (с испарительной концентрацией)

КЛАССЫ ВОДНОЙ МИГРАЦИИ

- H⁺
- H⁺ - Fe²⁺
- H⁺, H⁺ - Fe²⁺
- H⁺, Fe³⁺, H⁺ - Fe²⁺
- H⁺, H⁺ - Ca²⁺
- H⁺, Al³⁺, Fe³⁺
- H⁺ - Al³⁺, Fe³⁺, SO₄²⁻
- H⁺ - Ca²⁺, Na⁺ - HCO₃⁻ - Cl⁻
- H⁺ - Ca²⁺, Mg²⁺, Fe³⁺
- H⁺, Fe³⁺
- Ca²⁺
- Ca²⁺, Na⁺
- Ca²⁺, Na⁺ - HCO₃⁻, Na⁺ - SO₄²⁻

³⁰ Карта-схема представляет собой дополненный фрагмент Ландшафтно-геохимической карты из [260].

Важнейшими с точки зрения формирования качества воды ВО геохимическими характеристиками ландшафта являются следующие группы показателей [260, 271, 272].

Биоклиматические показатели, тесно связанные с зональными типами ландшафтов:

- 1) *климатический потенциал*, отражающий зональные гидротермические условия миграции веществ и элементов;
- 2) *биогеохимический потенциал* миграции, определяемый интенсивностью и ёмкостью биологического круговорота веществ (ежегодная биопродукция и запасы органического вещества в фитомассе и почвах). От этих показателей зависят химизм почв, коры выветривания, грунтовых и поверхностных вод. В ландшафтах с мощным накоплением органического вещества – биогенных ландшафтах (степь, тайга, болота, тундра) – речные воды богаты гумусовыми и другими органическими соединениями кислотной природы. В этих условиях происходит миграция металлов (железа, никеля и др.) в виде хелатов – растворимых комплексных органических соединений. Миграция хелатов очень характерна для ландшафтов влажного климата (таёжных, болотных и др.) [272].

Физико-химические условия миграции обусловлены климатическим потенциалом (варьирующим от «очень низкого» до «очень высокого») и сочетанием окислительно-восстановительных и кислотно-основных параметров среды миграции. Активная миграция многих химических элементов, главным образом металлов, контролируется окислительно-восстановительными условиями, которые создаются при растворении природных газов: кислорода, углекислого газа, сероводорода

Так, в кислородсодержащей окислительной среде металлы (железо, марганец, алюминий, кобальт, никель, медь и некоторые другие элементы) переходят в предельно окисленные нерастворимые формы.

Особенности водной миграции в почвах ландшафтов отражают *классы водной миграции* с типоморфными элементами – это элементы, в большом количестве растворяющиеся в поверхностных и почвенных водах и обуславливающие кислотно-щелочные условия, что влияет на растворение или выпадение в осадок (так называемая «запрещённая» обстановка) других элементов. Для ландшафтов каждой природной зоны характерны определённые классы водной миграции. Так, для ландшафтов таёжной зоны (таёжные леса) свойственны кислый и кислый глеевый классы, для ландшафтов степной зоны – кальциевый и кальциево-натриевый классы.

Классы водной миграции характеризуются формулами типоморфных элементов и соединений, где на первом месте стоят типоморфные элементы автономных, на втором –

подчинённых ландшафтов. Это обусловлено эффектом геохимического сопряжения элементарных ландшафтов, находящихся на разных уровнях рельефа. Кроме того, геохимическое сопряжение особенно распространено в речных поймах лесной зоны. Формула лесных заболоченных ландшафтов имеет вид: H^+ , H^+-Fe^{2+} .

Литолого-геоморфологические условия механической миграции веществ связаны с расчленённостью рельефа (уклоны, проницаемость почв, рыхлых отложений и кор выветривания) и литологическими особенностями горных пород (пески, глины, массивные породы).

В результате сложных сочетаний всех ландшафтно-геохимических условий (биоклиматических, физико-химических, литолого-геоморфологических) формируется *миграционная структура ландшафта*. Она определяется сочетанием двух основных миграционных потоков: вертикально направленного *радиального* (R), осуществляющего обмен веществом между ярусами геохимического ландшафта, и *латерального* (L) – склонового и внутрипочвенного потоков в сопряжённых системах «автономный ландшафт – подчинённый ландшафт».

Потоки химических веществ и элементов имеют разную геохимическую контрастность. Так, Fe, Al, Cu, Ca, U, Zn, Mn, Mo и другие элементы обладают высокой контрастностью миграции: в одних ландшафтах они мигрируют интенсивно, а в других – слабо. Элементы с высокой контрастностью миграции образуют в ландшафтах повышенные концентрации, в т. ч. промышленные месторождения (железо, никель, медь и др.) [271].

Соотношение потоков разной геохимической контрастности образует фоновую миграционную геохимическую структуру ландшафта. При этом выделяется 3 основных типа миграционных структур [260]:

- радиальная миграция более интенсивна, чем латеральная ($R > L$); характерна для таёжных ландшафтов с высоким климатическим потенциалом, на породах с высокой проницаемостью (пески, щебнистые породы) и с пологими формами рельефа;
- примерно одинаковая интенсивность радиальной и латеральной миграции ($R \approx L$); характерна для широкого спектра ландшафтов от лесотундры до степей, низменных аккумулятивных равнин со слабо расчленённым рельефом;
- радиальная дифференциация меньше латеральной миграции ($R < L$); характерна для ландшафтов расчленённых возвышенных равнин, плато с покатыми и крутыми склонами на плотных консолидированных породах.

Кроме того, дополнительно рассматриваются типы миграционных структур, присущие заболоченным ландшафтам с застойным водным режимом и близким залеганием грунтовых вод (верховодки – W), а также ландшафтам с локальными миграционными потоками, связанными с микрорельефом и особыми режимами увлажнения (l, r, w).

Геохимическая дифференциация ландшафтов обусловлена протекающими в них процессами миграции и концентрации вещества. Для каждого геохимического ландшафта характерны свои ландшафтно-геохимические процессы. Перемещение и вынос веществ в ландшафтах происходит вследствие собственно миграционных процессов, а аккумуляция веществ – в результате миграционно-аккумулятивных процессов.

Миграционные процессы в зависимости от формы миграции делятся на водные, мерзлотные, эоловые (ветровые), склоновые и зоогенные. На территории России наиболее распространены процессы водной миграции. В зависимости от величины увлажнения территории выделяется интенсивная, умеренная, ослабленная водная миграция.

Криогенная (мерзлотная) миграция связана с радиальным перемещением вещества к фронту промерзания и его латеральной дифференциацией при солифлюкции (медленное передвижение почв и рыхлых грунтов в области развития мёрзлых пород). Склоновые миграционные процессы протекают в результате водной эрозии, оползневой, осыпной и обвальной дифференциации веществ. Подчинённое значение имеют эоловые процессы, связанные с деятельностью ветра и зоогенное перемешивание почв.

Миграционно-аккумулятивные процессы приводят к формированию органических, органоминеральных и минеральных новообразований в почвах, корках выветривания и континентальных отложениях. В ландшафтах наиболее широко распространены [260, 271, 272]:

- *детритогенез* – накопление неразложившихся и полуразложившихся остатков растений и образование лесных подстилок, торфа, сапропеля;
- *гуматогенез* – образование и накопление в почвах ландшафтов гумуса и гумусовых веществ;
- *хелатогенез* – образование и накопление в ландшафтах ненасыщенных подвижных органоминеральных соединений железа, марганца, алюминия с фульвокислотами и бурыми гуминовыми кислотами; миграция хелатов характерна для таёжных ландшафтов;
- *оксидогенез* – образование и накопление в ландшафтах оксидов металлов и неметаллов;

- *кальцитогенез* – образование и накопление кальцита в клетках живых организмов, в растительных остатках, на дне водоёмов. Сопровождает процессы выветривания и почвообразования;
- *глеегенез* – процесс, протекающий в ландшафтах с застойным водным режимом, проявляется в образовании восстановленных соединений железа, марганца и других элементов с переменной валентностью.
- *галогенез* – аккумуляция легкорастворимых солей.

Так геохимический ландшафт юго-восточной части Подбассейна относится к *горным среднетаёжным*³¹ с интенсивным водообменом, сформированным на осадочных изверженных и метаморфических породах. Характеризуется очень высоким климатическим потенциалом миграции при низкой интенсивности биологического круговорота (биопродукция – 4-6 т/га, запасы органического вещества в фитомассе 50-150 т/га, в почвах – 50-100 т/га). Для такого типа ландшафта характерно превышение интенсивности латеральной миграции вещества над радиальной (поток, направленный сверху вниз): $R < L$. Для высокогорий ведущими миграционными процессами являются мерзлотные, а водные и склоновые играют второстепенную роль. По мере понижения рельефа умеренная водная и склоновая миграции становятся ведущими. При этом водная миграция относится к кислому классу: H^+ , Fe^{3+} . Миграционно-аккумуляционные процессы в среднегорье сопровождаются детритогенезом, глеегенезом, и оксидогенезом.

В этой части Подбассейна расположены верховья и средние течения Бии, Катунь и Томи, верховья левых притоков Оби (включая Алей) и р. Чумыш, а также рек Кия, Иня и Чулым.

По мере понижения рельефа горный ландшафт сменяется *возвышенными денудационно-аккумулятивными равнинами с умеренным водообменом* (верховья Чулыма, средняя часть течения р. Кия, левобережье верхней части течения р. Иня, средняя часть левобережных притоков Оби от Катунь до Чарыша) сформировавшимися на рыхлых отложениях, подстилаемых консолидированными породами ($R < L$) со средним климатическим потенциалом и водной миграцией веществ кальциевого класса (Ca^{2+}), сопровождающейся гумато- и кальцитогенезом. Геохимический ландшафт относится к лесостепным с умеренной интенсивностью биологического круговорота (биопродукция – 7-30 т/га в год; запасы органического вещества в фитомассе – 12-25 т/га, в почвах – 450-550

³¹ Представлены следующие высотно-ярусные ландшафты (пояса): гольцовый, лиственничных и кедрово-лиственничных лесов, темнохвойных лесов, черневой тайги.

т/га). В юго-восточной части Подбассейна ведущим миграционным процессом является водная миграция (ослабленная), второстепенными – мерзлотные и зоогенные процессы. В верховьях Кии и Чулыма ведущим процессом является также водная миграция (умеренная), а второстепенным – зоогенный. В Кузнецкой котловине в верхнем и среднем течении р. Иня ландшафт отличается зональной принадлежностью – степной с высокой интенсивностью биологического круговорота (объем биопродукции – 11-16 т/га в год; запасы органического вещества в фитомассе – 12-25 т/га, в почвах – 350-500 т/га).

Территория Западно-Сибирской низменности с миграционных позиций характеризуется как *низменная равнина с замедленным водообменом*. Ландшафт сформирован на рыхлых четвертичных отложениях, которые по мере продвижения на север сочетаются с (замещаются) органогенными породами.

Река Алей в своем верхнем течении дренирует сухие степи. *Сухостепной ландшафт* характеризуется низким климатическим потенциалом миграции химических элементов, высокой интенсивностью биологического круговорота (объем биопродукции составляет 17-30 т/га в год; запасы органического вещества в фитомассе – 12-25 т/га, в почвах – 200-250 т/га). Радиальные и латеральные потоки вещества малой интенсивности и разной направленности. Ведущим миграционным процессом является водная миграция (ослабленная), второстепенным – зоогенная. Класс водной миграции – кальциево-натриевый (Ca^{2+} , Na^+). Миграционно-аккумуляционные процессы: гумато-, кальцито-галогенез (накопление легкорастворимых солей).

Средние и нижние участки левобережных притоков Оби от Катуня (исключительно) до Алея (включительно) приурочены к степным ландшафтам, характеризующимся средним климатическим потенциалом миграции химических элементов ($R \approx L$), высокой интенсивностью биологического круговорота (объем биопродукции – 11-16 т/га в год; запасы органического вещества в фитомассе – 12-25 т/га, в почвах – 350-500 т/га), ослабленной водной (при второстепенной зоогенной) миграцией кальциевого класса (Ca^{2+}), сопровождаемой гумато-и кальцитогенезом.

Правобережье Оби от Алтайских гор до подбассейна нижнего течения Ини и левобережье от подбассейна р. Барнаулка до Новосибирска, равнинная часть междуречья рек Иня и Томь приурочены к лесостепным ландшафтам. От степных они отличаются, кроме прочего:

- интенсивностью биологического круговорота – умеренная (объем биопродукции – 2,5-4 т/га в год; запасы органического вещества в фитомассе – 5-12 т/га, в почвах – 150-200 т/га);

- интенсивностью водной миграции – умеренная.

Далее вплоть до впадения р. Кеть по правобережной части Подбассейна (включая верхнюю и левобережную часть подбассейна р. Кеть) и по левобережной части Подбассейна вплоть до параллели, проходящей через точку впадения р. Васюган в Обь, простираются *подтаежные и южно-таежные ландшафты*. Для них характерны:

- очень высокий климатический потенциал миграции;
- умеренная интенсивность биологического круговорота;
- ведущая роль интенсивных водно-миграционных процессов;
- детрито-, хелато-, глее-, оксидогенез.

При этом есть отличия между правобережной и левобережной частью, обусловленные высокой заболоченностью и наличием участков на органогенных породах в левобережье. Так для правобережья, средней и нижней части течения левобережных притоков характерны:

- биопродукция – 6-8 т/га в год; запасы органического вещества в фитомассе – 150-300 т/га, в почвах – 100-150 т/га;
- примерное равенство интенсивностей латерального и радиального потоков вещества ($R \approx L$);
- класс водной миграции H^+ , H^+-Fe^{2+} .

В то время как для верхней части левобережных притоков Оби характерны:

- 2,5-4 т/га биопродукции; запасы органического вещества составляют в фитомассе 26-50 т/га, в почвах – 1000-1500 т/га;
- основные миграционные потоки – почвенно-грунтовые, а радиальный и латеральный потоки являются локальными малой интенсивности и связаны с микрорельефом;
- класс водной миграции: H^+-Fe^{2+} .

Далее при продвижении на север (по правому берегу Оби – от р. Кеть до р. Вах, по левому – до впадения Иртыша) южнотаежные ландшафты сменяются *среднетаежными*. Основное отличие от южнотаежных ландшафтов – низкая интенсивность биологического круговорота ландшафтов, сформированных на рыхлых четвертичных отложениях (объём биопродукции - 6-8 т/га в год, запасы органического вещества в фитомассе – 150-300 т/га, в почвах – 50-100 т/га). Правобережная от левобережной части северотаежной части Подбассейна отличаются преимущественным соотношением миграционных потоков (правобережье – радиальные потоки примерно равны сумме латеральных и почвенно-

грунтовых ($R \approx L+W$), левобережье – $R \approx L$) и классом водной миграции (правобережье – H^+ – Fe^{2+} , левобережье – H^+ , – H^+ – Fe^{2+}).

Для правобережья Ваха и правобережья Оби от Ваха до впадения р. Иртыш характерны *северотаежные* заболоченные ландшафты. От среднетаежных в геохимическом отношении их отличает климатический потенциал миграции (высокий), интенсивность водной миграции (умеренная), наличие мерзлотной миграции, как второстепенного миграционного процесса, а также наличие обширных участков с классом водной миграции H^+ , при отсутствии хелатогенеза.

2.2.10 Выводы по подразделу

Как видно, территория Подбассейна весьма неоднородна по природным условиям, оказывающим влияние на формирование качества поверхностных вод. В то же время, руководствуясь картой (Рисунок 11) с учетом приведенных выше (п.п. 2.2.1-2.2.9) результатов анализа разносторонней географической информации, можно выделить несколько участков Подбассейна с характерным набором характеристик природной среды.

Например, на ландшафтно-геохимической карте легко различимы:

- горноалтайский (р. Катунь и р. Бия до слияния – примерное описание участка);
- 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.

2.3 Общая характеристика исходных данных

Для оценки качества воды поверхностных водных объектов Подбассейна были использованы «Ежегодные данные о качестве поверхностных вод» за 2000-2010 гг. [129], предоставленные ГУ Новосибирский ЦГМС-РСМЦ по зоне деятельности Западно-Сибирского УГМС, а также данные, предоставленные Нижнеобским БВУ по ХМАО-Югре, Енисейским БВУ по участкам Подбассейна, расположенным в Красноярском крае и Республике Хакасия.

Сведения о ПКК, данные по которым использованы при оценке состояния ВО Подбассейна, приведены в Приложениях (Приложение 2). В распоряжении автора были данные наблюдений по 170 ПКК, из которых 164 относятся к сети Росгидромета (Рисунок 12), 6 – ведомственные.

Для хранения и обработки информации автором была разработана реляционная база данных «Обь» на основе программного продукта MS Office Access 2007. 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 базу данных входит кроме прочего информация статотчетности по форме 2-ТП (водхоз) за базовый год по всем водопользователям, имеющим заборы/выпуски на территории Подбассейна.

Общее количество измерений, которые вошли в базу гидрохимических данных по бассейну р. Обь – более 700 тыс. По 129 ПКК, подведомственным Западносибирскому УГМС, использованы первичные данные наблюдений за период с 2000 по 2010 г.г. Длины рядов измерений по различным ПКК и ЗВ варьировали от более 4000 (по рН, кислороду на ПКК № 97, р. Томь ниже г. Кемерово) до нескольких измерений. Например, максимальное количество измерений железа – 164 (по ПКК № 43, Новосибирское вдхр.), среднее – около 70. По 23 ПКК, подведомственным Среднесибирскому УГМС, использованы первичные данные с 1998 по 2009 г. По 12-ти ПКК в зоне деятельности Обь-Иртышского УГМС информация представлена неоднородно: по некоторым ПКК имеются только среднегодовые показатели за 2000-2003 гг., по другим – первичная информация до 2011 г. включительно. По 6 ведомственным створам, расположенным в ХМАО имеются первичные данные наблюдений с 1995 по 2006-2007 гг. с более чем 100 определениями нефтепродуктов и по 30-40 определений, например, ХПК, меди.

Полный перечень показателей качества воды, которые были представлены в БД «Обь», приведен в Приложениях (Приложение 3).

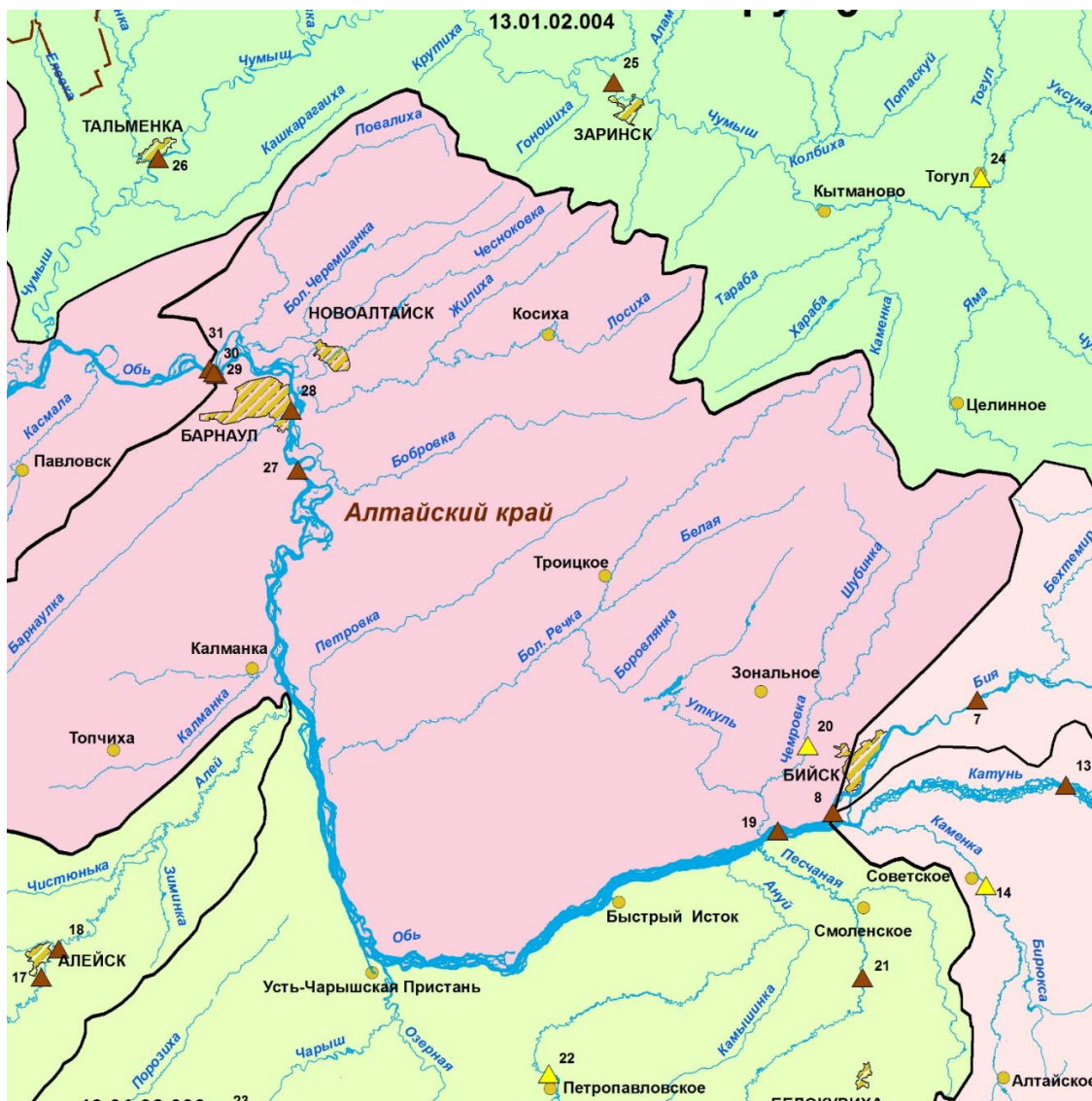


Рисунок 12 – Фрагмент карты бассейна р. Обь с пунктами контроля качества воды:

~ – границы ВХУ; \triangle^{20} – ПКК и его номер (номер и цвет – см. Приложение 2).

2.4 Общая характеристика антропогенного воздействия на Подбассейн

В структуре промышленного производства основное место занимают машиностроение (в том числе энергетическое - производство турбин, генераторов, котлов), электроэнергетика, горнодобывающая промышленность, черная и цветная металлургия, химическая и нефтехимическая, лесная и целлюлозно-бумажная промышленность. Существенную долю промышленного производства составляет продукция легкой промышленности. Особо развит топливно-энергетический комплекс. На территории

бассейна Оби находятся богатые месторождения полезных ископаемых, в том числе нефти и газа (ХМАО), каменного угля (Кемеровская область).

Общие потенциальные гидроэнергоресурсы бассейна Оби оцениваются до 250 млрд. кВт·ч. В эксплуатации находится одна крупная ГЭС — Новосибирская.

Обь — основная транспортная магистраль Западной Сибири. Река является судоходной на всём протяжении от истока до устья. Навигационный период от 190 суток в верхнем течении до 150 суток – в низовьях. Главные порты и пристани Подбассейна: Новосибирск, Томск, Сургут.

Валовая продукция сельского хозяйства в базовом году по рассматриваемым регионам составила 3,5% или около 166 млрд. руб. Сельское хозяйство представлено следующими отраслями: животноводство, зерновые, овощеводство. Наиболее благоприятна для сельского хозяйства южная часть территории. Лидером в области сельского хозяйства является Алтайский край. В северных регионах распространены оленеводство, пушной и рыбный промыслы.

Ниже представлены основные социально-экономические показатели субъектов РФ, расположенных в Подбассейне р. Обь, в базовом году (Таблица 15).

Таблица 15 – Основные характеристики субъектов РФ в Подбассейне

Субъекты РФ	Площадь территории, тыс. км ²			Численность населения		ВРП, в текущих основных ценах, млрд. руб.	
	всего	в т.ч. в границах бассейна р. Обь	% от общей площади субъекта	всего	в т.ч. в границах бассейна р. Обь	всего	в т.ч. в границах бассейна р. Обь
Республика Алтай	92,902	92,90	100	209,2	209,2	19,86	19,86
Алтайский край ³²	168,0	168,0	100	2496,8	2496,8	267,54	267,54
Кемеровская область	95,5	95,5	100	2821,9	2821,9	512,42	512,42
Томская область	314,4	314,4	100	1038,5	1038,5	242,48	242,48
ХМАО	534,8	427,8	80	1520,0	1233,1	1811,59	1593,92
Новосибирская область ²⁴	177,8	106,7	60	2639,9	2304,9	423,95	370,16
Красноярский край	2339,7	117,0	5	2889,8	329,1	748,51	85,25
Республика Хакасия	61,6	18,5	30	538,1	42,8	83,84	6,67
Всего	4535,0	2241,42	49,4	14696,5	10476,30	4762,05	

³² Включая бессточную область междуречья Оби и Иртыша.

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 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 13).

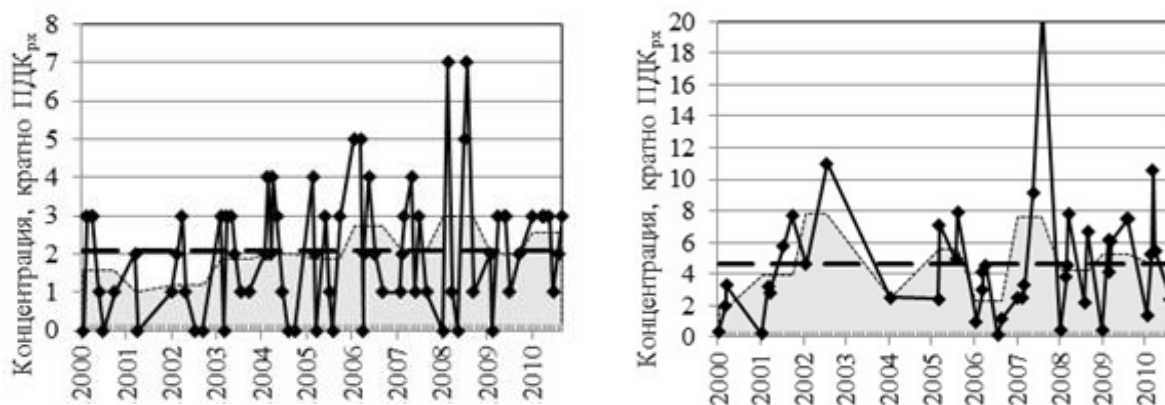


Рисунок 13 – Примеры высокого содержания загрязняющих веществ в ПКК, не подверженных антропогенному воздействию: —◆— — наблюдаемое значение; — — — — средномноголетнее; - - - - - среднегодовое; ПКК-3 – номер ПКК.

2.4.1 Водоотведение

Общий объем отведения сточных вод в Подбассейне в базовом году составил более 4,7 км³ (Рисунок 14). В целом по бассейну водоотведение более чем на 97% производится в поверхностные ВО (главным образом – в реки). По ВХУ соотношение объемов сточных вод, отводимых в различные типы приемников, широко варьирует. Наибольшие объемы в подземные горизонты отводятся в бассейне р. Томь. Это связано с наличием большого количества шахт, рудников и карьеров.

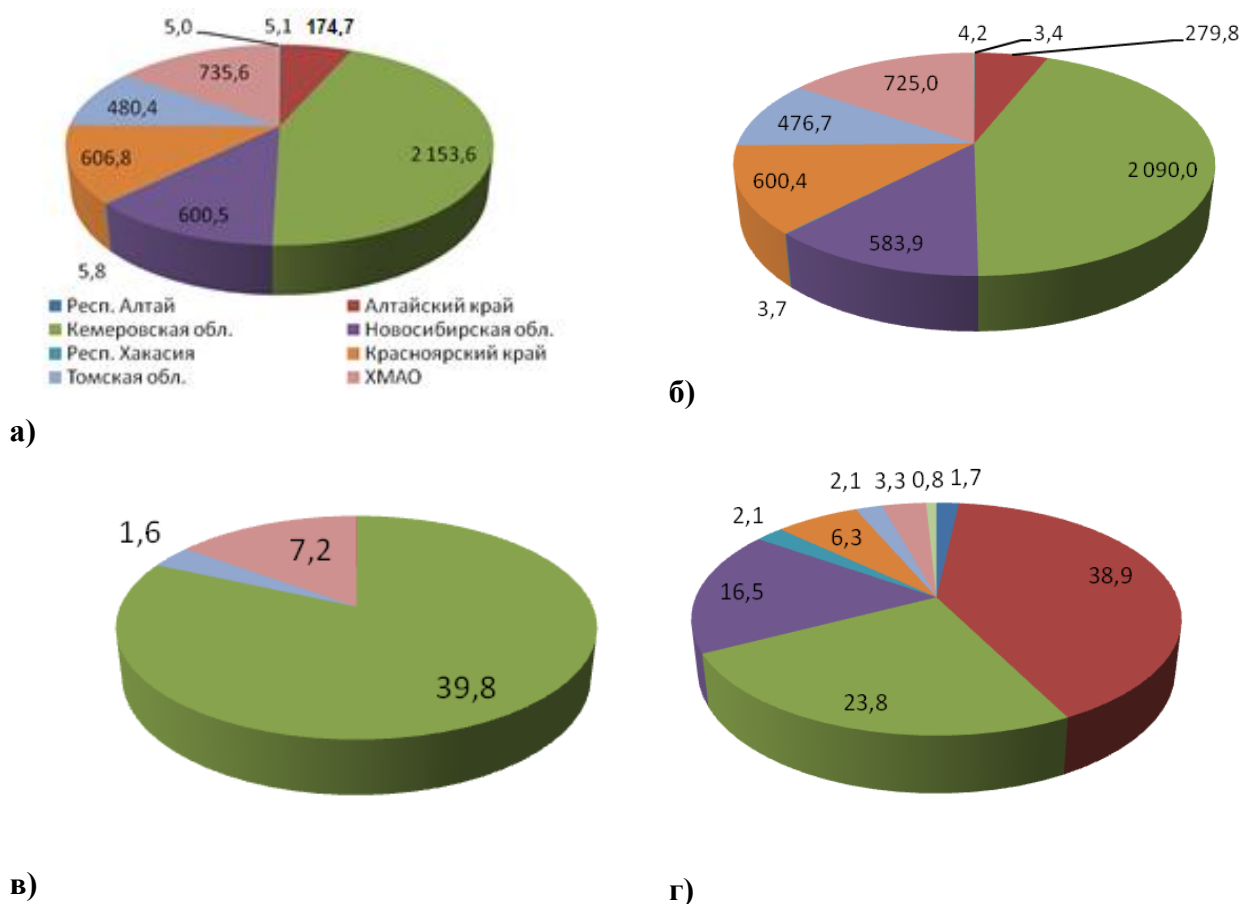


Рисунок 14 – Водоотведение по субъектам РФ и типам приемников сточных вод, млн. м³/год: а) всего; б) в поверхностные (коды типа 20, 21, 30, 31, 40); в) подземные (коды типа 60, 61); г) на рельеф (коды типа 80, 81, 82, 83).

Наибольшая доля подземных горизонтов среди приемников сточных вод – 20,8% - на ВХУ 13.01.09.001. На рельеф приходится до 100% водоотведения на ВХУ с малочисленным населением и/или преимущественно сельскохозяйственной специализации.

Если говорить о степени очистки сточных вод (Таблица 16), то в целом по Подбассейну доля нормативно очищенных сточных вод от объема сточных вод, требующих очистки составляет 35%, что несколько превышает уровень, средний для России. По ряду ВХУ этот показатель превосходит 75%: 13.01.01.002, 13.01.01.003, 13.01.02.001 (Бия, Катунь, верховья Алея), 13.01.02.003 (Обь от Бийска до Барнаула), 13.01.02.007 (Обь от Новосибирского г/у до впадения р. Чулым), 13.01.09.001, 13.01.10.001, 13.01.11.001 (Обь от Васюгана до г. Нефтеюганск, включая р. Вах). Однако по большому числу ВХУ этот показатель менее 10%, а по 7 ВХУ он равен 0, что свидетельствует о необходимости массового внедрения эффективных методов очистки сточных вод.

Лидером среди субъектов РФ по суммарному объему отводимых сточных вод является Кемеровская область, далее в пятерке лидеров следуют: ХМАО, Красноярский край, Новосибирская и Томская области. Пятерка лидеров в водоотведении на рельеф

Таблица 16 - Водоотведение в поверхностные водные объекты бассейна р. Обь по ВХУ и категориям сточных вод, тыс. м³

Код ВХУ	Всего	Загрязненные						Нормативно чистые без очистки		Нормативно очищенные на сооружениях очистки							
		без очистки		недостаточно оч.		всего				биологической		физико-химической		механической		всего	
		объем	%B ₃₃	объем	%B	объем	%B	объем	%B	объем	%T ₃₄	объем	%T	объем	%T	объем	%T
13.01.01.001	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-
13.01.01.002	138 982,7	334,5	0	1 390,9	1	1 725,4	1	117 495,2	85	15 268,0	71	0,0	0	4 494,1	21	19 762,1	92
13.01.01.003	3 234,6	441,7	14	22,8	1	464,5	14	0,0	0	2 770,1	86	0,0	0	0,0	0	2 770,1	86
13.01.02.001	3 333,9	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	3 333,9	100	0,0	0	3 333,9	100
13.01.02.002	4 512,5	0,0	0	3 800,2	84	3 800,2	84	0,0	0	410,1	9	0,0	0	302,2	7	712,3	16
13.01.02.003	2 431,3	188,7	8	0,0	0	188,7	8	0,0	0	2 242,6	92	0,0	0	0,0	0	2 242,6	92
13.01.02.004	18 341,2	1 516,5	8	12 781,7	70	14 298,2	78	0,0	0	4 043,0	22	0,0	0	0,0	0	4 043,0	22
13.01.02.005	144 846,7	16 120,2	11	21 033,6	15	37 153,8	26	319,6	0	96 873,0	67	0,0	0	10 500,3	7	107 373,3	74
13.01.02.006	112 663,0	36 379,4	32	74 820,8	66	111 200,2	99	1 462,8	1	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
13.01.02.007	546 864,1	33 105,1	6	28 527,9	5	61 633,0	11	249 481,0	46	235 559,0	79	0,0	0	191,1	0	235 750,1	79
13.01.03.001	128 703,7	10 387,9	8	17 913,0	14	28 300,9	22	100 402,8	78	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
13.01.03.002	1 374 441,9	132 570,7	10	181 023,0	13	313 593,7	23	1 060 847,2	77	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
13.01.03.003	248 434,9	59 822,1	24	35 678,8	14	95 500,9	38	152 934,0	62	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
13.01.03.004	622 619,3	69 822,1	11	91 755,6	15	161 577,7	26	393 780,5	63	65 627,9	29	1 633,2	1	0,0	0	67 261,1	29
13.01.04.001	584 482,0	981,9	0	60 625,1	10	61 607,0	11	522 871,2	89	0,0	0	0,0	0	3,8	0	3,8	0
13.01.04.002	31 105,2	6 657,4	21	23 577,2	76	30 234,6	97	0,0	0	870,6	3	0,0	0	0,0	0	870,6	3
13.01.04.003	48 347,9	16 121,1	33	26 043,1	54	42 164,2	87	0,0	0	0,0	0	0,0	0	6 183,7	13	6 183,7	13
13.01.05.001	909,1	78,6	9	830,5	91	909,1	100	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
13.01.06.001	106,4	0,0	0	106,4	100	106,4	100	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
13.01.07.001	336,0	14,1	4	308,6	92	322,7	96	0,0	0	2,2	1	11,1	3	0,0	0	13,3	4
13.01.08.001	472,1	0,0	0	456,3	97	456,3	97	0,0	0	8,9	2	6,9	1	0,0	0	15,8	3
13.01.09.001	6 080,4	29,7	0	1 029,2	17	1 058,9	17	0,0	0	5 016,0	82	0,9	0	4,6	0	5 021,5	83
13.01.10.001	609 396,4	0,0	0	147,2	0	147,2	0	607 767,0	100	1 477,4	91	4,8	0	0,0	0	1 482,2	91
13.01.11.001	82 595,8	2 479,3	3	8 129,1	10	10 608,4	13	0,0	0	71 658,5	87	0,0	0	328,9	0	71 987,4	87
13.01.11.002	17 809,7	428,2	2	17 135,7	96	17 563,9	99	0,0	0	117,3	1	0,0	0	128,5	1	245,8	1
По Подбас-сейну:	4 731 050,8	387 479,2	8	607 136,7	13	994 615,9	21	3 207 361,3	68	501 944,6	33	4 990,8	0	22 137,2	1	529 072,6	35

³³ %B – процент от объема водоотведения в поверхностные ВО («Всего») по ВХУ.

³⁴ %T – процент от объема сточных вод, требующих очистки, который вычисляется как разность между «Всего» и «Нормативно чистые без очистки».

выглядит так: Алтайский край, Кемеровская область, Новосибирская область, значительно меньше - Красноярский край и ХМАО.

На долю Кемеровской области приходится более 75% от суммарного по бассейну объема отведения загрязненных сточных вод в поверхностные ВО, далее следуют Новосибирская область с 9%, Красноярский край с 8% и ХМАО с 4%.

При этом проведенные автором расчеты ставят под сомнение 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 15).

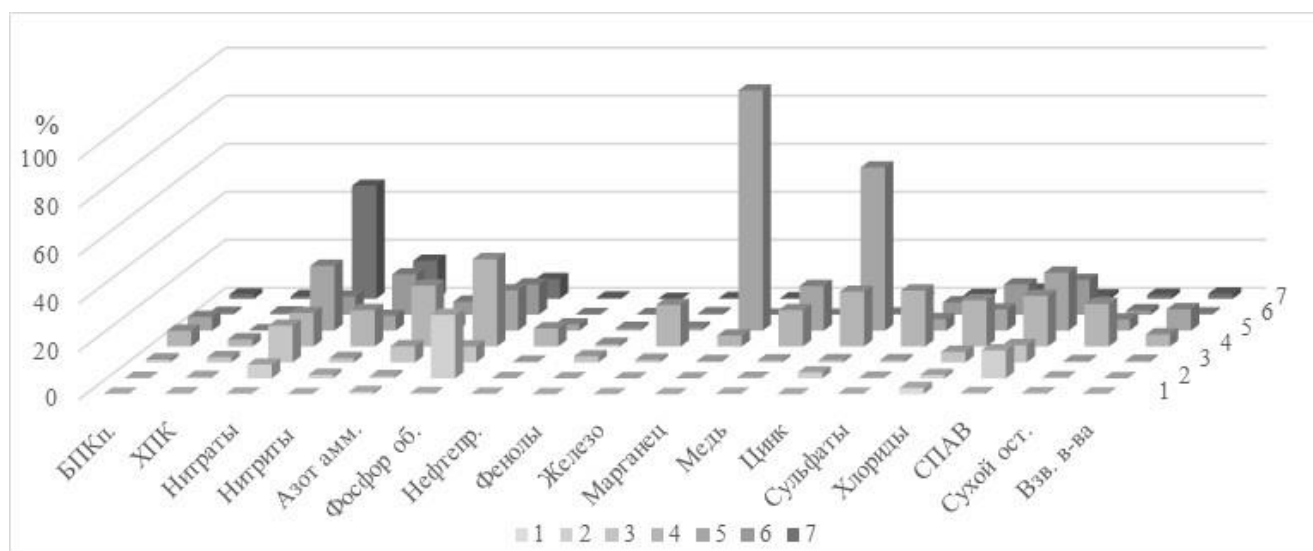


Рисунок 15 – Доли суммарных масс загрязняющих веществ, поступающих от точечных источников, расположенных в промышленных центрах бассейна р. Обь, в расходе масс этих веществ через контрольные створы (2009 г.): 1 – г. Бийск (р. Бия); 2 – г. Барнаул (р. Обь); 3 – г. Новосибирск (р. Обь); 4 – г. Ленинск-Кузнецкий (р. Иня); 5 – г. Новокузнецк (р. Томь); 6 – г. Кемерово (р. Томь); 7 – г. Ачинск (р. Чулым).

2.4.2 Сток с территорий населенных пунктов

Антропогенное воздействие на водосборы, приводит к ухудшению качества вод в результате поступления в ВО загрязненного склонового стока. Одним из основных рассредоточенных источников загрязнения являются территории населенных пунктов.

Анализ наличия систем ливневой канализации в населенных пунктах бассейна р. Обь показал, что лишь небольшой процент городов имеет ливневую канализацию, а сооружения по

очистке ливневого стока единичны. Следовательно, можно ожидать существенного влияния стока с территорий городов на качество поверхностных вод.

Масштабы влияния хозяйственной деятельности на водосборе на количественные и качественные характеристики поверхностных вод зависят от специализации промышленного производства, определяющего виды ЗВ, а также характер техногенного воздействия на природные экосистемы, вызывающий их трансформацию.

Ниже представлена основная специализация предприятий по городам Подбассейна (Таблица 17) [127].

Таблица 17 – Виды экономической деятельности в городах бассейна р. Обь

Субъект РФ	Город	Виды экономической деятельности, крупные предприятия
Алтайский край	Алейск	Производство пищевых продуктов (производство мяса и мясопродуктов, молочных продуктов).
	Барнаул	Производство пищевых продуктов, включая напитки; обработка древесины и производство изделий из дерева; производство машин и оборудования; производство резиновых изделий (ОАО «Барнаульский шинный завод»); текстильное производство; производство кожи, изделий из кожи; производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования; химическое производство (ОАО «Барнаульский канифольный завод» – производство красок и лака).
	Бийск	Химическое производство (производство красок и лаков – ФГУП «Бийский олеумный завод», ОАО «Полиэкс»); производство машин и оборудования (ОАО «Бийский котельный завод», ОАО «Бийскэнергомаш», ГУП ПО «Сибприбормаш»); текстильное производство; обработка древесины и производство изделий из дерева.
	Заринск	Производство кокса (ОАО «Алтай-кокс»).
	Камень-на-Оби	Производство пищевых продуктов.
	Рубцовск	Производство машин и оборудования (производство тракторов и др.).
Новосибирская область	Бердск	Текстильное производство; химическое производство (Бердский завод биопрепаратов – производство антибиотиков, химических средств защиты растений и др.).
	Искитим	Добыча каменного угля (ОАО «Сибантрацит»); производство неметаллических минеральных продуктов (производство цемента, гранита, мрамора, шифера и др.); производство готовых металлических изделий (ОАО «Новосибирский электродный завод»).
	Новосибирск	Сельское хозяйство (животноводство); обработка древесины и производство изделий из дерева; добыча топливно-энергетических полезных ископаемых (ГУП «Новосибуголь» – агломерация торфа, ОАО «Новосибирскнефтегаз» – добыча сырой нефти и попутного природного газа); производство машин и оборудования; производство кожи, изделий из кожи и производство обуви; производство пищевых продуктов, включая напитки; производство транспортных средств и оборудования (производство самолетов); производство неметаллических минеральных продуктов (производство кирпича); текстильное и швейное производство; производство ядерных материалов (НЗХК); металлургическое производство (ОАО «Новосибирский металлургический завод» – производство стали, ОАО «Новосибирский оловянный комбинат» – производство олова, ФГУП «Новосибирский аффинажный завод» – металлы вторичные цветные;

Субъект РФ	Город	Виды экономической деятельности, крупные предприятия
		химическое производство (ОАО «Новосибирскхимфарм», ОАО «Химпласт»).
Кемеровская область	Анжеро-Судженск	Добыча топливно-энергетических полезных ископаемых (АООТ «Физкультурник», ОАО «Шахтоуправление «Сибирское» – добыча каменного и коксующегося угля); производство машин и оборудования; производство прочих неметаллических минеральных продуктов (производство стекла).
	Белово	Добыча топливно-энергетических полезных ископаемых (АООТ «Грамотеинское шахтоуправление», АООТ «Инская шахта», АООТ «Новая», АООТ «Чергинская», ОАО «Разрез 'Бачатский» ОАО «Кузбассразрезуголь», ОАО «Разрез «Красный Брод» ОАО «Кузбассразрезуголь», ОАО «Разрез «Сартаки»– добыча каменного и коксующегося угля); металлургическое производство.
	Березовский	Добыча топливно-энергетических полезных ископаемых (АОЗТ «Черниговец», АООТ «Шахта «Березовская», АООТ «Шахта «Первомайская» – добыча каменного и коксующегося угля).
	Кемерово	Производство машин и оборудования; химическое производство (ЗАО фирма «Токем» – производство синтетических смол, пластмассы, ОАО «Азот» – производство минеральных удобрений, ОАО «Спектр» – производство синтетических красителей, ОАО «Химпром» – производство соды каустической, соляной кислоты, ОАО АК «Химволокно» – производство химического волокна, ФГУП ПО «Прогресс» – лакокрасочная продукция); производство пищевых продуктов; производство кокса (ОАО «Кокс»); добыча топливно-энергетических полезных ископаемых (ОАО «Угольная компания «Кузбассуголь», ОАО Холдинговая компания «Кузбассразрезуголь»); производство электрооборудования; производство и распределение электроэнергии.
	Киселевск	Добыча топливно-энергетических полезных ископаемых (АООТ «Дальние горы», АООТ «Шахта N12», ОАО «Вахрушевразрезуголь», ОАО «Разрез «Киселёвский», ОАО «Шахта «Киселевская», ОАО Угольная компания «Киселевскуголь» – добыча угля); производство машин и оборудования; химическое производство (ОАО «Знамя» – взрывчатые вещества).
	Междуреченск	Добыча топливно-энергетических полезных ископаемых (добыча угля) – АООТ «Шахта им. Ленина», ЗАО «Шахта «Распадская», ОАО «Междуреченскуголь», ОАО «Междуречье», ОАО «Угольная компания «Южный Кузбасс».
	Ленинск-Кузнецкий	Добыча топливно-энергетических полезных ископаемых (добыча угля) – АООТ «Кольчугинское», АООТ «Комсомолец», АООТ «Шахта им. 7 ноября», АООТ «Шахта им. Кирова», АООТ «Шахта им. Ярославского»; текстильное и швейное производство.
	Новокузнецк	Добыча топливно-энергетических полезных ископаемых (добыча угля) – АООТ «Есаульская», АООТ «Зыряновская», АООТ «Новокузнецкая», АООТ «Юбилейная», ОАО «Разрез «Талдинский», ОАО «Шахта «Полосухинская», ОАО Угольная компания «Кузнецкуголь», Шахта «Абашевская» ОАО «Кузнецкуголь»; металлургическое производство и производство готовых металлургических изделий (ОАО «Западно-Сибирский металлургический комбинат» – сталь, ОАО «Кузнецкие ферросплавы» – ферросилиций, ОАО «Кузнецкий металлургический комбинат» – железная руда, сталь, чугун, ОАО «Новокузнецкий алюминиевый завод» – алюминий); химическое производство (ОАО «Органика» – лекарственные препараты).

Субъект РФ	Город	Виды экономической деятельности, крупные предприятия
	Прокопьевск	Добыча топливно-энергетических полезных ископаемых (добыча угля) – АОЗТ «Шахта «Тырганская», ОАО «Кузбассуголеобогащение», ОАО «Угольная компания «Прокопьевскуголь», ОАО «Шахта «Зенковская», ОАО «Шахта «Зиминка», ОАО «Шахта N5-6», ОАО «Шахта им. Ф.Э. Дзержинского»; производство прочих неметаллических минеральных продуктов (производство стекла); производство резиновых изделий; производство машин и оборудования.
	Юрга	Производство машин и оборудования, филиал ОАО «Кузнецкие ферросплавы»
Томская область	Северск	Химическое производство – ГП «Сибирский химический комбинат».
	Стрежевой	Добыча топливно-энергетических полезных ископаемых (добыча нефти и нефтяного газа) – ОАО «Томскнефть».
	Томск	Сельское хозяйство; производство электрооборудования; химическое производство (ГП НПО «Варион» – вакцины, ОАО «Томский нефтехимический комбинат» – пропилен, метанол); производство пищевых продуктов; обработка древесины и производство изделий из дерева; производство прочих неметаллических минеральных продуктов; добыча топливно-энергетических полезных ископаемых (добыча нефти и нефтяного газа); производство транспортных средств и оборудования; производство резиновых и пластмассовых изделий.
ХМАО	Когалым	Добыча топливно-энергетических полезных ископаемых (добыча нефти и нефтяного газа) – ООО «ЛУКойл-Западная Сибирь».
	Лангепас	Добыча топливно-энергетических полезных ископаемых (добыча нефти и нефтяного газа) – ООО «ЛУКойл-Лангепаснефтегаз».
	Мегион	Добыча топливно-энергетических полезных ископаемых (добыча нефти и нефтяного газа) – ОАО «Славнефть-Мегионнефтегаз».
	Нефтеюганск	Добыча топливно-энергетических полезных ископаемых (добыча нефти и нефтяного газа) – НГДУ «Правдинскнефть» ОАО «Юганскнефтегаз», ОАО «Юганскнефтегаз».
	Нижневартовск	Добыча топливно-энергетических полезных ископаемых (добыча нефти и нефтяного газа) – ОАО «Белозернефть», ОАО «Нижневартовский газоперерабатывающий завод» ОАО «Сибнефтегаз переработка», ОАО «Нижневартовскнефтегаз», ОАО «Нижневартовскнефть», ОАО «Приморнефть», ОАО «Самотлорнефть», ОАО «Сибнефтегазпереработка», ОАО «Черногорнефть».
	Нягань	Добыча топливно-энергетических полезных ископаемых (добыча нефти и нефтяного газа) – ОАО «Кондпетролеум» ОАО «Сиданко».
	Пыть-Ях	Добыча топливно-энергетических полезных ископаемых (добыча нефти и нефтяного газа) – НГДУ «Майскнефть» ОАО «Юганскнефтегаз; обработка древесины и производство изделий из дерева.
	Радужный	Добыча топливно-энергетических полезных ископаемых (добыча нефти и нефтяного газа) – ОАО «Варьеганнефтегаз» ОАО «Сиданко».
	Сургут	Добыча топливно-энергетических полезных ископаемых (добыча нефти и нефтяного газа) – ОАО «Сургутгазпром», ОАО «Сургутнефтегаз», ОАО «Сургутский газоперерабатывающий завод», ОАО «Тюменьэнерго», Предприятие «Тюменьэнергоремонт» ОАО «Тюменьэнерго».
Красноярский край	Ачинск	Производство обуви; производство прочих неметаллических минеральных продуктов (производство глинозема, цемента); химическое производство – ОАО «Ачинский НПЗ» (битум нефтяной, мазут).

Субъект РФ	Город	Виды экономической деятельности, крупные предприятия
	Назарово	Производство машин и оборудования; добыча угля; производство пищевых продуктов.

Основная масса ЗВ поступает в ВО с территорий городов в периоды весеннего половодья и дождевых паводков. В связи с многообразием факторов, влияющих на состав поверхностных вод, формирующихся на селитебных территориях, в качестве приоритетных показателей качества стока рассматривают концентрации в нем нефтепродуктов, сульфатов, хлоридов, азота аммонийного, фенолов, ионов тяжелых металлов, а также значения показателей БПК₂₀ (характеризующего присутствие легко и трудноокисляемых органических соединений).

Расчеты, произведенные сотрудниками РосНИИВХ [127,233] с использованием действующих методик [258] показали (Рисунок 16, Таблица 18.), что наибольшее влияние на формирование качества поверхностных вод оказывает сток с селитебных территорий в пределах следующих ВХУ: 13.01.03.004 (гг. Томск и Юрга), 13.01.03.002 (гг. Киселевск, Междуреченск, Прокопьевск, Новокузнецк), 13.01.11.002 (р. Обь от Нефтеюганска до впадения р. Иртыш: гг. Когалым, Лангепас, Мегион, Нижневартовск, Сургут, Нефтеюганск, Радужный). В городах, среди предприятий которых имеются металлургические комплексы, склоновый сток загрязнен металлами (гг. Белово, Новосибирск, Новокузнецк, Кемерово и др.).

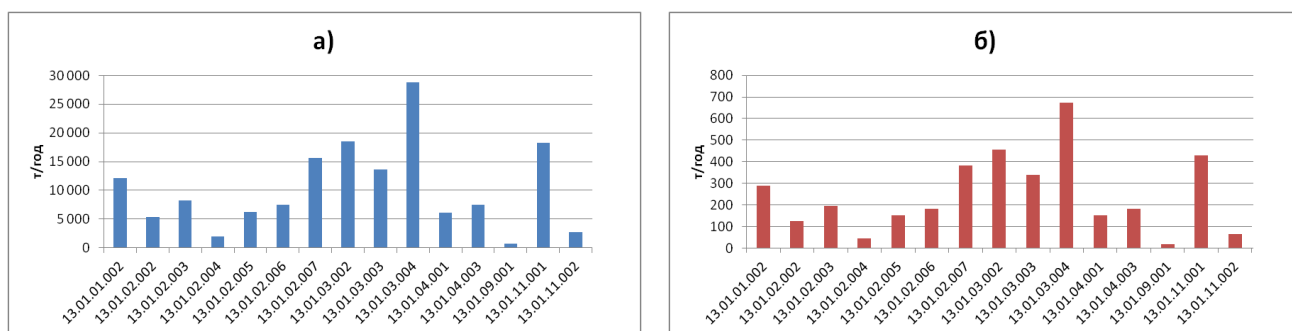


Рисунок 16 – Суммарный по ВХУ вынос загрязняющих веществ с территорий городов в водные объекты:

а) взвешенные вещества; б) нефтепродукты

Загрязнение территорий городов нефтепродуктами происходит в процессе движения автотранспорта, а также в результате оседания ЗВ, содержащихся в выбросах нефтеперерабатывающих предприятий (ВХУ 13.01.02.003, г. Барнаул; ВХУ 13.01.03.004, г. Томск; ВХУ 13.01.04.001, г. Ачинск).

Органические вещества присутствуют в стоке с территорий всех населенных пунктов (см. БПК₂₀). Наибольший вынос органических веществ характерен для ВХУ, на которых расположены крупные города.

Таблица 18 – Вынос загрязняющих веществ ливневым стоком с территорий городов

ВХУ	Город	Масса, т											
		взвеш. вещества	нефте-продукты	БПК ₂₀	сульфаты	фенолы	нитриты	азот аммония	Fe	Cu	Mn	Pb	Zn
13.01.01.002	Бийск	12152,55	288,66	1266,27	4050,85	0,46	1,90	47,84	-	-	-	-	-
	Всего	12152,55	288,66	1266,27	4050,85	0,46	1,90	47,84	-	-	-	-	-
13.01.02.002	Алейск	1253,12	29,72	130,11	-	0,05	-	-	1,37	0,07	-	-	-
	Рубцовск	4080,40	95,86	414,50	-	0,16	-	-	4,48	0,22	-	-	-
	Всего	5333,52	125,58	544,61	-	0,21	-	-	5,85	0,29	-	-	-
13.01.02.003 ³⁵	Барнаул	8258,15	195,20	850,94	2752,72	0,32	1,28	32,23	9,06	0,45	-	-	-
	Всего	8258,15	195,20	850,94	2752,72	0,32	1,28	32,23	9,06	0,45	-	-	-
13.01.02.004	Заринск	1931,59	45,66	199,04	643,86	0,07	0,30	7,54	-	-	0,72	-	-
	Всего	1931,59	45,66	199,04	643,86	0,07	0,30	7,54	-	-	0,72	-	-
13.01.02.005	Бердск	1039,77	25,54	116,75	-	-	-	-	1,13	0,06	0,44	0,02	-
	Искитим	3003,12	73,76	337,19	-	-	0,50	12,51	-	-	-	0,06	-
	Камень-на-Оби	2215,43	52,37	228,28	-	0,08	-	-	2,43	0,12	-	-	-
	Всего	6258,32	151,67	682,22	-	0,08	0,50	12,51	3,56	0,18	0,44	0,08	-
13.01.02.006	Белово	3183,75	78,77	363,20	1061,25	-	-	-	3,46	0,18	-	0,07	1,88
	Ленинск-Кузнецкий	4232,77	104,72	482,88	-	0,16	-	-	-	-	-	0,09	-
	Всего	7416,52	183,49	846,08	1061,25	0,16	-	-	3,46	0,18	-	0,16	1,88
13.01.02.007	Новосибирск	15571,67	382,46	1748,40	5190,56	0,59	-	64,88	16,94	0,87	6,61	0,31	9,08
	Всего	15571,67	382,46	1748,40	5190,56	0,59	-	64,88	16,94	0,87	6,61	0,31	9,08
13.01.03.002	Киселевск	3453,05	85,43	393,93	-	0,13	0,58	-	-	-	-	-	-
	Междуреченск	2043,84	50,57	233,16	-	0,08	-	-	-	-	-	-	-
	Новокузнецк	7435,57	183,97	848,25	2478,52	-	1,25	31,36	8,07	0,42	3,23	0,15	4,40
	Прокопьевск	5520,50	136,58	629,78	-	0,21	0,93	-	5,99	-	-	-	-
	Всего	18452,96	456,55	2105,12	2478,52	0,42	2,76	31,36	14,06	0,42	3,23	0,15	4,40
13.01.03.003	Кемерово	13626,06	338,50	1568,17	4542,02	0,51	2,30	57,86	14,78	0,77	-	-	-
	Всего	13626,06	338,50	1568,17	4542,02	0,51	2,30	57,86	14,78	0,77	-	-	-
13.01.03.004	Томск	24944,76	585,33	2527,34	8314,92	0,95	3,82	96,14	-	-	-	-	-
	Юрга	3825,90	87,18	361,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Всего	28770,66	672,51	2889,06	8314,92	0,95	3,82	96,14	-	-	-	-	-

³⁵По карте. По официальным данным расстояний от устья границ ВХУ и рек, протекающих по территории г. Барнаул, он находится на ВХУ 13.01.02.005, что учитывалось в дальнейших расчетах.

ВХУ	Город	Масса, т											
		взвеш. вещества	нефте-продукты	БПК ₂₀	сульфаты	фенолы	нитриты	азот аммония	Fe	Cu	Mn	Pb	Zn
13.01.04.001	Ачинск	4610,88	114,64	531,62	-	0,17	-	-	-	-	-	-	-
	Назарово	1525,72	37,93	175,91	-	0,06	-	-	-	-	-	-	-
	Всего	6136,6	152,57	707,53	-	0,23	-	-	-	-	-	-	-
13.01.04.003	Анжеро-Судженск	4296,82	102,75	454,61	-	-	-	-	4,70	-	1,66	-	-
	Берёзовский	3194,80	79,37	367,68	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Всего	7491,62	182,14	822,29	-	-	-	-	4,70	-	1,66	-	-
13.01.09.001	Стрежевой	759,66	17,86	77,32	-	0,03	-	-	-	-	-	-	-
	Всего	759,66	17,86	77,32	-	0,03	-	-	-	-	-	-	-
13.01.11.001	Когалым	2676,90	62,94	272,46	-	0,10	-	-	-	-	-	-	-
	Лангепас	897,97	21,11	91,40	-	0,03	-	-	-	-	-	-	-
	Мегион	836,26	19,66	85,12	-	0,03	-	-	-	-	-	-	-
	Нефтеюганск ³⁶	2981,40	70,10	303,45	-	0,11	-	-	-	-	-	-	-
	Нижневартовск	3991,94	93,86	406,30	-	0,15	-	-	-	-	-	-	-
	Радужный	929,89	21,86	94,65	-	0,04	-	-	-	-	-	-	-
	Сургут	5894,28	138,58	599,93	-	0,23	-	-	-	-	-	-	-
	Всего	18208,64	428,11	1853,31	-	0,69	-	-	-	-	-	-	-
13.01.11.002	Пыть-Ях	2748,82	64,63	279,78	-	0,11	-	-	-	-	-	-	-
	Всего	2748,82	64,63	279,78	-	0,11	-	-	-	-	-	-	-

³⁶ По карте г. Нефтеюганск расположен на ВХУ 13.01.11.001, но его сточные воды попадают в протоку Юганская Обь, которая впадает в р. Обь на ВХУ 13.01.11.002, что учтено при расчете баланса масс ЗВ.

По ряду ЗВ (например, по нефтепродуктам, взвешенным веществам) поверхностный сток с территорий городов может давать более заметный вклад в антропогенное формирование качества воды (Рисунок 17), чем точечные источники.

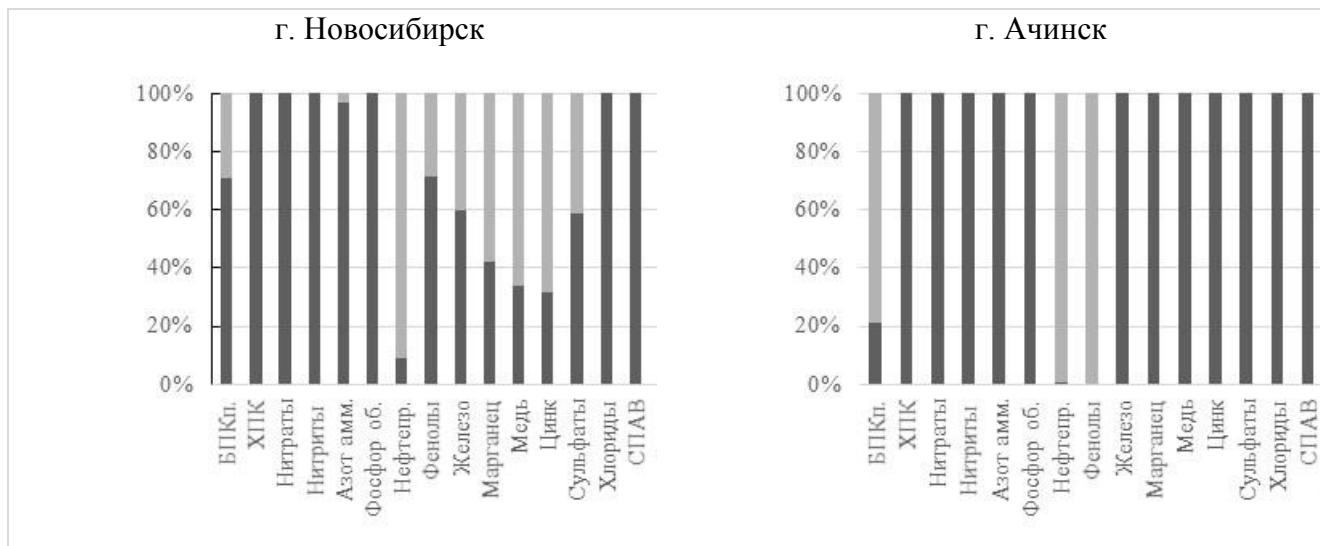


Рисунок 17 – Соотношение масс загрязняющих веществ, поступающих в водные объекты из точечных источников (■) с поверхностным стоком с территорий городов (▒).

2.4.3 Сельскохозяйственное использование водосбора

2.4.3.1 Растениеводство

Сельскохозяйственная деятельность на водосборе, при несоблюдении определенных правил, выработанных с целью уменьшения негативного воздействия на окружающую среду, может привести к загрязнению как поверхностных, так и подземных вод биогенными веществами (N, P) и пестицидами. Это в равной степени относится как к растениеводству, так и к животноводству.

Ниже (Таблица 19) указаны площади земель по ВХУ, используемых в сельскохозяйственном производстве, с разбивкой на пашню и укосные площади, в которые включены и земли, занятые многолетними травами³⁷ [127].

Для расчета выноса в ВО биогенных веществ в результате сельскохозяйственной деятельности была использована методика Курского института ВНИИЗ и ЗПЭ [273].

³⁷ По данным Росстата за базовый год.

Таблица 19 – Площади сельскохозяйственных угодий по ВХУ

ВХУ	Площади сельскохозяйственных угодий, га					
	перепахиваемые площади	% от площади ВХУ	укосные площади	процент от площади ВХУ	всего сельхозугодий	% от площади ВХУ
13.01.01.001	4279	0,2	2560	0,1	6839	0,3
13.01.01.002	116449	6,8	20317	1,2	136767	8,0
13.01.01.003	194278	3,2	64074	1,1	258352	4,3
13.01.02.001	94827	32,0	18982	6,4	113809	38,4
13.01.02.002	761649	51,0	68507	4,5	830156	55,5
13.01.02.003	1344147	22,5	199658	3,3	1543805	25,9
13.01.02.004	373975	15,3	55220	2,3	429195	17,6
13.01.02.005	861668	25,9	112516	3,4	974184	29,3
13.01.02.006	444993	24,9	80455	4,5	525448	29,4
13.01.02.007	366404	10,5	79288	2,3	445692	12,8
13.01.03.001	2912	0,4	1489	0,2	4401	0,6
13.01.03.002	39352	1,8	13992	0,7	53344	2,5
13.01.03.003	154367	9,1	32855	1,9	187222	10,0
13.01.03.004	174405	12,6	28487	2,1	202892	14,7
13.01.04.001	592620	15,9	50856	1,4	643476	17,3
13.01.04.002	320349	5,2	41394	0,7	361743	5,9
13.01.04.003	134478	3,5	28668	0,7	163146	4,2
13.01.05.001	30191	0,8	21904	0,6	52095	1,4
13.01.06.001	4012	0,1	903	-	4915	0,1
13.01.07.001	532	0	287	0	819	0
13.01.09.001	300	0	-	-	300	0

Масса выноса биогенных веществ с сельскохозяйственных угодий (Таблица 20) рассчитывалась [127] на основе учета вида сельхозугодий, содержания биогенных веществ в почвах, количества вносимых удобрений и слоя стока в период весеннего половодья и дождевых паводков [234]. В расчетах использовались сведения о структуре сельхозугодий и количестве вносимых удобрений, представленные в справочниках Росстата за базовый год.

Таблица 20– Вынос биогенных веществ с сельхозугодий по ВХУ, кг

ВХУ	Период весеннего половодья		Период дождевых паводков		Итого	
	азот	фосфор	азот	фосфор	азот	фосфор
13.01.01.001	0	0	0	0	0	0
13.01.01.002	153263,6	7537,1	154926,0	8541,3	308189,6	16078,4
13.01.01.003	205271,8	10107,5	253774,6	14294,7	459046,4	24402,1
13.01.02.001	206342,9	8986,2	190843,7	9554,6	397186,6	18540,8
13.01.02.002	1024515,5	44767,3	1024242,6	51185,7	2048758,2	95953,0
13.01.02.003	1625790,6	77717,0	1612018,3	86523,3	3237808,9	164240,3
13.01.02.004	470115,4	24346,0	489424,3	27971,0	959539,7	52317,1
13.01.02.005	805358,5	41927,7	920306,2	52955,5	1725664,7	94883,2
13.01.02.006	757529,9	36461,9	693986,3	37824,6	1451516,2	74286,5
13.01.02.007	700408,5	26846,0	677079,2	29399,3	1377487,7	56245,3
13.01.03.001	7709,9	111,9	7227,7	67,6	14937,7	179,4
13.01.03.002	37885,4	2415,1	160388,6	3053,0	198274,0	5468,1
13.01.03.003	234503,8	10707,8	255557,2	13368,4	490061,0	24076,2
13.01.03.004	365134,1	17310,7	328152,3	17559,8	693286,4	34870,5
13.01.04.001	731800,4	28580,9	982397,2	43678,5	1714197,5	72259,4
13.01.04.002	709541,6	13931,9	776223,5	13672,2	1485765,1	27604,1
13.01.04.003	320805,1	8215,5	307553,6	6562,4	628358,7	14778,0
13.01.05.001	108681,8	3310,8	106261,6	2203,4	214943,4	5514,3

ВХУ	Период весеннего половодья		Период дождевых паводков		Итого	
	азот	фосфор	азот	фосфор	азот	фосфор
13.01.06.001	5111,0	180,1	6257,6	236,0	11368,6	416,1
13.01.07.001	1951,9	26,2	2244,1	29,9	4196,1	56,1
13.01.08.001	182,1	2,8	195,5	3,0	377,6	5,8
13.01.09.001	827,8	12,8	888,5	13,8	1716,4	26,6
13.01.10.001	0	0	0	0	0	0
13.01.11.001	0	0	0	0	0	0
13.01.11.002	0	0	0	0	0	0

2.4.3.2 Животноводство

Количество скота, содержащегося в хозяйствах, является одним из показателей биогенной нагрузки на водосбор за счет азота и фосфора. При этом степень загрязнения ВО биогенными веществами будет зависеть от способа содержания скота и хранения навоза, размещения животноводческих ферм по отношению к ВО. На основании данных Росстата по поголовью скота был произведен расчет образования азота и фосфора на ВХУ за счет ведения животноводства (Таблица 21) [127].

Таблица 21 – Образование отходов животноводства по ВХУ в переводе на азот и фосфор (по данным Росстата)

ВХУ	Образование с отходами животноводства			
	Азот		Фосфор	
	Валовый, т	Удельный, кг/км ²	Валовый, т	Удельный, кг/км ²
13.01.01.001	813,60	41,7	542,40	27,8
13.01.01.002	1491,83	85,2	994,56	56,8
13.01.01.003	8458,84	138,9	5639,23	92,6
13.01.02.001	936,24	334,4	624,16	222,9
13.01.02.002	5006,62	278,1	3337,74	185,4
13.01.02.003	14667,23	293,3	9778,16	195,6
13.01.02.004	3818,82	159,8	2545,88	106,5
13.01.02.005	9418,59	240,9	6279,06	160,6
13.01.02.006	4557,32	258,9	3038,21	172,6
13.01.02.007	6931,57	220,8	4621,04	147,2
13.01.03.001	489,18	58,9	326,12	39,3
13.01.03.002	1592,83	74,1	1061,89	49,4
13.01.03.003	2336,65	132,8	1557,76	88,5
13.01.03.004	3344,98	229,1	2229,99	152,7
13.01.04.001	7963,06	232,8	5308,70	155,2
13.01.04.002	53917,28	924,8	35944,85	616,5
13.01.04.003	2828,41	68,2	1885,61	45,4
13.01.05.001	685,57	18,0	457,04	12,0
13.01.06.001	306,47	3,3	204,31	2,2
13.01.07.001	122,51	3,9	81,67	2,6
13.01.08.001	64,31	1,0	42,87	0,7
13.01.09.001	184,74	2,5	123,16	1,7
13.01.10.001	40,42	0,5	26,95	0,4
13.01.11.001	75,26	0,6	50,17	0,4
13.01.11.002	140,28	2,0	93,52	1,4

Наибольшую нагрузку за счет животноводства (Рисунок 18) несет участок водосбора р. Чулым в среднем его течении (ВХУ 13.01.04.001).

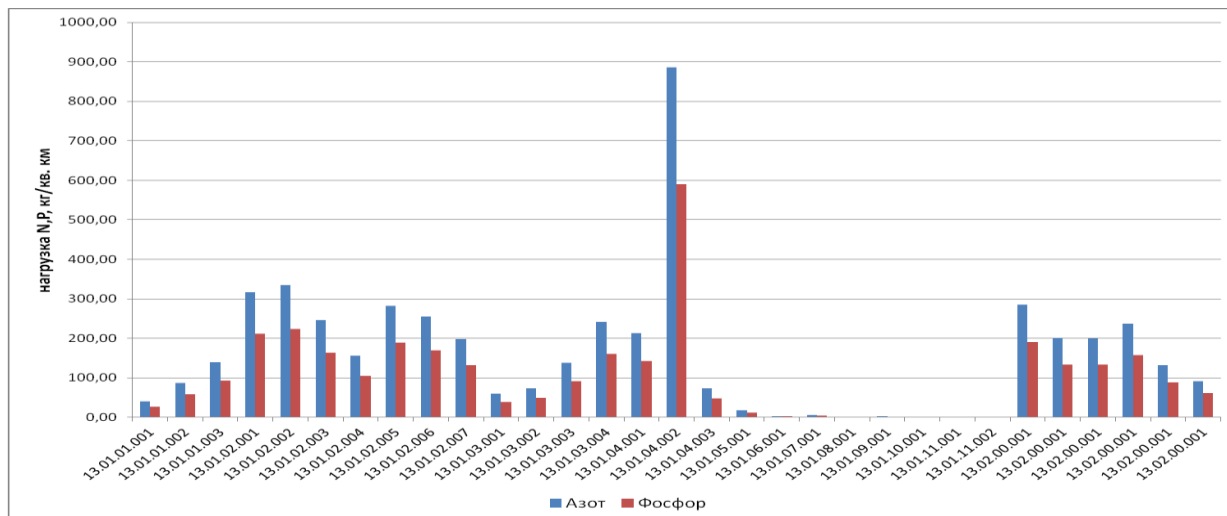


Рисунок 18– Образование биогенных элементов на единице площади ВХУ за счет ведения животноводства.

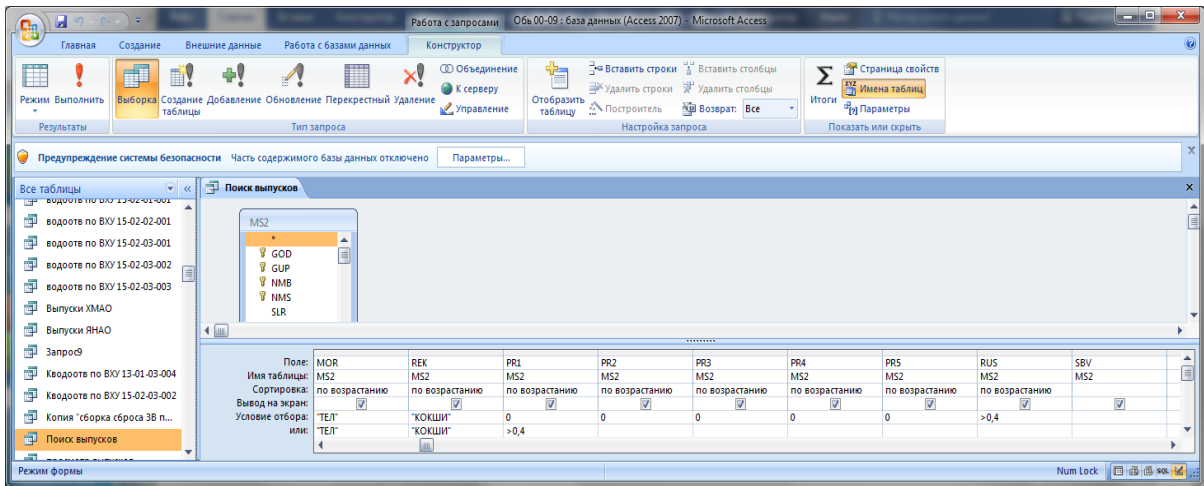
Результаты расчета выноса ЗВ с рассредоточенным стоком в ВО следует учитывать при определении приоритетов водоохранной деятельности в речном бассейне.

2.5 Анализ данных наблюдений за качеством поверхностных вод Подбассейна

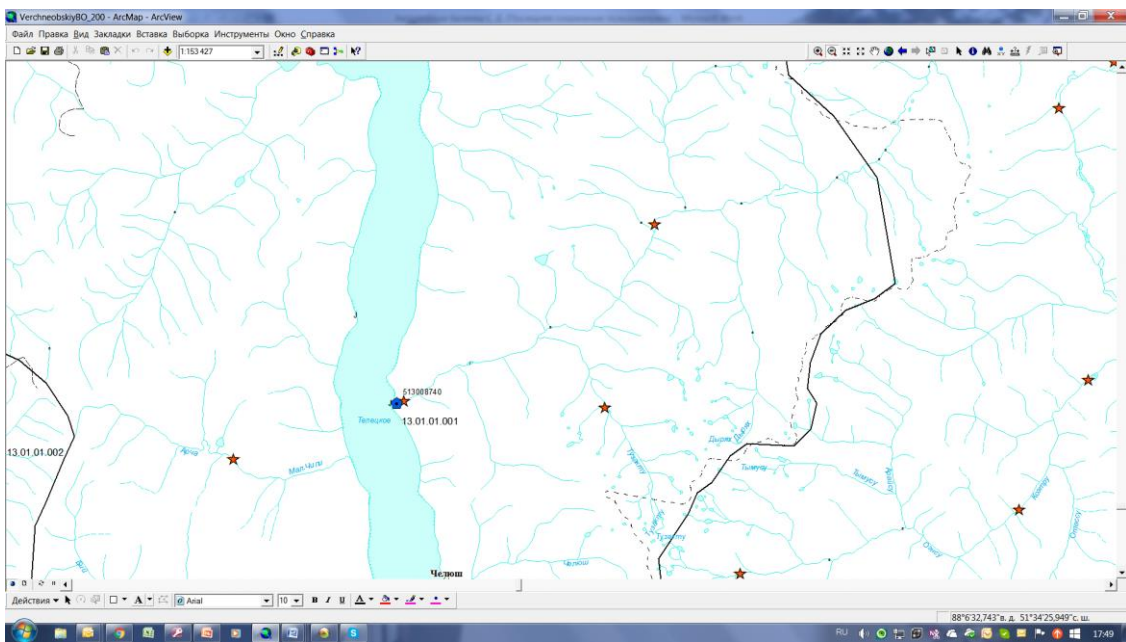
2.5.1 Эталонные ПКК

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. Для оценки степени антропогенного воздействия на ВО выше ПКК может быть использована информация о выпусках сточных вод из базы данных «Обь», имеющаяся в распоряжении Росводресурсов цифровая картографическая основа (ГИС), а также средства дистанционного зондирования.

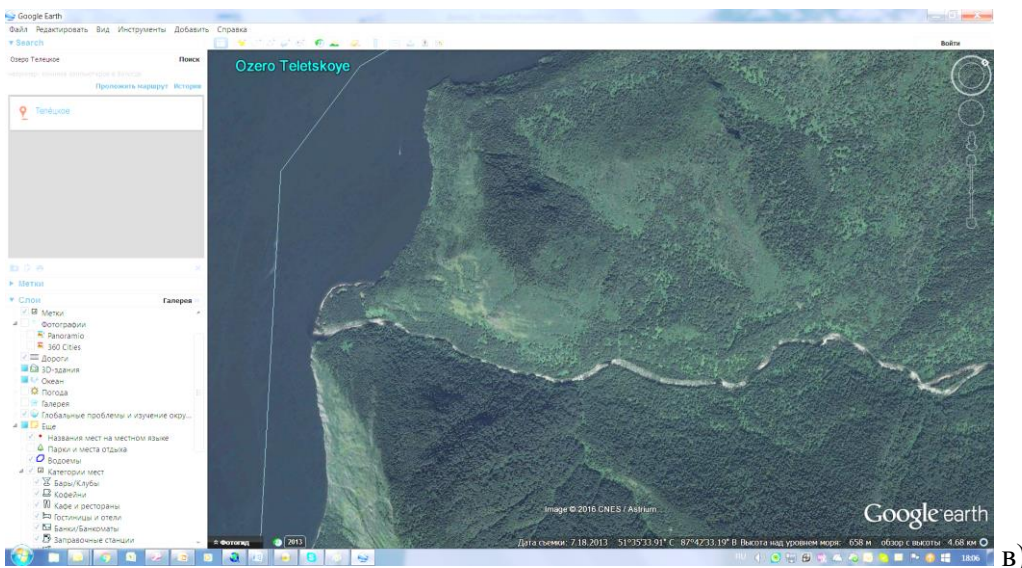
По всем ПКК (см. Приложение 2) в БД «Обь» был осуществлен запрос на наличие выше них выпусков сточных вод в ВО. Если выпуски не обнаруживались, ПКК считался «эталонным». Для учета возможного воздействия на ВО других (не зафиксированных в форме 2-ТП (водхоз)) источников антропогенного воздействия: населенные пункты, сельхозугодья и пр., произведен визуальный анализ водосборной территории ВО выше эталонных ПКК по ГИС основе и общедоступным космоснимкам местности (Рисунок 19).



а)



б)



в)

Рисунок 19 – Примеры анализа наличия источников антропогенного воздействия выше ПКК №3 на р. Кокши: а) запрос в БД «Обь»; б) ГИС основа; в) космоснимок.

Конечно, наиболее представительными в целях исследований являются данные, полученные по ПКК, выше которых «ничего нет». Но наш опыт показывает, что таких ПКК очень немного.

Для того, чтобы отличать эталонные ПКК «различной чистоты», удобно классифицировать их по 3 типам в зависимости от отсутствия выше ПКК других (кроме выпусков в ВО) источников антропогенного воздействия:

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% (см. Рисунок 20-Рисунок 22, Приложение 2).

Для выявления сезонной, многолетней, территориальной изменчивости показателей качества воды в Подбассейне был проведен многосторонний статистический анализ данных, прежде всего – по эталонным ПКК (см. Приложение 4). Для анализа были выбраны ПКК (Таблица 22), находящиеся в различных физико-географических областях с учетом ландшафтно-геохимических особенностей участков Подбассейна (см. п. 2.2.10), а также представительности рядов наблюдения. В дополнение к информации, поставляемой ландшафтно-геохимической картой (Рисунок 11) и проанализированной нами в п. 2.2.9, в (Таблица 22) представлена более подробная информация о ландшафтах, которые дренируются ВО и его притоками выше соответствующего ПКК.

Как видно, для исследований выбраны ПКК всех трех типов. Среди ПКК имеются и находящиеся в практически идентичных природных условиях, например, №1 и №10, №91 и №92, и в существенно различающихся.

2.5.2 Индивидуальный (по ПКК) анализ рядов наблюдений

Ряды наблюдений за содержанием ЗВ по эталонным ПКК были визуализированы: построены графики $S(t)$ и гистограммы эмпирических частот распределения (Рисунок 23, Приложение 4, П. 4.1).

Данные наблюдений по каждому ПКК были проанализированы на соответствие нормальному закону распределения, что необходимо для выбора методов дальнейшего анализа информации (возможности использования параметрических методов статистического анализа).

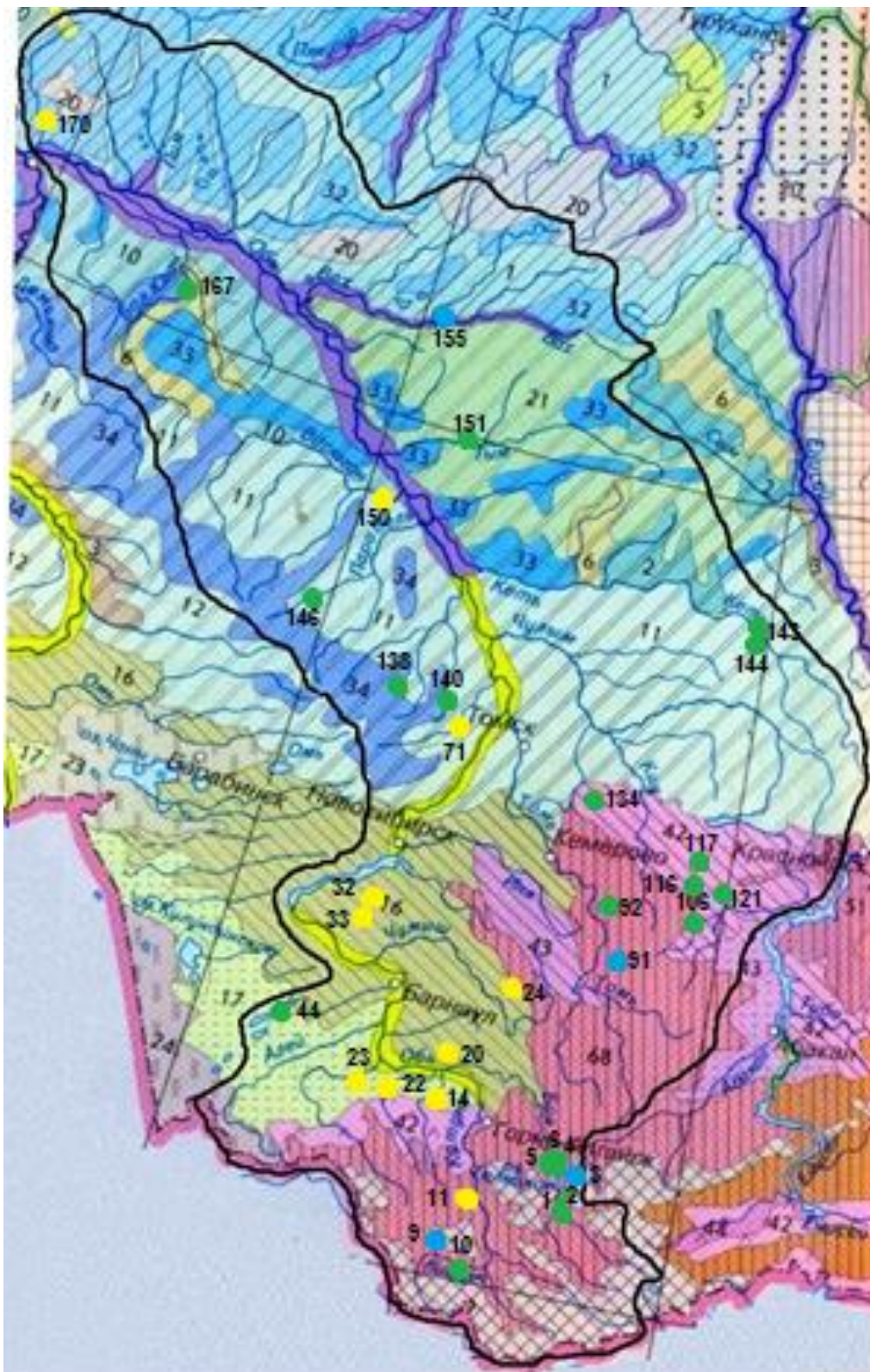


Рисунок 20 – Эталонные ПКК на ландшафтно-геохимической карте Подбассейна:

●9 – ПКК и его номер и тип, обозначен цветом: ● – тип *a*; ● – тип *б*; ● – тип *в*.

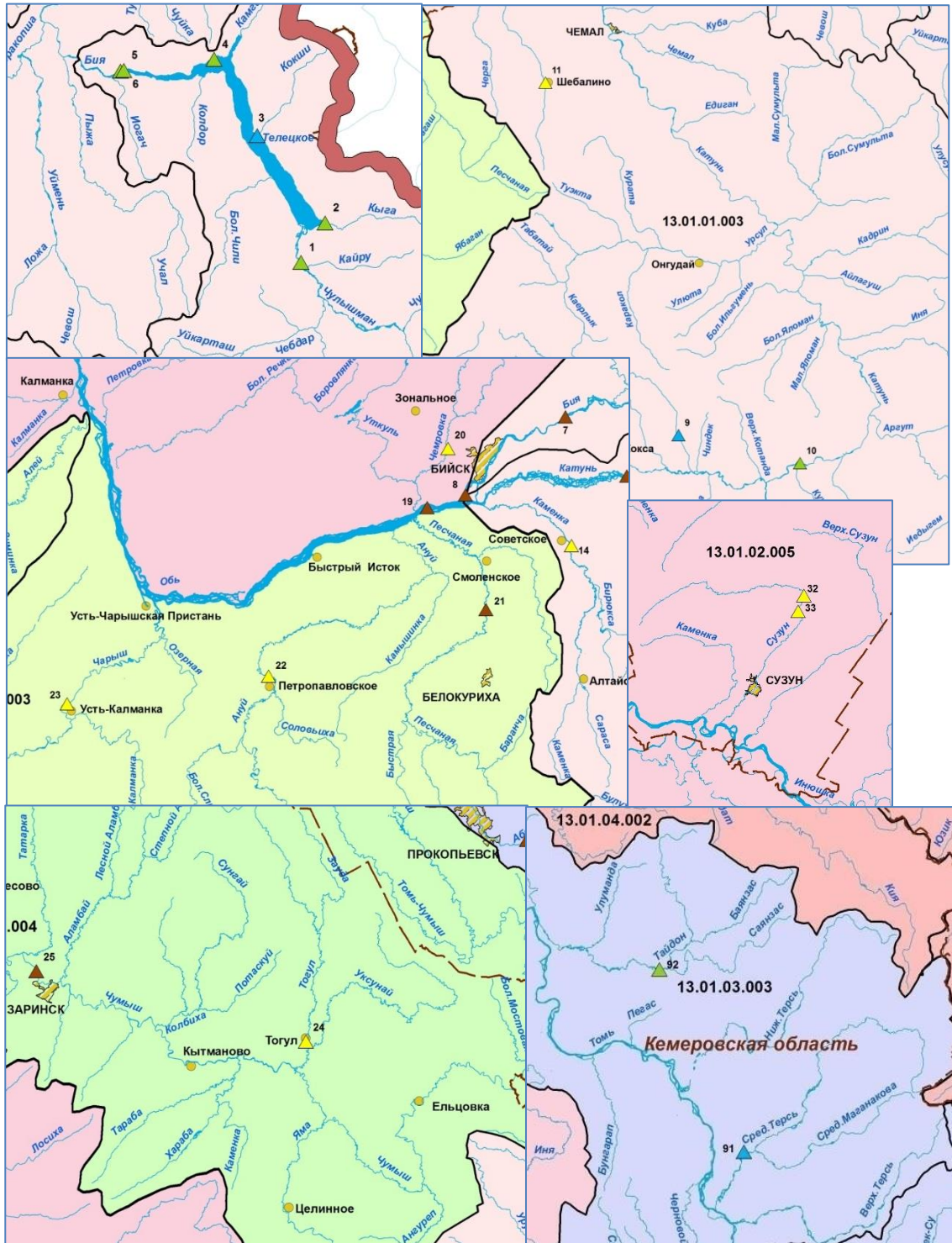


Рисунок 21 – Детализация расположения ПКК

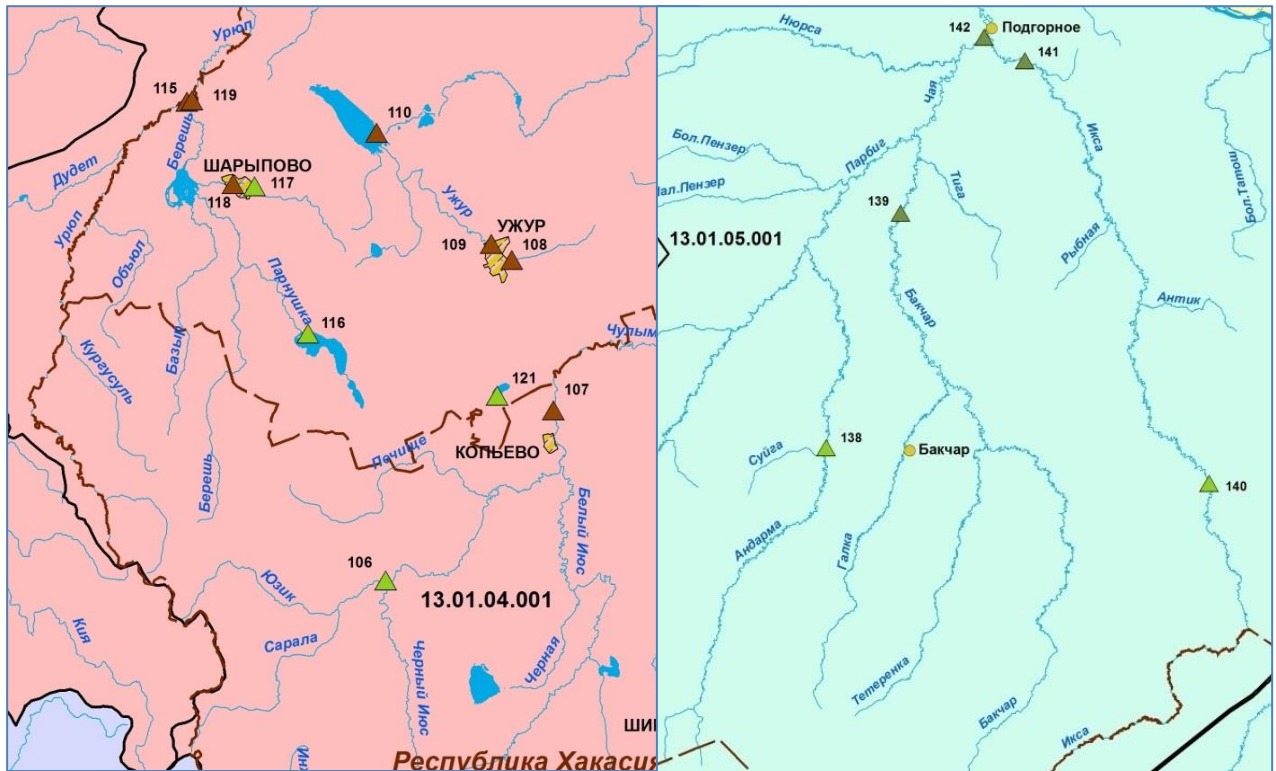


Рисунок 22 – Детализация расположения ПКК (продолжение).

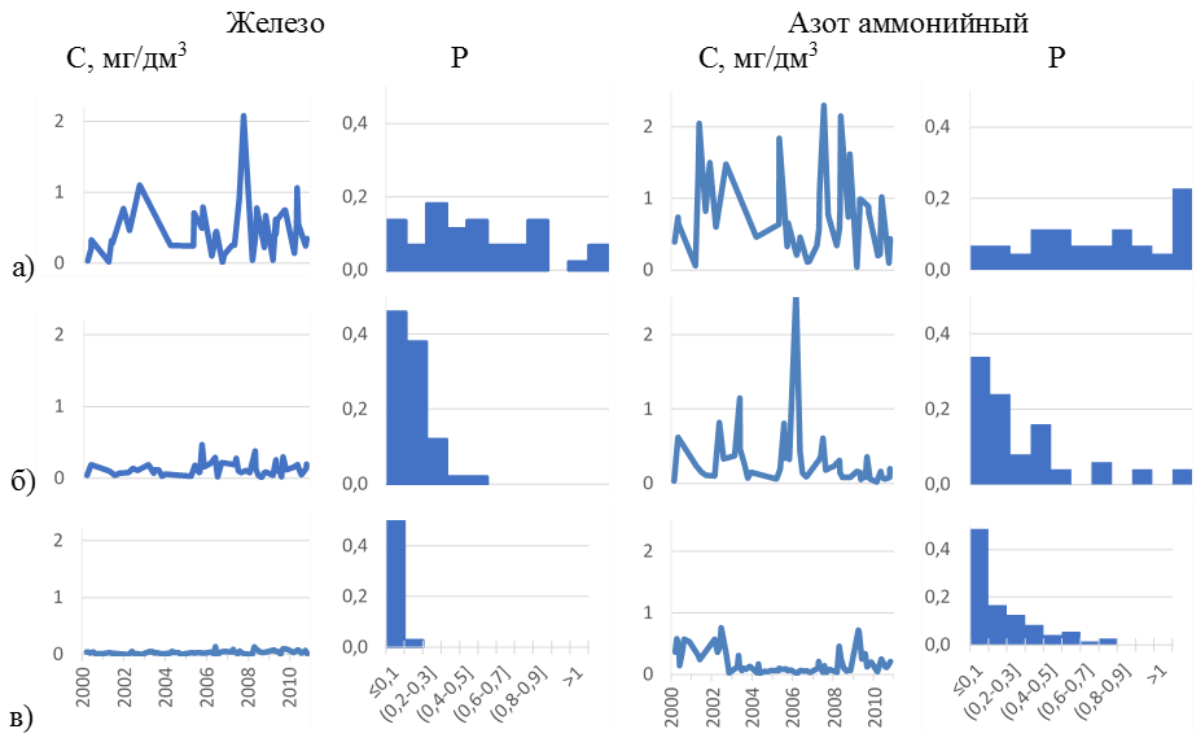


Рисунок 23 – Концентрации (С) и относительные частоты (Р) по интервалам концентраций для железа и азота аммонийного по: а) р. Андарма (ПКК № 138); б) р. Средняя Терсь (ПКК № 91); в) р. Кокши (ПКК № 3).

Таблица 22 – Описание эталонных ПКК, по которым произведены массивные расчеты

№	Геогр. координаты в градусах		ВХУ (13.01....)	Расст. от устья, км	Название ВО	Дренируемые группы ландшафтов		Кл
	С.Ш.	В.Д.				видовые (азональные)	зонально-секторные и высотно-ярусные	
10	50,00	86,17	01.003	429,3	р. Катунь	Складчато-глыбовые на герцинских и каледонских структурах, сложенных осадочными, эффузивными и интрузивными породами	Гольцовый пояс; пояс лиственных и кедрово-лиственных лесов	1
1	51,17	87,67	01.001	9,8	р. Чулышман	То же	То же	1
3	51,50	87,67	01.001	0,4	р. Кокши	“_“	Пояс темнохвойных лесов	1
23	52,00	83,17	02.003	76,2	р. Чарыш	Складчато-глыбовые на герцинских и каледонских структурах, сложенных осадочными, эффузивными и интрузивными породами; складчато-глыбовые и глыбовые на палеозойских и докембрийских структурах, пронизанных интрузиями; грядово-увалистые на палеозойских осадочных, эффузивных и интрузивных породах; наклонные подгорные аллювиальные, пролювиальные, делювиальные; эрозионные на лёссах и лёссовидных суглинках	Гольцовый пояс; пояс лиственных и кедрово-лиственных лесов; пояс черневой тайги; пояс низкогорных степей; степные типичные западносибирские	2
22	52,17	84,17	02.003	116	р. Ануй	Складчато-глыбовые на герцинских и каледонских структурах, сложенных осадочными, эффузивными и интрузивными породами; наклонные подгорные аллювиальные, пролювиальные, делювиальные	Пояс лиственных и кедрово-лиственных лесов; пояс низкогорных степей; степные типичные западносибирские	2
20	52,50	85,00	02.003	34	р. Чемровка	Эрозионные на лёссах и лёссовидных суглинках; озерно-аллювиальные и древнеаллювиальные с покровом лёссов или лёссовидных суглинков	Лесостепные западносибирские	3
24	53,33	85,83	02.004	2,3	р. Тогул	Складчато-глыбовые на герцинских и каледонских структурах, сложенных осадочными, эффузивными и интрузивными породами; грядово-увалистые на палеозойских осадочных, эффузивных и	Пояс черневой тайги; лесостепные западносибирские	3

№	Геогр. координаты в градусах		ВХУ (13.01....)	Расст. от устья, км	Название ВО	Дренаруемые группы ландшафтов		Кл
	С.Ш.	В.Д.				видовые (азональные)	зонально-секторные и высотнo-ярусные	
						интрузивных породах; эрозийные на лёссах и лёссовидных суглинках		
32	53,98	82,60	02.005	65,5	р. Сузун (Нижний Сузун)	Эрозийные на лёссах и лёссовидных суглинках; озерно-аллювиальные и древнеаллювиальные с покровом лёссов или лёссовидных суглинков	Лесостепные западносибирские	3
91	54,33	87,33	03.003	19	р. Средняя Терсь	Складчато-глыбовые на герцинских и каледонских структурах, сложенных осадочными, эффузивными и интрузивными породами	Пояс темнохвойных лесов; пояс черневой тайги	3
92	54,83	87,50	03.003	47,5	р. Тайдон	То же	То же	3
106	54,83	89,17	04.001	1,2	р. Сарала	“-“	Пояс черневой тайги (незначительная часть), пояс темнохвойных лесов	3
117	55,50	89,23	04.001	15,2	р. Кадат	Эрозийно-денудационные на палеозойских осадочных, эффузивных и интрузивных породах с участками мелкосопочников	Лесостепные западносибирские	3
134	56,00	86,83	04.003	47	р. Алчедат	Складчато-глыбовые на герцинских и каледонских структурах, сложенных осадочными, эффузивными и интрузивными породами; грядово-увалистые на палеозойских осадочных, эффузивных и интрузивных породах; эрозийные на лёссах и лёссовидных суглинках	Пояс черневой тайги (незначит.); лесостепные западносибирские	3
140	56,83	83,00	05.001	269	р. Икса	Древнеаллювиальные, озерно-аллювиальные и озерные, глинистые и суглинистые	Южнотаежные западносибирские, болота	3
138	57,00	81,67	05.001	93	р. Андарма	Древнеаллювиальные, озерно-аллювиальные и озерные, глинистые и суглинистые	Южнотаежные западносибирские, болота	3
143	58,33	89,33	06.001	1001	р. Кеть	Эрозийные пластовые на кайнозойских и мезозойских песчано-глинистых отложениях, частично на мергелях и писчем мелу, Древнеаллювиальные, озерно-аллювиальные и озерные, глинистые и суглинистые	Южнотаежные западносибирские, болота	3

№	Геогр. координаты в градусах		ВХУ (13.01....)	Расст. от устья, км	Название ВО	Дренируемые группы ландшафтов		Кл
	С.Ш.	В.Д.				видовые (азональные)	зонально-секторные и высотно-ярусные	
151	59,83	81,83	09.001	273,5	р. Тым	Зандровые (низменные и возвышенные) (пр. притоки), Древнеаллювиальные, озерно-аллювиальные и озерные, глинистые и суглинистые	Среднетаежные западносибирские, болота	3
167	60,50	74,00	11.001	166	р. Большой Юган	Древнеаллювиальные, озерно-аллювиальные и озерные, глинистые и суглинистые	Южнотаежные западносибирские, болота	3
155	61,17	80,00	10.001	407	р. Вах	Зандровые (низменные и возвышенные), Моренные в области среднечетвертичного оледенения, местами с лёссовидными суглинками	Среднетаежные западносибирские, болота	3
170	61,33	68,83	11.002	36	р. Назым	Полого-холмистые моренные и ледово-морские в области среднечетвертичного оледенения, Зандровые (низменные и возвышенные)	Северотаежные западносибирские, среднетаежные западносибирские, болота	3

Примечания:

№ – номер ПКК (Рисунок 20-Рисунок 22, Приложение 2); цвет соответствует типу ПКК (см. Рисунок 20); Кл. – тип климата (см. Приложение 2).

Анализ данных проводился как по всему интервалу наблюдений, так и выборками по гидрологическим сезонам за весь период наблюдений. Для проверки гипотезы о нормальном распределении был использован критерий Шапиро-Уилка, как наиболее предпочтительный при небольших выборках [121].

Результаты расчетов показывают (Таблица 23, Приложение 4, Приложение 4.П. 4.2), что данные наблюдений в большом числе случаев не отвечают нормальному закону распределения ни в многолетнем, ни в сезонном (по гидрологическим сезонам) разрезе. Наиболее часто нормальному закону распределения не противоречат данные по растворенному кислороду, рН и кремнекислоте.

Таблица 23 – Пример оценки соответствия нормальному закону распределения

ЗВ	Катунь (10)				Чулышман (1)				Кокши (3)				Чарыш (23)				Ануй (22)			
	П	В	Л	З	П	В	Л	З	П	В	Л	З	П	В	Л	З	П	В	Л	З
NH ₄	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-
БПК ₅	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	+	-	+
рН	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+
HCO ₃	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+	+
CO ₂	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fe	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-
Жст	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	+	+	-	+	+	+
Ca	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-	+	+	-	+	+	+
O ₂	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+
Si	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+
Mg	-	-	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	+
Cu	-	-	-	-	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н
Нфт	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-
SO ₄	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+
Na+K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-
Mnr	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+
Фнл	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	-
PO ₄	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cl	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-
XПК	-	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+	-	-	+	+

Примечания:

- 1) в скобках после названия реки приведен номер ПКК (Таблица 22);
- 2) П, В, Л, З - обозначения использованных для анализа 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) ЖСТ – жесткость общая;
- 5) Si – кремнекислота (по Si);
- 6) Нфт – нефть и нефтепродукты;
- 7) Фнл – фенолы летучие.

Наблюдения по меди, фенолам, аммонийному азоту, фосфатам железу не противоречат нормальному закону распределения менее чем в трети проанализированных случаев. Меньше всего отвечают нормальному закону данные, анализируемые без учета гидрологических сезонов. Больше соответствий – в зимнем сезоне.

Отсутствие достаточных оснований для принятия нормального закона распределения, в частности, означает, что для исследования и обобщающих характеристик рядов наблюдений за качеством воды поверхностных ВО следует использовать непараметрические характеристики и методы [122]. Скажем, не среднее значение и стандартное отклонение, а медиану и квартили для описания характеристик центров и меры рассеяния ряда наблюдений, не F- и T-тесты, а, например, критерий Манна-Уитни для сопоставления двух рядов наблюдений, и т.п. Полученные результаты вполне отвечают теоретическим обоснованиям, приведенным в [274, 275].

Визуализация данных позволила установить существенную сезонную и заметную годовую вариацию показателей качества воды по каждому ПКК. Однако статистически значимых трендов выявлено не было.

Наблюдается существенная неоднородность представления гидрологических сезонов в рядах наблюдений: наибольшее количество замеров приходится на период весеннего половодья, а наименьшее – на зимнюю, межень. Так, например, по ПКК №22 на р. Ануй при равенстве продолжительностей гидрологических сезонов (по 4 месяца) на весенний приходится в среднем по 3 замера за год, на летне-осенний – по 2, а на зимний – по 1,5. Не учет этого факта может привести к искажению результатов расчетов с обобщением за весь период наблюдений, или за любой другой интервал, отличный от гидрологического сезона, поскольку наибольший вес будут иметь «весенние» значения показателя. Особенно существенно такая неоднородность может проявиться при сравнении обобщённых показателей по ПКК, в данных по которым гидрологические сезоны имеют различную представленность.

По этой причине можно рекомендовать рассчитывать любые характеристики по сезонам (если имеется информация), а затем, если требуется годовая характеристика, вычислять её с учетом весовых коэффициентов сезонов (доля продолжительности сезона в году).

Кроме того было установлено, что ряды наблюдений (за одним ЗВ по одному ПКК) в большом числе случаев статистически неоднородны (Рисунок 24): можно найти отрезки наблюдений, гипотеза об отнесении которых к одной генеральной совокупности не будет подтверждена (например, по критерию Манна-Уитни).

Ещё один важный в целях нашего исследования аспект: данные синхронных наблюдений за показателем качества по различным вертикалям одного створа (на разном расстоянии от берега) могут существенно (в десятки раз) отличаться друг от друга [276]. В подбассейне есть

Азот аммонийный												Нефтепродукты											
Год	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	Год	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
00	—	—	—	+	+	+	+	+	+	—	+	00	—	+	—	+	+	+	—	+	—	+	—
01	—	—	—	—	+	+	+	+	+	—	—	01	+	—	—	—	+	—	+	—	+	—	—
02	—	—	—	+	+	+	+	+	—	—	—	02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
03	+	—	+	—	+	+	+	—	—	—	—	03	+	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
04	+	+	+	+	—	+	—	—	+	+	+	04	+	+	—	—	—	+	—	+	+	—	—
05	+	+	+	+	+	—	+	—	—	—	+	05	+	—	—	—	—	—	—	+	+	—	—
06	+	+	+	+	—	+	—	+	—	—	+	06	—	+	—	—	+	—	—	—	+	—	—
07	+	+	+	—	—	—	+	—	—	—	—	07	+	—	—	—	—	—	—	+	+	—	—
08	+	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	08	—	+	—	+	+	—	+	—	+	—	—
09	—	—	—	+	+	+	+	+	+	—	—	09	+	—	—	—	+	+	+	+	+	—	+
10	+	—	+	—	+	+	+	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—

БПК ₅												Расходы											
Год	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	Год	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
00	—	+	—	—	—	—	+	—	—	—	—	00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
01	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	01	—	—	+	+	—	+	—	+	+	+	—
02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	02	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
03	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	03	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
04	—	—	—	—	—	—	—	+	—	+	—	04	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	05	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
06	+	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	06	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
07	—	—	—	—	+	—	+	—	—	—	—	07	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
08	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	08	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
09	—	+	—	—	+	—	—	—	—	—	—	09	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Рисунок 24 – Пример статистической неоднородности рядов наблюдений по ПКК № 3 (р. Кокши): результаты сравнения годовых рядов наблюдений между собой по критерию Манна–Уитни (при уровне значимости $\alpha=0,05$): «—» – различия незначимы; «+» – различия значимы.

два таких створа ГНС: ПКК № 29-31 (ниже г. Барнаула на р. Обь) и ПКК № 101-103 (ниже г. Томска на р. Томь). Анализ данных наблюдений по различным вертикалям одного ПКК показал, что они могут иметь (Рисунок 25) существенно различные статистические характеристики, не отвечать критериям однородности (принадлежности к одной генеральной совокупности), а могут и достаточно хорошо согласовываться. Этот факт следует так или иначе учитывать при использовании результатов наблюдений для разработки водоохранной стратегии.

2.5.3 Сопоставление рядов наблюдений

Проведенная визуализация данных (см. Приложение 4, П. 4.1) позволяет выявить более или менее очевидные отличия статистических рядов наблюдения за теми или иными показателями

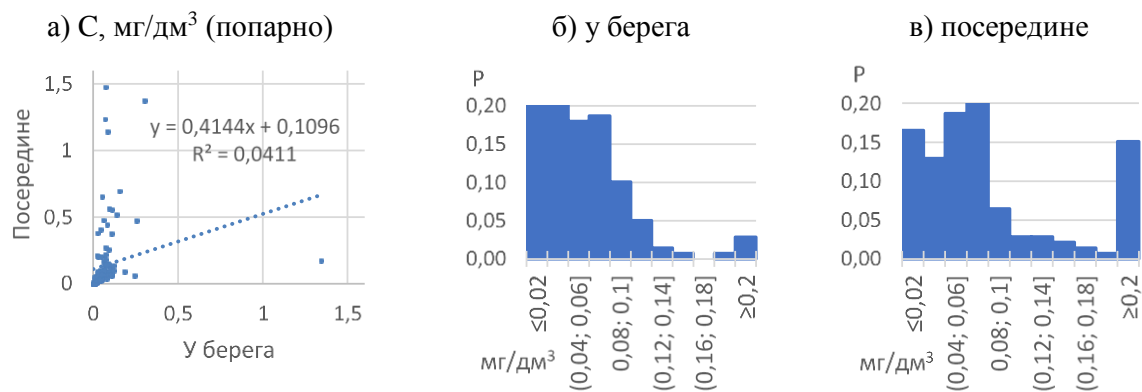


Рисунок 25 – Сравнение рядов наблюдений за содержанием фосфатов у берега (0,1 ширины) и посередине реки (р. Обь, 13,7 км ниже г. Барнаула): концентрации (а) и относительные частоты (Р) по интервалам концентраций (б, в).

качества воды по ПКК, расположенным в различных природно-климатических условиях (Рисунок 23). Поскольку стоит задача учета природных особенностей речного бассейна при постановке целей водоохранной деятельности, то естественно попытаться выделить участки речного бассейна по сходству/различию показателей качества воды на основе статистической обработки данных наблюдений за этими показателями.

Для классификации данных, выделения групп объектов с близкими характеристиками широко используется кластерный анализ [121, 122]. Однако результативность такого анализа зависит от целого ряда объективных и субъективных факторов. К объективным можно отнести объемы выборок, статистическую однородность, наличие связей между переменными. К субъективным – выбор признаков (переменных, факторов, continuous variables), по которым производится группировка объектов (наблюдений), способов агрегации исходных данных, методов оценки расстояний внутри и между группами, так же, как и самого способа вычисления расстояний (выбор метрики).

Для проведения кластерного анализа данные наблюдений группируются в таблицу, строки которой, представляют результаты измерения свойств объекта (набор значений переменных). Таблица при этом должна быть полной, что делает практически невозможным использование первичных данных наблюдений за качеством воды, поскольку даты отбора проб, перечень измеряемых показателей в различных створах не совпадают. Стандартные для кластерного анализа подходы: удаление неполных строк, или интерполяционные вычисления значений в недостающих ячейках, для рассматриваемой задачи не подходят. В первом случае велики шансы того, что результирующая таблица окажется пустой, во втором – интерполяция требует проведения специальных исследований, для которых может быть недостаточно имеющихся

данных. Простой, несколько утрированный, пример: пропущено значение, соответствующее весеннему паводку. Очевидно, что интерполяцией между значениями показателя в зимнюю и летнюю межень такое пропущенное значение не восстановить. Понадобится анализ многолетнего ряда наблюдений, который, впрочем, тоже может не дать надежного результата.

Вообще, по мнению автора, применение кластерного анализа более пригодно для исследования стационарных объектов: результатов анализа проб при разведке полезных ископаемых и т.п. Обработка временных рядов требует либо применения специальных приемов [277], которые пока нельзя считать широко апробированными, либо замены временного ряда набором его статистических характеристик на таких временных интервалах, которые отвечали бы природе изменения показателя (гидрологический сезон, гидрологический год) и обеспечивали бы полноту таблиц. В этом случае одна переменная, например, концентрация некоторого ЗВ $C(x, y, t)$, заменяется на M переменных:

$$C^m(x, y), m=1, \dots, M. \quad (15)$$

Тут C^m может быть, например, медиана концентраций, наблюдаемых в m -тый гидрологический сезон за весь период наблюдения.

Как отмечалось, при описании объектов используется несколько переменных, каждая из которых, во-первых, может иметь различные единицы измерения и, как следствие, существенно отличные абсолютные значения (что будет влиять на значения вычисляемых расстояний между объектами и группами объектов в пространстве признаков), во-вторых, в разной степени влиять на «генеральное» свойство объектов, ради которого, собственно, и проводится анализ данных. Для преодоления первой проблемы применяется стандартизация [123]: значения каждой переменной путем вычитания среднего значения с последующим делением на среднее квадратическое отклонение преобразуются в переменные с нулевым средним и дисперсией, равной единице. Вторая проблема решается введением весовых коэффициентов для каждой переменной.

В применении к задаче характеристики качества поверхностных вод по временным рядам наблюдений приведенные подходы могут привести к дополнительным неопределенностям. Действительно, стандартизация, ставит переменные «в одну весовую категорию» только в случае их нормального распределения. Поскольку данные наблюдений за качеством воды чаще всего не описываются нормальным законом и для них характерна существенная асимметрия [274] (что подтверждает и наш анализ, см. п 2.5.2), то стандартизация может привести к фактическому приданию переменным различных весов (в зависимости от степени отклонения распределения переменной от нормального закона). По всей видимости более отвечающим поставленной задаче будет нормирование по ПДК: значения концентраций вычисляются в долях ПДК. В этом случае

значения различных переменных «выравниваются» и формально (0,5 ПДК – 20 ПДК, а не 0,001 – 1000 мг/дм³), и по степени их вредного воздействия на биоту. Однако такое нормирование по сути и является введением весовых коэффициентов, обратно пропорциональных ПДК, при всех обсужденных ранее (п. 1.1.1) недостатках последних.

Кроме того, в случае агрегации данных по (16) стандартизировать переменные $C^m(x, y)$ по отдельности (как это предусмотрено в распространенных статистических программах [123]) нельзя: в этом случае неизбежно фактическое присвоение различных весов значениям концентрации одного ЗВ в различных временных интервалах, что противоречит природе данных.

Вернемся к проблеме выбора переменных. Очевидно, что от него может существенно зависеть результат кластерного анализа. Как известно При наличии минимального обязательного перечня наблюдаемых показателей качества воды, дополнительный перечень может существенно отличаться для различных ПКК [220]. Ограничение минимальным списком не отвечает в полной мере целям нашего исследования. А добавление каждого «нового» ЗВ, с одной стороны, приведет к исключению из числа анализируемых некоторых ПКК, а, с другой стороны, к изменению результатов кластеризации, поскольку генезис изменчивости различных показателей качества может существенно отличаться.

Еще одна проблема – географическая интерпретация результатов. Вполне возможна (и наши расчеты это подтверждают. см. Приложение 4, П. 4.4) ситуация, когда соседние ПКК находятся в разных кластерах, а удаленные – в одном, что делает зонирование бассейна практически не возможным.

Одним из рекомендованных, например, для обработки геологоразведочных данных, подходов является включение в число переменных координат точек отбора пробы [123]. В этом случае расстояние (в пространстве признаков) будет зависеть от географической близости объектов тем больше, чем меньше общее число переменных. Характер распределения координат ПКК (детерминированный и, в идеальном случае, равномерный), и показателей качества (имеют более, или менее выраженные центры распределения) позволяет предположить, что основным критерием для объединения/размежевания объектов станет именно географический.

Для оценки возможности использования статистических методов группировки данных наблюдений за показателями качества поверхностных вод в Подбассейне нами был проведен многовариантный кластерный анализ данных по выбранным эталонным ПКК (Таблица 22). Были использованы: метод иерархической кластеризации и метод К-средних³⁸. Для группировки использовались метод Варда и метод полных связей, в качестве метрики использовались

³⁸ Для расчетов использована trial-версия пакета STATISTICA (<http://statsoft.ru>).

евклидово расстояние и расстояние Чебышева [123]. Выбор методов продиктован характером исходных данных и желанием оценить результаты применения существенно отличающихся подходов. Результаты приведены в приложении (Приложение 4, П. 4.3, П. 4.4).

Ниже (Рисунок 26, Рисунок 27) представлено несколько характерных примеров, которые наглядно иллюстрируют крайнюю затруднительность интерпретации результатов кластерного анализа по описанным выше причинам. Так, например, реки Икса и Тогул, находящиеся в существенно отличающихся природных условиях (Рисунок 20, Таблица 22) оказываются в близких кластерах по нефтепродуктам и железу, и в самых удаленных – по азоту аммонийному и БПК (Рисунок 26). Такое «блуждание» вполне ожидаемо: природные условия имеют самое разнообразное проявление в химизме поверхностных вод. Можно было бы попытаться разбить речной бассейн на участки «однородности» по каждому ЗВ отдельно. При этом, заметим, участки с близкими значениями показателя качества могут (как в приведенном примере) быть географически разобщены. Сходные значения показателей качества в этом случае будут обусловлены различными природными факторами. Практического смысла в таком объединении/размежевании не видно. Повышению статистической обоснованности характеристик распределения случайных величин соответствующего показателя, которого можно добиться, объединив ряды наблюдений, принадлежащих одному кластеру качества, можно противопоставить потерю «индивидуальности», происхождение которой кроется в различиях природных условий. Однако и такие результаты кластеризации можно было бы считать пригодными для практического применения, если бы их можно было бы подтвердить при использовании различных способов агрегации данных и различных методов кластеризации. Существенный разброс результатов не позволяет этого сделать.

Так, например (Рисунок 27), при анализе содержания фенолов р. Катунь и находящаяся в схожих природных условиях р. Чульшман, оказываются в самых удаленных кластерах при использовании данных многолетних наблюдений, агрегированных по гидрологическим сезонам, и в близких – при агрегировании по годам (с учетом сезонности по ф.(22)).

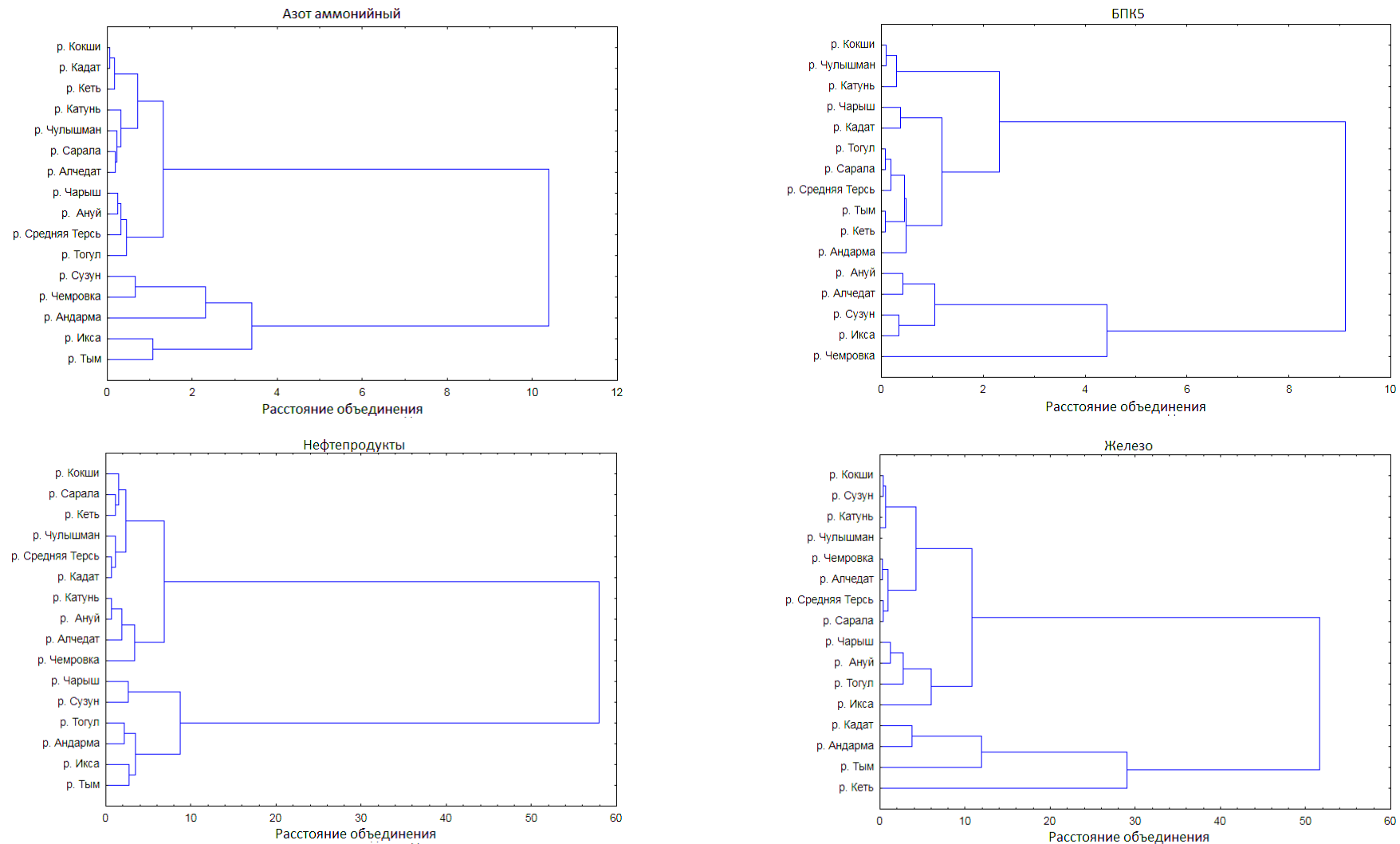


Рисунок 26 – Результаты кластерного анализа данных многолетних наблюдений за качеством поверхностных вод на эталонных ПКК: отличия группировки для различных ЗВ при использовании идентичного подхода (иерархическая кластеризация, объединение по методу Варда, евклидово расстояние)

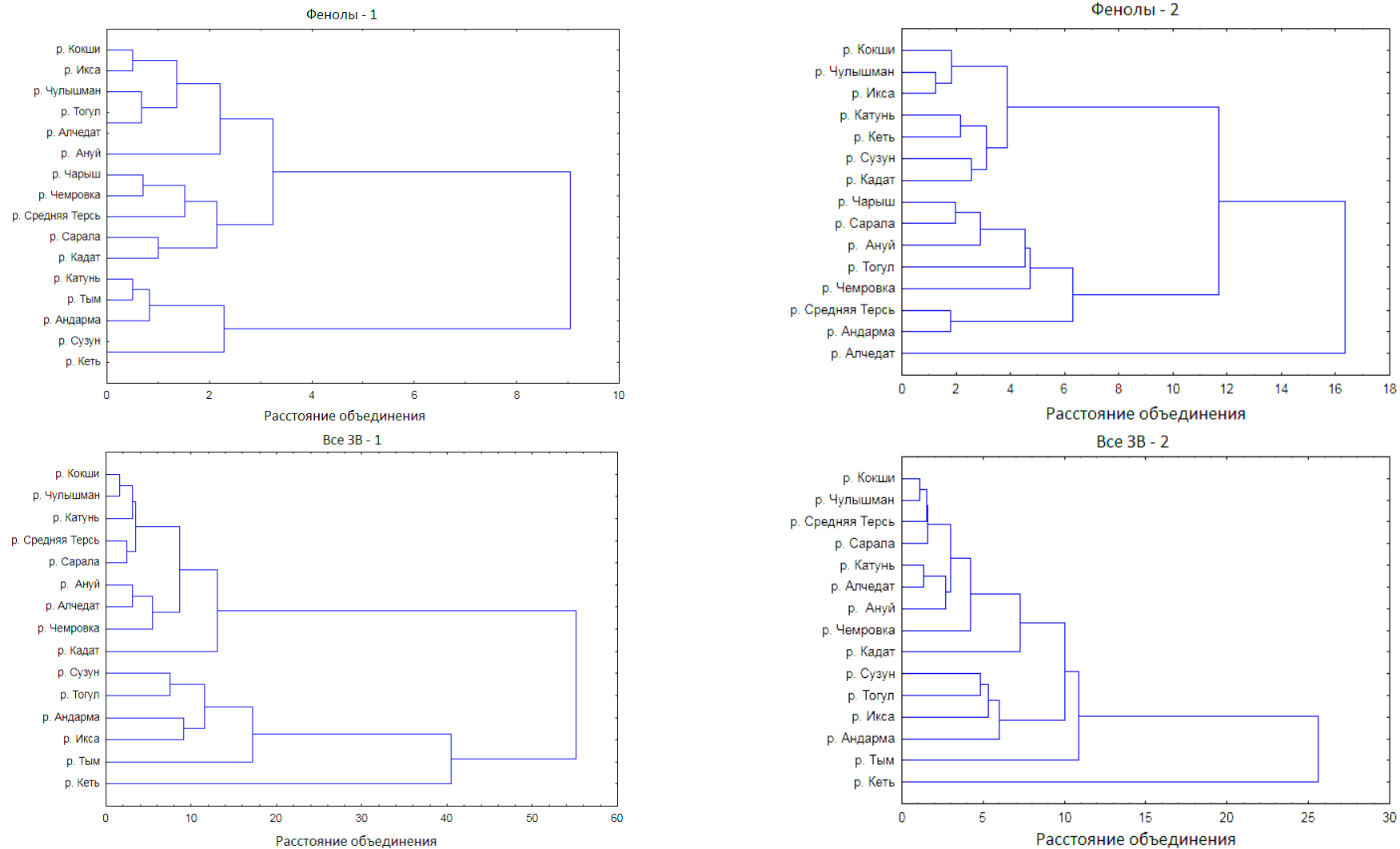


Рисунок 27 – Результаты кластерного анализа многолетних данных (иерархическая кластеризация): примеры различия группировки при использовании разных представлений данных наблюдений (Фенолы-1 – многолетние по сезонам, Фенолы-2 – годовые медианы) и при использовании различных методов на одинаковом наборе исходных данных (Все ЗВ-1 – метод Варда, евклидово расстояние; Все ЗВ-2 – метод полной связи, расстояние Чебышева)

Использование различных методов кластеризации и метрик на одних и тех же данных приводит к близким, но отличающимся в деталях результатам. Так (Рисунок 27) при анализе совокупности данных по набору ЗВ при использовании метода Варда и евклидова расстояния Катунь оказывается гораздо ближе к Чулышману и Кокши (близким по природным условиям), чем к Алчедату и Аную, а при использовании метода полной связи и расстояния Чебышева – наоборот.

Использование метода К-средних дает еще одну отличную от упомянутых интерпретацию (Таблица 24).

Таблица 24 – Сопоставление результатов группировки с использованием различных методов кластерного анализа

ВО	БПК ₅			Железо			Все ЗВ, лето-осень			Все ЗВ, зима		
	В+Е	П+Ч	К-5	В+Е	П+Ч	К-5	В+Е	П+Ч	К-5	В+Е	П+Ч	К-5
р. Катунь												
р. Чулышман												
р. Кокши												
р. Ануй												
р. Чемровка												
р. Тогул												
р. Сузун												
р. Средняя Терсь												
р. Сарала												
р. Кадат												
р. Алчедат												
р. Икса												
р. Андарма												
р. Кеть												
Тым												

Примечания:

- 1) В+Е – результат иерархической кластеризации (до уровня 5 кластеров) по методу Варда (евклидово расстояние);
- 2) П+Ч – результат иерархической кластеризации (до уровня 5 кластеров) по методу полной связи (расстояние Чебышева);
- 3) К-5 – результат кластерного анализа методом К-средних (5 кластеров);
- 4) в каждом столбце цветом обозначается принадлежность к одному кластеру.

Ниже (Рисунок 28, Приложение 4, П. 4.4) представлен ряд результатов применения метода К-средних с вынесением ПКК на сетку географических координат. Как видно, географическая интерпретация затруднительна. Используемая некоторыми исследователями практика выбора из ряда полученных результатов того, который наилучшим образом соответствует априорному

представлению о группировке объектов, представляется нам неоправданной: достоверность такого результата не выше достоверности априорных представлений о классифицируемых объектах.

2.5.4 Выводы по подразделу

Приведем основные практические выводы, которые можно сделать из проведенных массированных статистических расчетов и оценок.

- 1) Данные наблюдений за качеством воды ВО в большом числе случаев не отвечают нормальному закону распределения ни в многолетнем, ни в погодном, ни в сезонном (по гидрологическим сезонам) разрезе. Это, в частности означает, что для исследования и обобщающих характеристик рядов наблюдений за качеством воды следует использовать непараметрические характеристики и критерии [123].

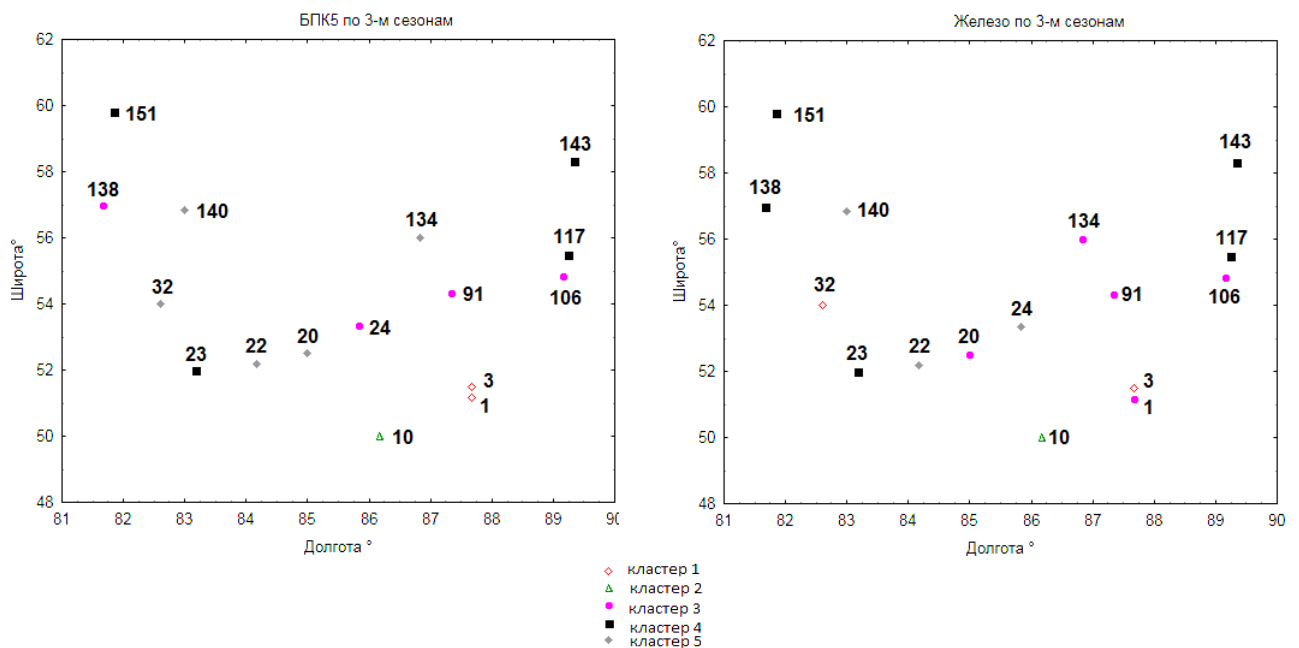


Рисунок 28 – Результаты кластерного анализа по методу К-средних, представленные на географической сетке координат (точки – ПКК с указанием их номера и принадлежности к кластеру)

- 2) Имеется существенная сезонная и заметная погодная вариация данных наблюдений по каждому ПКК. Однако причины этих вариаций настолько сложны, что установить какие-либо имеющие практическое значение закономерности не удастся.
- 3) Ряды наблюдений (за одним ЗВ по одному ПКК) в большом числе случаев статистически неоднородны: можно найти отрезки наблюдений (в т.ч. числе и относящиеся к одному

гидрологическому сезону), гипотеза об отнесении которых к одной генеральной совокупности не будет подтверждена.

- 4) Данные синхронных наблюдений за показателем качества по различным вертикалям одного створа (на разном расстоянии от берега) могут существенно (в десятки раз) отличаться друг от друга, иметь различные статистические характеристики. Это следует учитывать при балансовых расчетах.
- 5) Имеются более и менее очевидные отличия статистических рядов наблюдений за теми или иными показателями качества воды (металлы, органика, нефтепродукты, биогены) по ПКК, расположенным в различных природно-климатических условиях. Однако попытки выделения зон однородности на основе статистических методов (кластерный анализ) не дают сколько-нибудь убедительного результата, поддающегося географической интерпретации ни по отдельным показателям качества, ни по их комбинациям.
- 6) Воздействие природных факторов на химический состав поверхностных вод настолько многообразно, что при имеющемся объеме информации результаты статистического исследования данных наблюдений не могут служить основой для зонирования речного бассейна по природным условиям формирования качества воды ВО. Целесообразнее такое зонирование проводить на основе интегрирующей различные природные факторы географической схематизации, например, на основе ландшафтно-геохимических карт. А затем, на основе данных наблюдений на эталонных ПКК, расположенных в пределах выделенных участков, определять «центральные тенденции» и меры рассеяния случайных величин показателей качества воды. Непараметрические характеристики (медиана, квартиль и т.п.) рядов наблюдений за показателями качества поверхностных вод на эталонных ПКК могут служить объективной основой для установления ЦП для соответствующих участков речного бассейна.

3 МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД И АЛГОРИТМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦЕЛЕЙ И ПРИОРИТЕТОВ ВОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ КРУПНЫХ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

В предыдущих главах обоснована настоятельная необходимость разработки методологических подходов к определению целей и приоритетов водоохранной деятельности в масштабе речного бассейна (подбассейна), проанализированы имеющиеся подходы и практические приемы, применяемые при решении таких задач в России и за рубежом. Проведенный анализ литературных данных, имеющейся картографической информации, данных об антропогенном воздействии и качестве поверхностных вод Верхней и Средней Оби позволил обозначить основные контуры возможностей применения географических и статистических методов к оценке качества поверхностных вод, к выявлению территориальных закономерностей его формирования и определению основных источников негативного воздействия на ВО.

3.1 Методологический подход

Проведенная работа позволила сформулировать основные принципы, которым должна отвечать методология определения целей и приоритетов водоохранной деятельности в речном бассейне в рамках решения задач государственного планирования:

- 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 ГНС, 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.

Перейдем к обоснованию методологического подхода.

Бассейн реки представляет собой функционально целостную геосистему, элементы которой связаны гидрогеохимическими потоками, имеющими общий объект разгрузки [89, 93]. В пределах бассейна происходит трансформация атмосферных осадков в другие составляющие водного баланса, в процессе которой, в частности, формируется химический состав воды поверхностных водных объектов. По этим причинам речной бассейн рассматривается как единый и обособленный объект управления при решении задач охраны поверхностных вод от загрязнения, что соответствует бассейновому подходу [33], закрепленному в ВК [2].

В то же время речной бассейн характеризуется разнообразными сочетаниями климатических, литологических, геоморфологических, почвенных, геоботанических и пр. природных условий, которые определяют территориальную изменчивость химического состава поверхностных вод. В рамках ландшафтно-гидрологического подхода бассейн может быть представлен мозаикой однородных с точки зрения основных гидрологических процессов ландшафтно-гидрологических комплексов, дренируемых речной сетью [93, 94, 115]. 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.

Бассейн реки с геохимической точки зрения представляет собой ландшафтно-геохимическую арену [37], которая состоит из совокупности ландшафтно-геохимических катен, представляющих, в свою очередь, серию фаций, сменяющих друг друга от местного водораздела к местной депрессии рельефа (к местному постоянному или временному 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 геохимических катен. 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 [47, 48, 278] и иерархия ландшафтно-гидрологических систем [92? 93] 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.

Ещё 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 (не подверженного ощутимому антропогенному воздействию) ПКК, имеющего представительные ряды наблюдений, является одним из условий, определяющих границы РУ.

Проведенные нами исследования показали (п. 2.5), что границы РУ целесообразно проводить на основе анализа географических данных.

В предыдущей главе были наглядно продемонстрированы затруднения в использовании и интерпретации результатов стандартных методов многомерного статистического анализа при определении групп однородных с точки зрения показателей качества воды ПКК. Обобщенно их можно представить так:

- неадекватность используемого математического аппарата характеру обрабатываемой информации;
- многовариантность и неоднозначность результатов расчетов, что, в конечном счете, приводит к выбору того результата, который в наибольшей степени соответствует априорному представлению исследователя о речном бассейне; достоверность такого результата не выше достоверности этих представлений;
- необходимость последующей географической интерпретации результатов, возможность которой не гарантирована.

Итак, для учета природных и антропогенных факторов при долгосрочном планировании водоохранной деятельности в бассейне реки предлагается разбиение водосборной площади на РУ на основе тематических карт 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.

Следующий этап – установление целей водоохранной деятельности в бассейне реки. Исходя из буквы Закона [3], можно заключить, что основной целью является достижение НКВ, которые должны учитывать «природные особенности территорий». Таких нормативов в применении к поверхностным ВО до сих пор нет. ВК дает возможность применения другого инструмента – целевых показателей качества воды ВО (ЦП), не раскрывая, правда, содержания этого термина.

ЦП выгодно отличаются от НКВ 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 [134]. Развитие и адаптация этого термина к российским условиям и поставленной задаче исследований привели нас к следующему определению с тремя неотъемлемыми комментариями.

Целевые показатели качества воды поверхностных водных объектов – значения показателей химического состава и физических свойств воды поверхностных водных объектов, на достижение которых направлены водоохранные мероприятия СКИОВО.

Целевые показатели устанавливаются для участков речного бассейна, выделенных по различию природных условий формирования качества поверхностных вод (расчетные участки).

Значения целевых показателей рассчитываются в общем случае на основе данных наблюдений за качеством воды на эталонных пунктах контроля качества воды, расположенных на расчетных участках.

Целевые показатели не могут быть «хуже» показателей качества воды, имевшихся на момент установления целевых показателей.

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 и т.п.

ЦП допускают такую трактовку: нет объективных оснований полагать, что на рассматриваем РУ значения контролируемого показателя качества, не превышающие (в определенном статистическом смысле) ЦП, обусловлены контролируруемыми антропогенными факторами, поскольку в сходных природных условиях такие концентрации наблюдаются в отсутствие 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 рекомендуемое 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.

После того как ЦП установлены, производится оценка актуального состояния бассейна на основе сопоставления концентраций ЗВ, наблюдаемых на каждом ПКК, с ЦП. Если концентрация по некоторому ЗВ меньше (лучше) ЦП, то производится уточнение ЦП для этого ПКК (о принципах сопоставления значений концентраций будем говорить в п. 3.2.5). ЗВ, концентрация которого выше ЦП, считается *приоритетным*. В такой терминологии задачей водоохранной деятельности является снижение концентраций приоритетных ЗВ до значений ЦП.

Улучшения приоритетных показателей качества воды можно добиться, воздействуя на управляемые источники поступления ЗВ в ВО. Эти источники могут быть как точечными (выпуски сточных вод), так и рассредоточенными (селитебные территории, промплощадки, сельхозугодья, животноводческие комплексы).

После того как по каждому ПКК установлены приоритетные ЗВ производится поиск управляемых источников их поступления в ВО. Предлагается вести анализ источников загрязнения последовательно от истоков к устью (замыкающему створу), от одного ПКК к

другому. Наиболее объективным критерием воздействия (потенциального воздействия) источника на ВО в рамках бассейнового планирования водоохранной деятельности представляется масса ЗВ, поступившая от источника в определенный период времени (год, гидрологический сезон). Сравнение суммарной массы приоритетного ЗВ, поступившей от управляемых источников на участке между ПКК с массой этого ЗВ, прошедшей через контрольный створ за тот же период времени, позволяет сделать заключение о влиянии управляемых источников на качество воды в ВО. Если масса приоритетного ЗВ, поступившая от управляемых источников, мала по отношению к массе в контрольном створе, то понятно, что мероприятия по сокращению поступления этого ЗВ не приведут к ощутимому улучшению качества воды, и нет смысла относить их реализацию к приоритетам водоохранной деятельности в бассейне (что не отменяет рутинных требований по водоохране, предъявляемых к таким источникам). Если же доля управляемых источников ощутима, то необходимо выявить те из них, воздействие на которые может дать наибольший эффект.

Анализ данных отчетности по форме 2-ТП (водхоз), проведенный автором по целому ряду бассейнов, позволяет заключить, что крупные источники, обеспечивающие (каждый в отдельности) 5% и более от суммарной массы некоторого ЗВ, поступающей в ВО от управляемых источников на ВХУ, поставляют в совокупности более 80% от суммарной массы этого ЗВ. При этом количество таких крупных источников поступления ЗВ часто менее 20% (некий аналог закона Парето). Целесообразно при планировании водоохранных мероприятий и определении направлений государственной поддержки водоохранной деятельности в качестве приоритетных рассматривать мероприятия по сокращению поступления ЗВ (приоритетных) именно от таких крупных источников.

Основные позиции, предложенного 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 гидрологической 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 данными.

Предложенный методологический 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

Исходя из изложенного можно предложить следующий общий порядок определения приоритетов водоохранной деятельности в речном бассейне:

- 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 и 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).

Предложенный порядок установления целей и приоритетов водоохранной деятельности, как видно, полностью отвечает шести означенным принципам и обеспечивает учет природных и антропогенных факторов формирования качества воды поверхностных водных объектов.

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 цифровой картографической основы, которой располагают Росводресурсы. Она содержит несколько информационных слоев, в т. ч. – гидрографическую сеть, границы ВХУ, населенные пункты, ПКК и пр.

3.2.1.1 Выбор эталонных ПКК

Под эталонным понимается ПКК, выше которого ВО не подвержен ощутимому антропогенному воздействию. Обязательное требование к эталонному ПКК – отсутствие выше него зарегистрированных, т.е. зафиксированных в отчетности по форме 2-ТП (водхоз), выпусков сточных вод в поверхностные ВО.

Различаем 3 типа эталонных ПКК по наличию выше них других (кроме выпусков в ВО) источников антропогенного воздействия:

а – нет выпусков на рельеф (по форме 2-ТП (водхоз), коды типа приемника 80-83), нет населенных пунктов и сельхозугодий;

б – нет выпусков на рельеф, но есть малые населенные пункты и/или сельхозугодья;

в – есть выпуски на рельеф и/или малые населенные пункты и/или сельхозугодья.

При установлении типа ПКК последовательно анализируются следующие источники информации: отчетность по форме 2-ТП (водхоз), ГИС, другие источники, включая общедоступные спутниковые снимки. Эталонные ПКК и их тип отмечаются на используемой картографической основе.

3.2.1.2 Порядок установления границ расчетных участков

Предлагается следующий *порядок установления границ РУ* с целью учета различий в природных условиях формирования качества воды ВО.

- 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 [260]. В этом атласе содержится исчерпывающий перечень тематических карт, включая ландшафтно-геохимическую карту (масштаб 1 : 15 000 000), которая рекомендуется в качестве базовой при определении границ РУ.

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.

- 4) 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. На этом этапе при наличии информации возможно применение статистических методов для оценки однородности данных наблюдений по анализируемым ПКК.
- 5) 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.
- 6) Границы РУ и СУ выносятся на карту речного бассейна.

3.2.2 Определение состава целевых показателей

На основе проведенного выше анализа мировой практики, действующих российских нормативных документов и предложений отечественных исследователей предлагается следующий подход к определению состава ЦП.

Набор ЦП определяется типом ВО (водоток, водоем), характером антропогенного воздействия на него (актуального и планируемого), преобладающим видом использования (хозяйственно-питьевое, коммунально-бытовое, рыбохозяйственное, особо охраняемые природные территории).

Набор ЦП состоит из ограниченной обязательной части и ЗВ, риск поступления которых в ВО обусловлен текущей/планируемой хозяйственной деятельностью.

Рекомендуется следующий список обязательных показателей:

- 1) концентрация растворенного кислорода, мг $O_2/дм^3$;
- 2) химическое потребление кислорода (ХПК), мг $O_2/дм^3$;
- 3) биохимическое потребление кислорода за 5 суток (БПК₅), мг $O_2/дм^3$;
- 4) концентрации биогенных элементов: азота (общего), фосфора (общего);
- 5) концентрация нефтепродуктов, мг/дм³.

В случае отсутствия информации вместо азота общего можно использовать данные по нитритам, нитратам и аммоний-иону, вместо фосфора общего – по фосфатам. Для особо охраняемых природных территорий, при соблюдении установленного законом режима природопользования, достаточно показателей 3),4).

Для водоемов (озер, водохранилищ, прудов и обводненных карьеров) рекомендуется в качестве обязательных показателей использовать также прозрачность и концентрацию хлорофилла-*a*.

Список дополнительных физико-химических ЦП определяется на основе анализа данных мониторинга ВО, планов социально-экономического развития территорий, технологий действующих и планируемых производств, выявленных ключевых проблем речного бассейна (полученных в рамках разработки/уточнения СКИОВО). При определении списка дополнительных физико-химических ЦП следует ориентироваться на утвержденный Перечень [245]. Можно также использовать РД 52.24.309-2011 [220]. Однако в соответствии с общемировой тенденцией, следует проанализировать список контролируемых показателей с целью их сокращения без понижения информативности данных. При этом предпочтение должно быть отдано показателям, характеризующим широкий спектр воздействий на ВО.

Рекомендуется использовать следующие предварительные критерии для включения ЗВ в список показателей для установления ЦП на РУ:

- наличие сверхнормативных сбросов ЗВ со сточными водами;
- среднегодовая концентрация ЗВ хотя бы на одном ПКК выше ПДК_{рх}.

Приведенные выше замечания по выбору показателей относятся, главным образом, к вопросам проектирования или совершенствования системы наблюдений за качеством воды поверхностных ВО. При опоре на действующую систему наблюдений (ГНС) рекомендуется при первичном анализе 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. Предпочтительнее использовать данные по эталонным ПКК типа *a*. Если ПКК типа *a* на РУ нет, используются ПКК типа *б*, если и их нет – *в*. Возможно комбинирование информации. Если эталонного ПКК на РУ нет, применяется специальный алгоритм расчета (см. ниже), или экспертные оценки.

При наличии информации ЦП следует рассчитывать с учетом характерных фаз гидрологического режима (сезонов) и неравномерности представления сезонов в ряду наблюдений. В соответствии с выводами 2-ой главы для расчета значений ЦП следует использовать непараметрические статистические оценки. Способы расчета ЦП по различным типам эталонных ПКК несколько отличаются.

Значения ЦП рассчитываются сначала для каждого РУ, затем для каждого СУ, затем производится уточнение для каждого ПКК с учетом актуального состояния ВО. При наличии на РУ достаточного объема информации ЦП могут устанавливаться отдельно для водоемов и водотоков, возможно и более детальное классифицирование ВО.

Значение ЦП при расчете по эталонным ПКК типа *a* принимается равным верхнему квартилю Q_3 распределения наблюдаемых значений концентрации соответствующего ЗВ (Рисунок 29). 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.

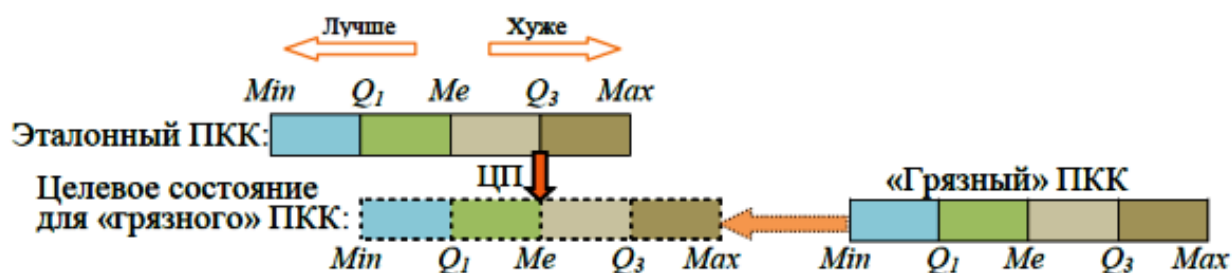


Рисунок 29 – Схема установления ЦП по ряду значений концентраций ЗВ, наблюдаемых на эталонном створе: ряды наблюдаемых значений концентраций ЗВ представлены в виде прямоугольников; Min – минимальное значение; Q_1 – нижний квартиль; Me – медиана; Q_3 – верхний квартиль; Max – максимальное значение.

Коренным отличием ЦП от норматива качества является то, что с его значением не связаны никакие гарантированные свойства ВО, которые могли бы лечь в основу инженерных расчетов, которые, в свою очередь, должны с определенной степенью надежности (обычно $P = 0,95$) обеспечивать заданные параметры функционирования тех или иных систем. ЦП – лишь ориентир по улучшению качества воды, основанный на данных наблюдений на незагрязненных ВО, находящихся в схожих природных условиях.

Выбор верхнего квартиля (квантиль порядка 0,75) для установления значений ЦП произведен экспертно с учетом российского [91, 67] и зарубежного [247-249] опыта. Использование в качестве ЦП верхнего квартиля концентраций 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 (25%)³⁹.

При расчете по эталонным ПКК типа *б* 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 *в* 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».

Если по какому-либо ЗВ данных по эталонным ПКК нет или не достаточно, 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 нижнему квартилю Q_1 наблюдаемых значений концентраций ЗВ (ЦП – верхняя граница лучших 25% наблюдаемых на загрязненных ВО 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.

Опишем 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 *а* на некотором РУ, где

$$i=1,\dots,I; j=1,\dots,J_i^k; k=1,\dots,K;$$

I – общее количество ПКК типа *а* 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:

³⁹ Это замечание далее по тексту повторяться не будет. Для таких показателей качества в расчетных формулах Q_3 заменяется на Q_1 и наоборот.

$$m = 1, \dots, M;$$

$$\sum_{m=1}^M L_m = 12.$$

Обозначим $C_{i,jm}^k$ совокупность значений $C_{i,j}^k$, относящихся к m -тому сезону.

Сезонные значения ЦП представляются в виде:

$$\text{ЦП}_m^k = Q_3(C_{i,jm}^k); \quad (16)$$

где Q_3 – обозначение верхнего квартиля.

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

$$\text{ЦП}^k = \frac{\sum_{m=1}^M Q_3(C_{i,jm}^k) \times L_m}{12}, \quad (17)$$

При таком способе расчета годового значения ЦП^k удается 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 (7) вырождается в:

$$\text{ЦП}^k = Q_3(C_{i,j}^k); \quad (18)$$

При расчете значений ЦП по данным эталонных ПКК типа **б** для азота (и его соединений), фосфора (и его соединений) и нефтепродуктов в формулах (16)-(18) верхний квартиль Q_3 заменяется на медиану Me .

При расчете значений ЦП по данным эталонных ПКК типа **в** в формулах (16)-(18) верхний квартиль Q_3 заменяется на медиану Me для всех ЗВ.

В случае отсутствия на РУ эталонных ПКК расчет значений ЦП производится по данным наблюдений $C_{i,j}^k$ по всем ПКК, расположенным на РУ. В этом случае в формулах (16)-(18) верхний квартиль Q_3 заменяется на нижний квартиль Q_1 , а $i = 1, \dots, N$, где N - общее число ПКК на РУ. При этом желательно исключать из расчетов данные по ПКК, расположенным в 500-метровой зоне ниже выпусков сточных вод крупных предприятий.

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. Степень надежности статистических расчетов, достаточности имеющейся информации для проведения статистического анализа и т. п. определяются стандартными методами.

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 веществ искусственного происхождения возможно установление ЦП на уровне ПДК_{рх} [3]. 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.

Рекомендуется устанавливать ЦП отдельно для различных типов ВО на РУ. Уровень типизации ВО зависит от наличия необходимого объема информации (эталонных ПКК, рядов наблюдений). Предлагается рассматривать возможность установления ЦП последовательно для различных уровней типизации (от простого к сложному):

- без типизации (все ВО на РУ);
- отдельно для водотоков и водоемов (по типам ВО);
- по типам ВО и степени антропогенной измененности;
- с использованием дополнительных классификационных признаков (размер ВО, скорость течения и пр.).

Первые два, как показала практика, наиболее употребимы в российских условиях.

В случае отсутствия на РУ данных наблюдений за содержанием ЗВ в ВО, достаточных для проведения расчетов по приведенным выше формулам, возможно установление ЦП на основе экспертных оценок. Экспертные оценки могут базироваться на:

- данных наблюдений за содержанием ЗВ в ВО, находящихся в сходных природных условиях (ВО-аналоги);
- литературных данных, данных экспедиционных обследований;
- характеристиках удовлетворительного (хорошего) состояния ВО по какой-либо классификации (например, [254? 255]).
- значениях ПДК [3, 132].

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 в формирование качества воды на СУ, 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:

$$ЦП_s^k = (ЦП_{s-1}^k + ЦП_{лев}^k + ЦП_{прав}^k)/3, \quad (19)$$

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:

$$ЦП_1^k = (ЦП_{лев}^k + ЦП_{прав}^k)/2. \quad (20)$$

Таким способом рассчитываются как годовые, так и сезонные значения ЦП на СУ. 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

Если на момент установления ЦП в каком-либо ПКК значение показателя качества воды было «лучше» ЦП, то для этого ПКК производится уточнение значения ЦП (в соответствии с принципом неухудшения качества воды).

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 (в общем случае - взвешенным по сезонам, см. ф. (17)) наблюдаемых значений концентраций (Рисунок 30).

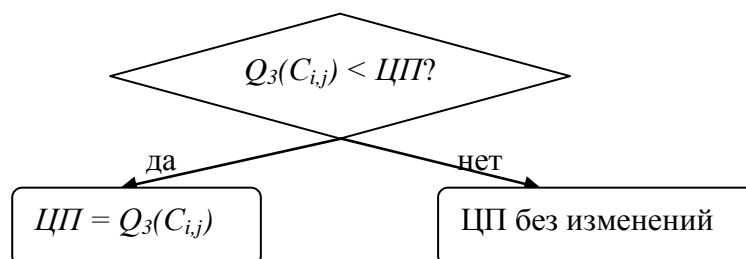


Рисунок 30 – Уточнение ЦП по данным многолетних наблюдений на ПКК.

Таким образом, если

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

то $ЦП_i^k = \frac{\sum_{m=1}^M Q_3(C_{i,jm}^k) \times L_m}{12},$ (21)

иначе $ЦП_i^k = ЦП^k.$

Все обозначения и допущения такие же, как в (16)-(18) 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:

$$Me_i^k = \frac{\sum_{m=1}^M Me(C_{i,jm}^k) \times L_m}{12} \leq ЦП_i^k, \quad (22)$$

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 применения стали привычной «системой координат» в вопросах оценки качества воды. При таком представлении ЦП оказываются «нормированными» по степени их опасности (со всеми оговорками) для гидробионтов, их численные значения для различных ЗВ становятся сопоставимыми. В случае отсутствия ПДК_{рх} для k -того ЗВ применяется другое, используемое в роли норматива значение.

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 $Me_i^k < 0,5 ПДК_{рх}$.

Может возникнуть вопрос необходимости учета доверительного интервала самого вычисленного значения ЦП. В [67] предлагается ввести поправку к значению ЦП, которая в нашем случае может быть представлена так:

$$ЦП_i^{k, 0,95} = ЦП_i^k - \frac{2,15\sigma}{\sqrt{N}}, \quad (23)$$

где $ЦП_i^{k, 0,95}$ нижняя доверительная граница ЦП с обеспеченностью 0,95;
 σ – среднеквадратичное отклонение значений $C_{i,j}^k$, использованных для расчета ЦП
(для простоты берем случай «без сезонов»);
 N – общая длина выборки $C_{i,j}^k$.

С одной стороны, с учетом специфики решаемой нами задачи и принятой точности (до целых ПДК_{рх}) предложенная поправка в широком диапазоне σ и N останется «неразличимой». С другой стороны, поскольку вводится поправка со знаком минус, то требования к качеству воды становятся более строгими: с вероятностью 95% мы избежим ошибок, связанных с занижением требований к качеству воды. Однако, если следовать такому принципу предосторожности (или, принципу санитарного максимализма, как называют его авторы [67]), то при оценке достигнутого качества воды ВО, мы будем должны избегать ошибок, связанных с занижением рассчитанного показателя. Тогда для оценки достижения ЦП на i -том ПКК вместо формулы (22) придется использовать формулу:

$$Me_i^k + \frac{2,15\sigma_i^k}{\sqrt{N_i^k}} < ЦП_i^k - \frac{2,15\sigma}{\sqrt{N}}, \quad (24)$$

где σ_i^k – среднее квадратическое отклонение «контрольного» ряда наблюдений $C_{i,j}^k$;
 N_i^k – длина этого ряда.

Поскольку контрольный период (для сопоставления значений наблюдаемых концентраций с ЦП) это, чаще всего, один год, то N_i^k не велико, и, следовательно, второе слагаемое может быть существенным. Вплоть до того, что ЦП нельзя будет считать достигнутым и на эталонных ПКК при выборке по какому-либо году из тех, данные по которым были использованы при вычислении значений ЦП. Это будет особенно очевидно на практических примерах расчета ЦП (см. главу 4).

Поскольку предложенные нами алгоритмы предусматривают уточнение значений ЦП по мере накопления информации, также как и целенаправленное проведение работ по такому уточнению в определенных случаях, считаем предложенный в [67] учет доверительного интервала в значениях ЦП излишним. Следует отметить, что в [67] рассматривалась задача расчета норматива качества воды, со всеми вытекающими отличиями от ЦП.

3.3 Установление приоритетов водоохранной деятельности в речном бассейне

С точки зрения управления состоянием ВО основное предназначение ЦП – оценка антропогенной измененности ВО и установление приоритетов водоохранной деятельности в бассейне реки. Изложим разработанный нами алгоритм установления приоритетов.

3.3.1 Определение приоритетных загрязняющих веществ

После того, как ЦП установлены, по каждому ПКК определяется перечень приоритетных ЗВ – тех ЗВ, усилия на сокращение поступления которых должны быть направлены в первую очередь.

В соответствии с предложенным методологическим подходом приоритетным на i -том ПКК считается всякое k -тое ЗВ, для которого выполняется условие:

$$Me_i^k > ЦП_i^k \quad (25)$$

где Me_i^k соответствует обозначениям, принятым в (22).

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}.

Предлагаются следующие уровни приоритетности ЗВ:

1 (высший) - концентрация ЗВ превосходит и соответствующее значение ЦП, и значение

$$ПДК_{рх}: Me_i^k > ЦП_i^k \text{ и } Me_i^k > ПДК_{рх}^k;$$

2 - концентрация ЗВ превосходит ЦП, но не превосходит ПДК_{рх}: $Me_i^k > ЦП_i^k$ и $Me_i^k \leq ПДК_{рх}^k$;

3 - концентрация ЗВ не превосходит ЦП, но превосходит значение ПДК_{рх}: $Me_i^k \leq ЦП_i^k$ и $Me_i^k > ПДК_{рх}^k$.

С некоторой долей условности можно сказать, что ЗВ назначается приоритет **1**, если обнаружено статистически значимое превышение концентрации и над природным, и над безопасным уровнем загрязнения, приоритет **2** – при превышении природного без превышения безопасного и приоритет **3** – при превышении безопасного уровня загрязнения без превышения природного.

3.3.2 Определение источников поступления приоритетных загрязняющих веществ

Добиться снижения поступления в ВО приоритетных ЗВ можно на основе сокращения поступления этих ЗВ из управляемых источников загрязнения. Очевидно, что при установлении

приоритетности водоохранных мероприятий следует руководствоваться установленной приоритетностью ЗВ, на снижение поступления которых они направлены.

Учитывая специфичность различных типов источников воздействия на ВО, как по точности оценок, так и по методам управления ими, предлагаем проводить отдельную оценку воздействий для:

- точечных источников;
- селитебных территорий и промплощадок;
- сельхозугодий;
- животноводческих комплексов.

К точечным управляемым источникам ЗВ относятся выпуски, по которым осуществляется сброс сточных вод в поверхностные ВО водопользователями, отчитывающимися по форме 2-ТП (водхоз). Селитебные территории, сельхозугодья и животноводческие комплексы, влияние которых на ВО поддается оценке, относятся к рассредоточенным управляемым источникам. Заметим, что значительные массы ЗВ поступают в ВО из неуправляемых (в т.ч. – не идентифицированных) источников, которые могут носить как природный, так и антропогенный характер.

Выявление источников поступления приоритетных ЗВ осуществляется по участкам бассейна между ПМК. Назовем такие участки «контрольными» (КУ). Последовательно, от истока к устью, на каждом КУ производится сопоставление годовых расходов масс ЗВ через створ, замыкающий КУ, с массами ЗВ, поступившими от управляемых источников..

Выявление источников поступления приоритетных ЗВ по КУ производится так:

- 1) Перечень и суммарные годовые массы ЗВ, поступивших в поверхностные ВО от учетных точечных источников на КУ – M_T^k определяются по данным статотчетности по форме 2 - ТП (водхоз).
- 2) Перечень и суммарные годовые массы ЗВ, поступивших в поверхностные ВО от учетных рассредоточенных источников на КУ: M_T^k – с селитебных территорий и промплощадок («городов»), M_C^k – с сельхозугодий, $M_{ж}^k$ - от животноводческих комплексов, определяются по данным натурных исследований, либо по косвенной информации с использованием действующих нормативных и методических документов [258, 273, 279-284].
- 3) Перечень и суммарные годовые массы ЗВ, проходящие через ПМК, замыкающий КУ (*i*-тый ПМК), определяются по данным многолетних наблюдений за концентрациями ЗВ и расходами воды в соответствующем ПМК:

$$M_i^k = \frac{\sum_{m=1}^M Me(C_{i,jm}^k \times W_{i,jm}^k) \times L_m}{12} \times D, \quad (26)$$

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:

$$D_T^k = \frac{M_T^k}{M_i^k} \times 100\%; \quad (27)$$

$$D_G^k = \frac{M_G^k}{M_i^k} \times 100\%; \quad (28)$$

$$D_C^k = \frac{M_C^k}{M_i^k} \times 100\%; \quad (29)$$

$$D_{Ж}^k = \frac{M_{Ж}^k}{M_i^k} \times 100\%. \quad (30)$$

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 наихудших или характерных условий в контрольном створе. Например, при расчете D_T^k (для выпусков сточных вод) M_i^k в (27) желательно рассчитывать по данным гидрологического сезона с наименьшим значением осредненного расхода массы k -того ЗВ через замыкающий КУ створ (чаще всего – зима):

$$M_i^k = \min_{m \in \overline{1, M}} \{ Me(C_{i,jm}^k \times W_{i,jm}^k) \} \times D. \quad (31)$$

При оценке влияния стока ЗВ с сельхозугодий (D_C^k) M_i^k в (29) желательно рассчитывать по данным гидрологических сезонов теплого времени года :

$$M_i^k = \frac{\sum_{m_1=1}^{M_1} Me(C_{i,jm_1}^k \times W_{i,jm_1}^k) \times L_{m_1}}{\sum_{m_1=1}^{M_1} L_{m_1}} \times D, \quad (32)$$

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

В случае учета сезонности расчеты лучше производить в среднесуточных показателях.

- 6) Если $D_x^k \geq 1\%$ (где x – индекс одного из типов источников: т, г, с, ж) то снижение поступления k -того ЗВ от источников типа x , расположенных на КУ, считается приоритетной водоохранной задачей. Уровень приоритета водоохранной задачи соответствует приоритету k -го ЗВ. Такая высокая «чувствительность» (1%) установлена,

исходя из принципа «предосторожности», с учётом 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).

- 7) Рекомендуется определять значения D_x^k по всем (а не только по приоритетны) ЗВ, поступление которых в ВО зафиксировано. Выполнение условия $D_x^k \geq 1\%$ для неприоритетных ЗВ может означать наличие существенного антропогенного пресса, который пока не привел к заметным последствиям, что может послужить поводом для принятия дополнительных мер по отслеживанию воздействия источников поступления соответствующего ЗВ в ВО. В указанном случае рекомендуем присваивать приоритет **4**.
- 8) На КУ может находиться большое число выпусков сточных вод, с существенно различающихся массами сброса приоритетного ЗВ. В случае $D_r^k \geq 1\%$ 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%. Опыт показывает, что обычно таких выпусков на КУ менее 20%, и они дают более 80% суммарной массы сброса ЗВ.
- 9) Если при наличии приоритетного ЗВ не удастся найти управляемые источники его поступления на КУ (или выше по течению), то к приоритетным водоохранным задачам (с приоритетом соответствующим приоритету ЗВ) относятся меры по получению дополнительной информации об источниках поступления этого ЗВ и/или уточнению ЦП.
- 10) После того, как приоритетные водоохранные задачи установлены по всем КУ речного бассейна, разрабатываются мероприятия, направленные на их решение. Составляется Перечень приоритетных водоохранных мероприятий. Приоритет мероприятия определяется высшим на соответствующем КУ приоритетом среди тех ЗВ, сокращение поступления которых в ВО обеспечивает мероприятие.
- 11) Перечень приоритетных водоохранных мероприятий используется при формировании Перечня бассейновых водоохранных мероприятий, который готовится в рамках разработки/корректировки СКИОВО [2]. Вопрос о включении водоохранных мероприятий в Перечень мероприятий СКИОВО и очередности их реализации решается с учетом установленных приоритетов
- 12) В случае отсутствия финансовых возможностей реализации водоохранных мероприятий с приоритетами **1** или **2**, следует в установленном порядке обратиться в компетентный государственный орган для получения предусмотренных Законом мер государственной

поддержки. В качестве обосновывающих материалов к такому обращению могут быть использованы результаты расчетов, выполненных в соответствии с предложенным методологическим подходом.

3.3.3 Оценка рисков, связанных с используемыми упрощениями

Конечно, предложенная схема основана на целом ряде упрощений. Но именно эти упрощения делают её работоспособной в российских условиях. Дадим краткое обоснование упрощенной схемы и оценку рисков, связанных с её применением.

При наличии действующей хорошо откалиброванной модели (или серии моделей), «покрывающей» весь бассейн, установление ЦП и приоритетов можно было бы проводить с использованием этой модели (расчетными и имитационными методами). Но для большинства речных бассейнов России таких моделей нет, а задачи управления надо решать сегодня. Для установления вклада источников поступления ЗВ в формирование качества воды в ВО при отсутствии действующей модели следовало бы рассчитывать баланс масс на каждом КУ. Однако попытки проведения таких расчетов (например, по бассейнам р.р. Обь и Кама) показали, что для этого нет достаточной информации.

Эти два довода подвигли нас ограничиться последовательным от истока к устью сопоставлением масс ЗВ, поступающих в ВО от управляемых источников на КУ, с расходом массы на замыкающем этот КУ створе.

При таком подходе по сути реализуется два основных упрощения:

- игнорируется возможная вариативность воздействия источников ЗВ, связанная с процессами деструкции, осаждения и пр.;
- источники поступления ЗВ учитываются и оцениваются только в рамках КУ, на котором они расположены.

Первое упрощение можно обосновать так. Мысленно перенесем весь сброс ЗВ в непосредственную близость от замыкающего створа КУ. Если даже в этих условиях при полном прекращении сброса масса ЗВ, проходящая через замыкающий створ КУ (характеристика воздействия на бассейн реки) изменится незначительно ($D_x^k < 1\%$), то концентрировать усилия и средства в рамках СКИОВО на сокращение поступления этого ЗВ на этом КУ нецелесообразно: ожидать бассейнового эффекта от сокращения сброса не приходится. «Помещая» все источники в непосредственной близости от замыкающего створа, мы не нарушаем логической основы задачи «выбраковки» тех источников, влияние которых на качество воды в замыкающем створе ничтожно. Мы не утверждаем, что все оставшиеся после «выбраковки» источники оказывают заметное влияние на формирование качества воды в замыкающем створе, однако, если такие

источники есть, то они – среди оставшихся. Таким образом, рассматриваемое допущение вполне отвечает принципу предосторожности.

Второе упрощение основывается на предположении, что если поступление ЗВ от всех источников на некотором КУ не оказывает существенного влияния на качество воды в замыкающем КУ створе, то на нижерасположенном КУ это влияние может быть только ещё менее значительным. При этом предполагается, что при последовательном анализе КУ от истоков к устью каждое приоритетное ЗВ должно быть сопоставлено с управляемыми источниками его поступления. Если по какому либо ЗВ этого сделать не удастся, то формулируются мероприятия по уточнению источников поступления ЗВ и/или уточнению ЦП, которые включаются в бассейновую программу мероприятий (СКИОВО). Проблема, если можно так выразиться, «не переходит через замыкающий КУ створ». На следующем КУ задача решается снова. Отличие лишь в том, что решение о проведении мероприятий по уточнению источников поступления ЗВ и /или уточнению ЦП принимается только при условии, что это ЗВ не было приоритетным на вышележащем КУ.

Рассмотрим 2 последовательно (по потоку) расположенных КУ. Назовем их КУ₁ и КУ₂. Пусть концентрации и расходы масс k-го ЗВ на замыкающих створах представлены в виде: Me_1^k, Me_2^k и M_1^k, M_2^k , а суммарные массы сброса этого ЗВ по КУ – M_{T1}^k и M_{T2}^k (соответственно). Пусть установлены ЦП: ЦП₁^k и ЦП₂^k. Рассмотрим «худший» с точки зрения неучета воздействий M_{T1}^k на КУ₂ случай, когда k-ое ЗВ не является приоритетным на КУ₁, а на КУ₂ его концентрация повышается и оно становится приоритетным при отсутствии существенных управляемых источников его поступления:

$$Me_2^k > Me_1^k \text{ и } Me_1^k \leq \text{ЦП}_1^k \text{ и } Me_2^k > \text{ЦП}_2^k \text{ и } M_{T2}^k < 0,01 \times M_2^k.$$

Возможны 2 варианта:

- 1) на КУ₁ нет существенных источников поступления k-го ЗВ: $M_{T1}^k < 0,01 \times M_1^k$;
- 2) есть такие источники: $M_{T1}^k \geq 0,01 \times M_1^k$.

В первом случае роль управляемых источников в формирование качества воды на замыкающем створе КУ₁ пренебрежимо мала: масса исследуемого ЗВ на обоих КУ формируется главным образом за счет неуправляемых источников. Нет никаких оснований полагать, что воздействуя на M_{T1} , можно существенно улучшить качество воды в замыкающем створе КУ₂.

Во втором случае управляемые источники на КУ₁ вносят ощутимый вклад в M_1 , но при этом не превышаются целевые значения контролируемого показателя качества на замыкающем КУ₁ створе. Повышение содержания k-го ЗВ на КУ₂ свидетельствует о наличии на КУ₂ неуправляемых (не идентифицированных) источников поступления контролируемого ЗВ. Поскольку управляемые источники не обнаружены, фиксируется потребность в проведении

дополнительных мероприятий по уточнению источников поступления ЗВ и/или ЦП. Такие мероприятия покроют и случай, когда $ЦП_2^k < ЦП_1^k$.

Как видим, предложенные 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 дать улучшение качества воды в контрольных створах. А также дают основания для проведения дополнительных мероприятий по уточнению источников поступления ЗВ и/или уточнения ЦП. Напомним, что ЦП (а значит – и приоритеты) могут корректироваться по составу и численным значениям по мере накопления и обработки новой информации о состоянии ВО. Корректировка ЦП производится в соответствии с процедурой корректировки СКИОВО не чаще одного раза в пять лет [241].

3.4 Преимущества предложенного подхода

Использование предложенного методологического подхода к установлению целей и приоритетов водоохранной деятельности в речном бассейне обеспечивает:

- выявление тех проблем загрязнения поверхностных ВО, обусловленность которых антропогенным воздействием не противоречит имеющимся данными наблюдений;
- определение задач, которые можно решить, воздействуя на управляемые источники поступления ЗВ;
- 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 способствует повышению эффективности использования средств, реальному улучшению состояния ВО. Предложенные подходы гармонизированы с основными положениями РВД [135], прошли широкую апробацию на российском [7, 13, 140, 143, 147, 153, 158, 168, 171, 175, 184-189, 192, 193, 196, 197, 285-289] и международном уровне (в том числе в Комиссии ООН по устойчивому развитию в 1988 г., в ЕЭК ООН в 2003 г., в ОЭСР в 2011 г.) [131, 148, 155, 160, 161, 167, 176].

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

В настоящей главе приведем обоснование и результаты установления ЦП и приоритетов водоохранных мероприятий по подбассейну Верхней и Средней Оби. Работы были проведены автором в ФГБУ РосНИИВХ в рамках выполнения государственного контракта от 20.05.2010 г. С-10-О6 № 42-10/НОБВУ «Разработка проекта СКИОВО бассейна реки Обь» (СКИОВО-Обь). ЦП и программа водоохранных мероприятий в составе СКИОВО получили положительное заключение государственной экологической экспертизы (Приказ Департамента Росприроднадзора по Сибирскому федеральному округу от «1» февраля 2014 г. № 0289) и были утверждены приказом Нижне-Обского БВУ [128].

Поскольку основные работы были проведены в период с 2010 по 2012 г.г. в качестве базового года для анализа показателей хозяйственной деятельности был принят 2009 г. (в дальнейшем изложении – базовый год).

4.1 Выделение расчётных участков в Подбассейне

В п. 2.5.1 приведены результаты поиска эталонных ПКК. На основе детального описания Подбассейна, ландшафтно-геохимических особенностей его участков, а также анализа данных по эталонным ПКК, приведенных во 2-ой главе, а также процедуры, изложенной в п. 3.2.1 было выделено 11 РУ (Рисунок 31). Основу составила карта ландшафтно-геохимического районирования России [260] (Рисунок 11). Другие тематические карты использовались для контроля и уточнения границ РУ. При выносе границ РУ на карту-схему использованы границы ВХУ, опорные точки границ бассейновых округов и ВХУ [290].

Нетрудно видеть, что предложенное нами деление Подбассейна на участки в целом не противоречит результатам ландшафтно-гидрологического районирования [94] (Рисунок 32) и типизации вод бассейна, основанной на их минерализации и физико-географическом районировании [57] (Рисунок 33), полученных другими исследователями в близких целях.

РУ представляют результат более детального учета территориальной дифференциации природных условий, которые могут оказывать воздействие на формирование качества воды в поверхностных ВО, на развитой автором методологической основе.



Рисунок 31 – Схема расчетных участков подбассейна Верхней и Средней Оби:

РУ-3 – номер расчетного участка (участки выделены цветом); Обь-3 – название спецучастка;

— - граничный створ спецучастка.

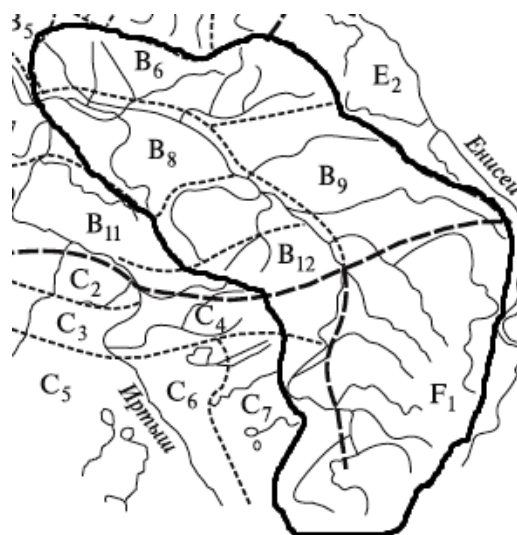


Рисунок 32 – Ландшафтно-гидрологическое районирование территории Западной Сибири (по [273], фрагмент):

В₆ – Аганская; В₈ – Юганская; В₉ – Тым-Кетская; В₁₂ – Тара-Чайская; С₄ – Обская; С₇ – Кулундинская; F₁ – Чулымская. Границы: — — — ландшафтно-гидрологических зон; – ландшафтно-гидрологических провинций; ———— – подбассейна Верхней и Средней Оби.



Рисунок 33 – Основные типы вод в подбассейне Верхней и Средней Оби (по [50], фрагмент):

Тип поверхностных вод: ■ – очень малая минерализация (до 100 мг/дм³), высокогорно-таежная, горно-тундровая или нивально-гляциальная зоны; ■ – малая минерализация (100-200 мг/дм³), горно-таежная зона; ■ – малая минерализация (100-200 мг/дм³), таежная зона; ■ – средняя минерализация (200-500 мг/дм³), лесостепная и горно-лесостепная зоны; ■ – повышенная минерализация (500-1000 мг/дм³), степная и горно-степная зоны; ■ – граница ВХУ.

4.1.1 Описание расчетных участков

Приведем описание РУ с упором на их отличительные признаки.

4.1.1.1 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.

Физико-географическая область (ФГО): алтайская горная.

Основные характеристики ландшафтов, последовательно, от истоков к устьям дренирующих их притоков 1-го порядка (*Л*): (Катунь, Бия) высотно-ярусные: гольцовый → лиственничных и кедрово-лиственничных лесов →... (Бия) → темнохвойных лесов → черневой тайги → лесостепные западносибирские; ... (Катунь) → низкогорных степей → степные типичные западносибирские. Различающиеся по подбассейнам Бии и Катунь *Л* объединяют классы водной миграции и литолого-геоморфологические условия.

Миграционная структура (*МС*): горы с интенсивным водообменом на плотных осадочных и массивно-кристаллических породах (радиальная миграция меньше латеральной: $R < L$) → (Катунь) возвышенные денудационно-аккумулятивные равнины с умеренным водообменом на рыхлых отложениях, подстилаемых консолидированными породами ($R < L$) → (Бия, Катунь) низменные равнины с замедленным водообменом на рыхлых четвертичных отложениях ($R = L$).

Классы водной миграции (*КВМ*): H^+ , $Fe^3 \rightarrow Ca^{2+}$.

Уровни климатического потенциала миграции (*КПМ*): очень высокий → средний.

Интенсивность биологического круговорота (*ИБК*): низкая → умеренная → высокая.

Миграционно-аккумулятивные процессы (*МАП*): детрито-глее-оксидогенез → гумато-кальцитогенез.

Гидрохимия рек (*ГХ*): гидрокарбонатный класс (*ГК*) (<200 мг/л в период низких уровней теплого времени года). Модуль речного стока органических веществ, т/км²/год (*МО*): 1-2.

Особенности: многочисленные месторождения минерального сырья.

4.1.1.2 РУ-2

Состав: Левобережье Оби от Бийска до Барнаула (включая подбассейны р.р. Ануй, Песчаная, Чарыш, Алей).

ВХУ: 13.01.02.002, 13.01.02.003 лб (левобережная часть бассейна до впадения р. Алей).

ФГО: алтайская горная, лесостепная.

Л: лиственничных и кедрово-лиственничных лесов → низкогорных степей → степные типичные западносибирские.

МС: горы с интенсивным водообменом на плотных осадочных и массивно-кристаллических породах ($R < L$) → возвышенные денудационно-аккумулятивные равнины с умеренным водообменом на рыхлых отложениях, подстилаемых консолидированными породами ($R < L$) → низменные равнины с замедленным водообменом на рыхлых четвертичных отложениях ($R = L$).

КВМ: H^+ , $Fe^3 \rightarrow Ca^{2+}$.

КПМ: очень высокий → средний.

ИБК: низкая → умеренная → высокая.

МАП: детрито-глее-оксидогенез → гумато-кальцитогенез.

ГХ: *ГК* (от <200 до > 1000); *МО*: 1-2 (>10 р. Алей).

Особ.: 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.

4.1.1.3 РУ-3

Состав: 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 её правобережье.

ФГО: лесостепная.

Л: лесостепные.

МС: низменные равнины с замедленным водообменом на рыхлых четвертичных отложениях (R=L).

КВМ: Ca^{2+} .

КПМ: средний.

ИБК: умеренная.

МАП: гумато-кальцитогенез.

ГХ: ГК (до 500); *МО*: >10 (лев. бер.), 2-4 (пр. бер.).

Особ.: Высокая распаханность. Почвы подвержены ветровой и водной эрозии. Месторождения бурого угля.

4.1.1.4 РУ-4

Состав: Бассейн р. Чумыш, бассейн р. Иня, р. Бердь и её правобережье.

ВХУ: 13.01.02.004, 13.01.02.006, часть 13.01.02.005.

ФГО: Кузнецко-Салаирская горная, лесостепная (лесная для р. Иня).

Л: черневой тайги → лесостепные → (+степные типичные западносибирские для р. Иня).

МС: горы с интенсивным водообменом на плотных осадочных и массивно-кристаллических породах (R<L) → (только р. Иня: возвышенные денудационно-аккумулятивные равнины с умеренным водообменом на рыхлых отложениях, подстилаемых консолидированными породами (R<L)) → низменные равнины с замедленным водообменом на рыхлых четвертичных отложениях (R=L).

КВМ: H^+ , Fe^3 → Ca^{2+} .

КПМ: очень высокий → средний.

ИБК: низкая → умеренная (+высокая для р. Иня).

МАП: детрито-глее-оксидогенез → гумато-кальцитогенез.

ГХ: ГК (200-500); *МО*: 2-4.

Особ.: Высокая распаханность в нижнем течении. Месторождения бурого угля. Включение в РУ подбассейна р. Инья обусловлено отсутствием на нем эталонных ПКК и близостью основных ландшафтно-геохимических характеристик.

4.1.1.5 РУ-5

Состав: 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.

Л: темнохвойных лесов → черневой тайги → степные типичные западносибирские.

МС: горы с интенсивным водообменом на плотных осадочных и массивно-кристаллических породах ($R < L$) → возвышенные денудационно-аккумулятивные равнины с умеренным водообменом на рыхлых отложениях, подстилаемых консолидированными породами ($R < L$) → низменные равнины с замедленным водообменом на рыхлых четвертичных отложениях ($R = L$).

КВМ: H^+ , Fe^3 → Ca^{2+} .

КПМ: очень высокий → средний.

ИБК: низкая → высокая → умеренная.

МАП: детрито-глее-оксидогенез → гумато-кальцитогенез.

ГХ: ГК (200-500); *МО:* 2-4.

Особ.: Месторождения черных и цветных металлов, урана, бурого угля, фосфоритов, горнотехнического сырья.

4.1.1.6 РУ-6

Состав: 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. *Л:* темнохвойных лесов → черневой тайги → степные типичные западносибирские. *МС:* горы с интенсивным водообменом на плотных осадочных и массивно-кристаллических породах (радиальная миграция меньше латеральной: $R < L$) → возвышенные денудационно-аккумулятивные равнины с умеренным водообменом на рыхлых отложениях, подстилаемых консолидированными породами ($R < L$) → низменные равнины с замедленным водообменом на рыхлых четвертичных отложениях ($R \approx L$).

КВМ: H^+ , Fe^3 → Ca^{2+} → H^+ , $H^+ - Fe^{2+}$.

КПМ: очень высокий → средний → очень высокий.

ИБК: низкая → умеренная.

МАП: детрито-глее-оксидогенез → гумато-кальцитогенез → детрито-глее-оксидогенез.

ГХ: *ГК* (200-500); *МО*: 2-4.

Особ.: Месторождения цветных и редких металлов, каменного угля.

4.1.1.7 РУ-7

Состав: 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).

Л: южнотаежные (+ лесостепные и подтаежные на южной оконечности).

МС: низменные равнины с замедленным водообменом на органогенных породах (почвенно-грунтовые потоки + радиальные и латеральные малой интенсивности ($W+(r,l)$) → низменные равнины с замедленным водообменом на рыхлых четвертичных отложениях ($R=L$). *КВМ*: $H^+-Fe^{2+} \rightarrow H^+, H^+-Fe^{2+} + Ca^{2+}$ на южной оконечности.

КПМ: очень высокий + средний на южной оконечности.

ИБК: умеренная.

МАП: детрито-хелато-глее-оксидогенез + гумато-кальцитогенез на южной оконечности.

ГХ: *ГК* (<200, на ю-з конечности до 500); *МО*: от >10 на юге, до 1-2 на севере.

Особ.: Характеризуется избыточным увлажнением, большим скоплением поверхностных вод, очень сильной заболоченностью, достигающей 50-60% общей площади. Месторождения вольфрама (юг) и нефти (Васюган).

4.1.1.8 РУ-8

Состав: 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 пб⁴⁰, 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. *Л*: подтаежные, южнотаежные.

МС: низменные равнины с замедленным водообменом на рыхлых четвертичных отложениях ($R \approx L$).

⁴⁰ пб - правобережная часть бассейна, подбассейна, ВХУ (по контексту).

КВМ: H^+ , H^+-Fe^{2+} .

КПМ: очень высокий.

ИБК: умеренная.

МАП: детрито-хелато-глее-оксидогенез.

ГХ: ГК (<200); *МО:* 2-4.

Особ.: 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.

4.1.1.9 РУ-9

Состав: 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.

Л: среднетаежные.

МС: низменные равнины с замедленным водообменом на рыхлых четвертичных отложениях (($R \approx L$)+($W+R > L+W$) – Бол. Юган)) и на органогенных породах ($W+(r,l)$).

КВМ: $H^+-Fe^{2+} + H^+$, H^+-Fe^{2+} .

КПМ: очень высокий.

ИБК: низкая.

МАП: детрито-хелато-глее-оксидогенез.

ГХ: ГК (<200); *МО:* 1-2.

Особ.: Болотные ландшафты с застойным водным режимом и близким залеганием грунтовых вод. Месторождения нефти.

4.1.1.10 РУ-10

Состав: 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.

Л: среднетаежные.

МС: низменные равнины с замедленным водообменом на рыхлых четвертичных отложениях ($R \approx L+W$) и на органогенных породах ($W+(r,l)$). *КВМ:* H^+-Fe^{2+} .

КПМ: очень высокий.

ИБК: низкая.

МАП: детрито-хелато-глее-оксидогенез.

ГХ: ГК (<200); МО: 1-2.

Особ.: Распространены ледниковые и флювиогляциальные формы рельефа, озёрно-ледниковые равнины. Подзона относится к области избыточного увлажнения. Заболоченность территории достигает 50%, а в отдельных местах – 60-70%. Месторождения нефти.

4.1.1.11 РУ-11

Состав: Правобережье Оби от р. Вах (включая правобережную часть её подбассейна) до впадения р. Иртыш.

ВХУ: 13.01.10.001 пб, 13.01.11.001 пб, 13.01.11.002 пб.

ФГО: лесная.

Л: северотаежные.

МС: низменные равнины с замедленным водообменом на рыхлых четвертичных отложениях ((R>L) + (R≈L+W)) и на органогенных породах (W+(r,l)). *КВМ:* $H^+ + H^+ - Fe^{2+}$.

КПМ: высокий.

ИБК: низкая.

МАП: детрито-глее-оксидогенез.

ГХ: ГК (<200); МО: 2-4.

Особ.: Прерывистая и островная многолетняя мерзлота, 70% территории покрыто болотами верховыми сфагновыми и бугристыми. Месторождения нефти и газа.

Приведенное описание РУ дает представление о различиях в условиях формирования стока, которые могут оказать существенное влияние на механизмы формирования и трансформации качества поверхностных вод. При выделении РУ учитывалось расположение основных источников антропогенного воздействия на ВО и наличие эталонных ПКК.

4.1.2 Спецучастки и озера

В соответствии в п. 3.2.1 границы РУ по возможности проводились по границам ВХУ, и, следовательно, водосборы не крупных рек полностью лежат внутри РУ. Для них применение рассчитанных ЦП не вызывает сомнений. Но крупные реки, такие как Обь – пересекают границы РУ, а такие, например, как Кеть и Вах – образуют границы между РУ. Для таких водотоков или участков водотоков выделено 9 СУ (см. п. 3.2.1, Таблица 25, Рисунок 31).

Таблица 25 – Спецучастки на Верхней и Средней 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

Обозначение	Описание
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 15.02.03.001
Обь-8	р. Обь от границы ВХУ 15.02.03.001 до впадения протоки Малая Обь
Обь-9	р. Обь от впадения протоки Малая Обь до устья
Кеть	р. Кеть от истока до устья
Вах	р. Вах от истока до устья

На территории Подбассейна находится несколько крупных озер: Белое, Большое, Большое Островное, Телецкое, Учум. Учитывая специфичность условий формирования качества воды в озерах [36, 42], экологическую и социальную значимость перечисленных ВО, мы приняли решение рассчитать ЦП для этих озер отдельно. Это вполне соответствует предложенному методологическому подходу: учет, по возможности, типов ВО (см. п. 3.2.3) при установлении значений ЦП.

4.2 Расчет целевых показателей качества воды

Расчет ЦП по РУ/СУ и крупным озерам Подбассейна проводился в соответствии с алгоритмами, приведенными в п. 3.2.3, на основе данных, описание которых можно найти в п. 2.3.

Следствием конфигурации действующей ГНС явилась существенная неоднородность «покрытия» РУ эталонными ПКК (см. Приложение 2). Если на РУ имеются эталонные створы различных типов, то для установления значений ЦП используются данные в соответствии с предпочтениями, обозначенными в п. 3.2.1.1. В результатах расчетов (см. ниже) отмечено, какие именно данные использованы.

Состав показателей для установления по ним ЦП определен в соответствии с п. 3.2.2. По таким ЗВ искусственного происхождения, как 2,4-Д; 2,6-диметилфенол; 2-нитрофенол; 4-нитрофенол; 4-хлор; 3-метилфенол; альфа-ГХЦГ; анилин; бензол; бета-ГХЦГ; гамма-ГХЦГ; ксантогенаты; лигносульфонат; сумма мета- и пара-ксилолов; толуол; трифлуралин, ЦП по умолчанию устанавливается равным 0 (на уровне чувствительности применяемых методов определения) или ПДК_{рх}. Поскольку статистически значимого загрязнения этими веществами не наблюдается ни на одном ПКК, в окончательном списке ЦП они не фигурируют.

По таким ЗВ, как молибден, натрия ионы, нафталин, ЦП не устанавливались по двум причинам: во-первых, мало данных (и по количеству и по «покрытию» Подбассейна), во-вторых, там, где они есть, статистически подтвержденного загрязнения не наблюдается.

Такие показатели, как, например, рН, характеризуются малой вариативностью и укладываются в безопасные пределы. Напротив, установление ЦП по взвешенным веществам практически малоцелесообразно именно по причине широкой вариативности, связанной не только со стационарными природными факторами (залесенность, тип почв и пр.), но и с часто меняющимися погодными условиями. ЦП по взвешенным веществам не устанавливался, однако анализ состояния ВО и оценка антропогенного воздействия по этому показателю проводится.

В результате проведенного анализа имеющихся данных и расчетов был определен окончательный перечень ЗВ для установления ЦП, определены их значения кратно ПДК_{рх} с точностью до целых (Таблица 26; Приложение 5). Там, где объем имеющихся данных не позволял, расчеты сезонных значений ЦП не производились. В случае недостатка информации по эталонным ПКК для установления значений ЦП по какому-либо ЗВ, применялось предусмотренное комбинирование информации (см. примечания к соответствующим таблицам).

Таблица 26 – 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
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

Наименование ЗВ	ПДК _{рх} , мг/дм ³	РУ										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
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:

Поскольку значения ЦП устанавливаются кратно ПДК_{рх} с точностью до целых, «0» в графе таблицы означает, что величина соответствующего показателя меньше 0,5 ПДК_{рх}.



- значение ЦП определено по эталонным ПКК типа «а»;

- значение ЦП определено по эталонным ПКК типа «б»;

- значение ЦП определено по эталонным ПКК типа «в»;

- значение ЦП определено по ПКК, выше которых имеются выпуски сточных вод, по причине отсутствия информации по эталонным ПКК;

- значение ЦП уточнено по ПКК, выше которых имеются выпуски сточных вод, по причине недостатка информации по эталонным ПКК;

- значение ЦП установлено на уровне ПДК_{рх} по причине отсутствия информации.

* отмечены значения, которых нет в числе ПДК_{рх}, утвержденных Приказом Росрыболовства от 18.01.2010 № 20. Эти значения приведены по Приложению 1 «Инструкции по заполнению журналов ГХЗ» автоматизированной информационной системы "Качество поверхностных вод" (АИС КПВ) Росгидромета.

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. Сезонные значения ЦП приведены в Приложениях (Приложение 5, Таблица 42).

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 последствия не выявленных и/или неустраняемых антропогенных воздействий.

Высокие значения ЦП по марганцу, меди, нефтепродуктам связаны, скорее всего, с природными факторами [38, 39, 52-55, 57]. Однако повторим, что в рамках поставленной задачи важно только то, что на настоящий момент нет достаточных оснований полагать, что значения концентраций, ниже значений ЦП, обусловлены антропогенным воздействием.

По 5 из 9 СУ крупных рек были рассчитаны сезонные значения ЦП (см. п. 3.2.4), которые приведены в Приложениях (Приложение 5, Таблица 43). По остальным СУ расчет сезонных значений ЦП произвести не удалось из-за недостатка информации. Годовые значения ЦП были рассчитаны по всем СУ (Таблица 27).

Таблица 27 – Значения годовых ЦП для спецучастков Подбассейна (кратно ПДК_{рх})

ЗВ	Обь 1	Обь 2	Обь 3	Обь 4	Обь 5	Обь 6	Обь 7	Кегь	Вах
Азот аммонийный	2	1	1	1	1	2	2	0	1
Азот нитратный	0	0	0	0	0	0	0	0	
Азот нитритный	1	1	1	0	0	0	0	1	
Алюминий	1	1	1	1	1	1	1	3	1
АСПАВ	0	0	0	0	0	1	0	0	
БПК	1	2	2	2	1	1	1	1	
Железо общее	1	1	3	3	11	14	17	22	18
Кадмий	0	0	0	0	1	1	1	1	
Кальция ионы	0	0	0	0	0	0	0	0	
Кислород	2	3	2	2	2	2	2	2	
Магния ионы	1	1	0	0	0	0	0	0	
Марганец	2	2	3	3	11	14	14	24	10
Медь	2	1	1	1	3	11	14	5	12
Нефтепродукты	5	5	6	5	6	8	7	2	6
Никель	1	1	1	1	1	0	1	1	
Окисляемость бихроматная	2	2	2	2	3	3	3	3	
Ртуть	0	0	0	0	1	1	1	1	
Свинец	0	0	0	0	1	1	1	1	
Сульфатные ионы	1	1	1	0	0	0	0	0	
Сумма Na и K	1	0	0	0	0	0	0	0	
Сумма ионов	1	0	0	0	0	0	0	0	
Фенолы летучие	2	1	2	3	3	3	2	4	3
Фосфаты	0	0	0	0	0	0	0	0	
Фториды	1	1	0	0	0	1	0	1	
Хлоридные ионы	0	0	0	0	0	0	0	0	
Хром 6+	0	0	0	0	1	1	0	1	
Цинк	0	0	0	0	1	1	2	5	2

Примечания:

- значение ЦП вычислено по значениям ЦП граничащих РУ и СУ; остальные обозначения – как в предыдущей таблице..

Кроме того, ЦП были отдельно рассчитаны для 5 крупных озер со специфическими условиями питания (Таблица 28; Приложение 5, Таблица 44).

Таблица 28 – Значения годовых ЦП для крупных озер (кратно ПДК_{рх})

Наименование ЗВ	Белое	Большое	Большое Островное	Телецкое	Учум
Азот аммонийный	0	0	3	0	0
Азот нитратный	0	0	0	0	0
Азот нитритный	1	0	1	0	0
АСПАВ	0	1	1	0	0
БПК	1	1	2	1	1
Железо общее	2	1	2	0	2
Кадмий	1	1	1	1	1
Кальция ионы	0	1	0	1	0
Кислород	3	3	2	2	3
Магния ионы	1	1	2	0	8
Марганец	3	2	1	1	2
Медь	4	5	1	1	19
Нефтепродукты	1	1	8	1	1
Окисляемость бихроматная	2	2	8	1	1
Ртуть	1	1	1	1	1
Свинец	1	1	1	1	1
Сульфатные ионы	1	2	1	0	150
Сумма Na и K	1	1	1	0	1
Сумма ионов	1	1	1	0	33
Фенолы летучие	1	1	4	3	1
Фосфаты	0	0	1	0	0
Хлоридные ионы	0	0	0	0	12
Цинк	1	4	1	1	3

Примечание. Обозначения см. (Таблица 26)

4.3 Уточнение значений целевых показателей и определение приоритетных загрязняющих веществ

Уточнение ЦП и установление приоритетных ЗВ были проведены по всем ПКК Подбассейна в соответствии с п.п. 3.2.6 и 3.3.1.

Для примера приведем анализ данных наблюдений за несколькими характерными ЗВ по ПКК №90, расположенному на 542,5 км от устья р. Томь, в 30 км ниже крупного промышленного центра – г. Новокузнецк (Рисунок 34).

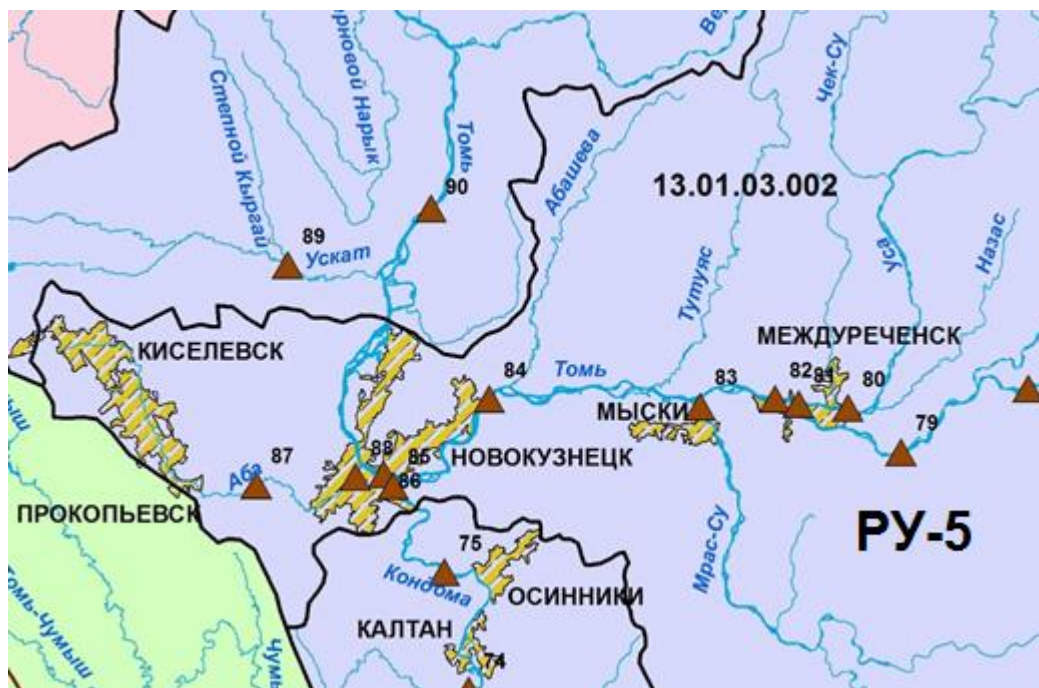


Рисунок 34 – Фрагмент карты действующих пунктов контроля качества воды (г. Новокузнецк, р. Томь):

▲⁹⁰ ПКК и его номер.

Сначала определим, есть ли формальные основания для уточнения ЦП, установленных для РУ-5 с учетом достигнутого состояния ВО. Для этого используется расчетная таблица (Таблица 29). В ней сопоставляются значения верхнего квартиля (Q_3) наблюдаемых значений, вычисленного по формуле (17), со значениями ЦП по соответствующему РУ (РУ-5). Как видим, оснований для уточнения (уменьшения) ЦП нет: все верхние квартили наблюдаемых значений выше ЦП. По фенолам *Me* (медиана многолетних наблюдений, вычисленная с учетом сезонности по аналогии с (17)) меньше ЦП, но поскольку верхний квартиль превышает ЦП, уточнение не производится.

Таблица 29 – Расчетная таблица для уточнения ЦП и установления приоритетов ЗВ по ПКК № 90

ЗВ	Мин.	Q_1	<i>Me</i>	Q_3	Макс.	ЦП	<i>Me</i> -ЦП	Q_3 -ЦП	ЦП _y	<i>Me</i> -ЦП _y	ПР
Азот аммонийный	0	1	2	4	10	1	1	3	1	1	1
Азот нитратный	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Азот нитритный	0	1	2	3	9	0	2	3	0	2	1
БПК ₅	1	1	1	2	4	1	0	1	1	0	
Железо общее	0	1	1	2	7	1	0	1	1	0	

ЗВ	Мин.	Q ₁	Me	Q ₃	Макс.	ЦП	Me-ЦП	Q ₃ -ЦП	ЦП _y	Me-ЦП _y	ПР
Кислород	2	2	3	3	3	2	1	0*	2	1	
Магния ионы	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Марганец	0	0	0	1	4	0	0	1	0	0	
Медь	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	
Нефтепродукты	0	1	2	3	10	2	0	1	2	0	3
Окисляемость бихроматная	0	1	1	1	2	1	0	0	1	0	
Сульфатные ионы	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
Сумма ионов	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Фенолы летучие (фенольный индекс)	0	1	2	4	11	4	-2	0	4	-2	3
Фосфаты	0	0	0	1	2	0	0	1	0	0	
Хлоридные ионы	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Хром шестивалентный	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
Цинк	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	

* по кислороду при расчетах используется Q₁.

В соответствии с п. 3.3.1 уточненные значения ЦП_y по ПКК используются при определения приоритетных ЗВ на соответствующем КУ. Как видим, по азоту аммонийному и нитритному наблюдается превышение концентраций и над ЦП, и над ПДК_{рх}. Этим ЗВ присвоен приоритет 1. По нефтепродуктам и фенолам наблюдается превышение над ПДК_{рх} без превышения над ЦП. Этим ЗВ присвоен приоритет 3.

Полученный результат позволяет наглядно представить характер загрязнения ВО, выделив при этом условно «природную» (ЦП) и «антропогенную» (превышение над ЦП) составляющие (Рисунок 35). Это дает более объективную, чем сопоставление с ПДК_{рх} и/или анализ УКИЗВ, оценку состояния ВО.

Результаты уточнения ЦП и определения приоритетных ЗВ по всем ПКК приведены в Приложениях (Приложение 5, Таблица 45). Приоритетные ЗВ были использованы при выявлении основных источников поступления ЗВ в ВО Верхней и Средней Оби и при установлении приоритетов водоохранной деятельности.

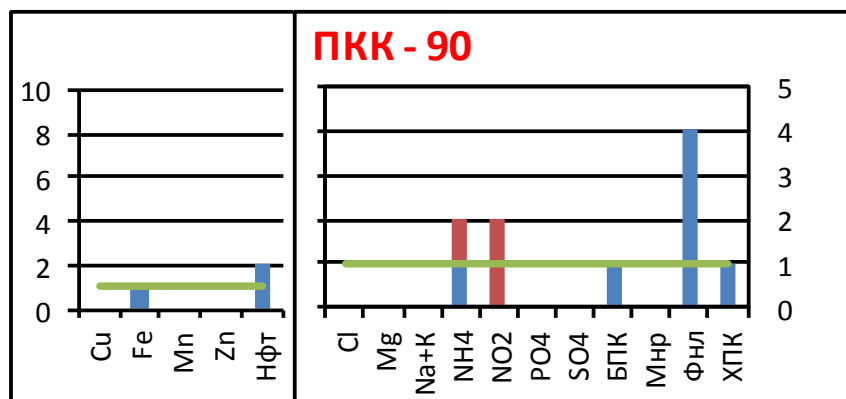


Рисунок 35 – «Природное» и «антропогенное» загрязнение водного объекта в створе ниже г. Новокузнецка (кратно ПДК_{рх}):

— ПДК_{рх}; ■ - природное загрязнение (ЦП); ■ - антропогенное загрязнение (превышение над ЦП).

4.4 Установление приоритетов водоохранной деятельности для Верхней и Средней Оби

Для достижения целевого состояния речного бассейна в рамках бассейнового планирования решаются задачи по снижению сброса ЗВ прежде всего теми источниками, которыми можно управлять и доля которых ощутима в расходе масс ЗВ через ПКК. После того, как по каждому ПКК определены приоритетные ЗВ, решается задача выявления источников их поступления в ВО для включения мероприятий по воздействию на эти источники в программу приоритетных бассейновых водоохранных мероприятий. Иными словами – устанавливаются приоритеты водоохранной деятельности в речном бассейне.

Приоритеты для Подбассейна были установлены в соответствии с предложенными в работе алгоритмами (п. 3.3). Определение источников поступления приоритетных загрязняющих веществ по 98 контрольным участкам (КУ, см. Рисунок 36) на основе многолетних данных наблюдений за качеством воды и её расходами по ПКК, данных 2-ТП (водхоз) по сбросу ЗВ, а также расчетных [127, 233, 234] данных по выносу ЗВ с селитебных территорий (Таблица 18), сельскохозяйственных угодий (Таблица 20) и животноводческих хозяйств (Таблица 21) в базовом году.

Приведем пример установления приоритетов водоохранной деятельности для КУ-52 (Таблица 30) с замыкающим створом в 30 км ниже г. Новокузнецка, на котором мы привели пример установления приоритетных ЗВ (см. п. 4.3). Выбор начальных и замыкающих створов КУ обусловлен особенностями гидрологической сети, расположением источников антропогенного воздействия, конфигурацией ПКК с имеющимися данными наблюдений за расходами воды в ВО.

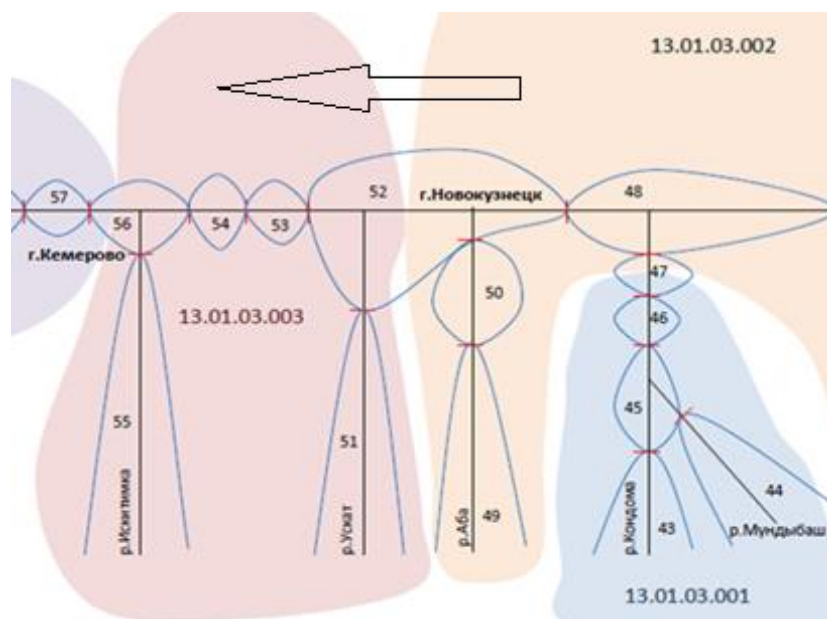


Рисунок 36 – Фрагмент схемы контрольных участков в подбассейне р. Томь:

13.01.03.002 (+цвет) – ВХУ; 57 - КУ: контур, номер, замыкающий створ.

Таблица 30 – Описание граничных створов на КУ-52

	№ПКК	ВО	Ру	Пункт	Расположение	ВХУ	СРФ
Начальные створы	86	р. Томь	583,5	г. Новокузнецк	в черте города, 1 км ниже впадения р. Кульяновка	13.01.03.002	Кем. обл.
	88	р. Аба	0,5	г. Новокузнецк	в черте города, 0.5 км выше впадения в р. Томь	13.01.03.002	Кем. обл.
	89	р. Ускал	21,0	с. Красулино	в черте села, гидропост	13.01.03.003	Кем. обл.
Замыкающий створ	90	р. Томь	542,5	г. Новокузнецк	30 км ниже города, в черте с. Славино	13.01.03.003	Кем. обл.

Примечание: СРФ – субъект РФ.

На участке выявлено (п. 4.3) 4 приоритетных ЗВ (Таблица 31).

Таблица 31 – Приоритетные ЗВ на КУ-52

ЗВ	ПР
Азот аммонийный	1
Азот нитритный	1
Нефтепродукты	3
Фенолы летучие	3

4.4.1 Установление приоритетов по точечным источникам

Сначала анализируем точечные источники поступления ЗВ в ВО. Согласно данным статотчетности 2-ТП (водхоз) в базовом году на КУ-52 осуществлялся сброс 26 ЗВ (Таблица 32).

Таблица 32 – Суммарный сброс ЗВ от точечных источников на КУ-52.

№ п/п	ЗВ	Кол-во выпусков	Кол-во предприятий	Мг, т/год
1	Азот аммонийный	28	26	244,07
2	Алюминий	3	3	17,96

№ п/п	ЗВ	Кол-во выпусков	Кол-во предприятий	М _г , т/год
3	БПК полн.	27	25	1 398,94
4	Взвешенные вещества	28	25	3 208,72
5	Железо	25	24	14,42
6	Жиры, масла	1	1	1,14
7	Кремний	2	1	172,37
8	Марганец	12	12	3,15
9	Медь	14	12	0,57
10	Нефтепродукты	26	25	13,05
11	Никель	9	9	0,08
12	Нитраты	28	27	7 407,96
13	Нитриты	28	27	85,02
14	Роданиды	1	1	0,97
15	СПАВ	17	17	2,54
16	Свинец	5	5	0,01
17	Сульфаты	27	22	10 031,04
18	Сухой остаток	37	32	70 538,73
19	Фенолы	12	12	0,05
20	Фосфор общий	17	15	196,04
21	Фтор	5	3	139,25
22	Хлориды	26	24	5 239,89
23	ХПК	5	4	42,88
24	Хром 6+	3	3	0,06
25	Цианиды	1	1	0,02
26	Цинк	16	14	1,98

Сопоставление расходов масс ЗВ на замыкающем створе с поступающими от точечных источников показывает существенное влияние последних на формирование качества воды (Таблица 33).

Таблица 33 – 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 вещества	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
С П А В	6,9	69	76	9	27	77	4

ЗВ	Масса, кг/сут					Д _г	ПР
	М _г	М	М _з	М _б	М _{б-з}		
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 базовом году;

М – среднемноголетний суточный расход ЗВ в замыкающем створе КУ ($\frac{M_t^k}{365}$, см. ф. (26));

М_з – среднемноголетний суточный расход ЗВ в замыкающем створе КУ, вычисленный по многолетним данным зимнего гидрологического сезона;

М_б – среднесуточный расход ЗВ в замыкающем створе КУ за базовый год ($\frac{M_t^k}{365}$, см. ф. (26));

М_{б-з} – среднесуточный расход ЗВ в замыкающем створе КУ, вычисленный по данным зимнего гидрологического сезона базового 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.

Заметим, что по причине отсутствия наблюдений на замыкающем створе из сопоставления исключены алюминий, «Жиры, масла», роданиды, никель, цианиды. При этом условный расчет концентрации этих ЗВ путем деления массы сброса на минимальный наблюдаемый расход воды в замыкающем створе дает значения значительно меньшие, чем 0,5 от имеющихся ПДК (по жирам вообще нет ПДК, но концентрация – меньше 1 мг/дм³). Это

позволяет не ставить задачи по включению наблюдений за этими показателями в план водоохранных мероприятий.

Учитывая известные различия в показателях качества воды, используемых в ГНС и 2-ТП(водхоз), там, где было необходимо, произведен перерасчет по известным формулам. Например, для перевода БПК₂₀ в БПК₅ был использован коэффициент 0,7 (исходя из принципа предосторожности, максимальная из обычно используемых оценок).

Как и предусмотрено в предложенной нами процедуре установления приоритетов водоохранной деятельности (3.3.2) массы ЗВ, потупившие от точечных источников сопоставляются не только со среднесезонными массами ЗВ, проходящими через замыкающий створ, но и с расходами масс в зимнюю межень.

Итак, на рассматриваемом КУ влияние масс ЗВ, поступающих от точечных источников, на формирование качества воды в замыкающем створе существенно. Следовательно, мероприятиям по сокращению поступления ЗВ должен быть присвоен приоритет, соответствующий приоритету ЗВ. Приоритет 4, например, по нитратам, означает, что их содержание в контрольном створе, хотя и не превышает ни «природного», ни «безопасного» уровней, может в значительной степени формироваться именно за счет точечных источников.

После того, как направления приоритетных мероприятий по точечным источникам установлены выбираются выпуски сточных вод, на которых следует проводить приоритетные мероприятия по сокращению поступления ЗВ в ВО. Среди точечных источников выбираются те, каждый из которых сбрасывает не менее 5% от суммарной массы поступления соответствующего ЗВ от всех точечных источников на КУ. Приведем результаты выбора таких выпусков, сгруппированные по ЗВ и расположенные в порядке убывания доли выпуска в суммарной массе сброса ЗВ на КУ (Таблица 34).

Если сосредоточиться на сокращении сброса ЗВ 1-2 приоритетов, то наибольший эффект дадут мероприятия по совершенствованию очистных сооружений на ОАО Западно-Сибирский металлургический комбинат, ООО СПК Чистогорский, ЗАО Водоканал (г. Новокузнецк).

Таблица 34 – Основные точечные источники поступления приоритетных ЗВ на КУ-52

ЗВ	Масса, кг/год	С, мг/дм ³	%	Кратно ПДК _{рх}	Кратно ПДК _{хп}	ПР	ОЧ	Наименование предприятия	Код по ГУИВ	Тип ВО	ВО	Ру, км	КК
Азот амм.	132951,00	5,08	54	13	3	1	ЗБ	ОАО ЗАПАДНО-СИБИРСКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ Г. НОВОКУЗНЕЦК КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ.	320027	20	ОЗЕРО УЗКОЕ	1	СС
Азот амм.	65335,33	156,38	27	391	104	1	ЗН	ООО СПК ЧИСТОГОРСКИЙ НОВОКУЗНЕЦКИЙ Р-Н КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ.	320265	20	ЕСАУЛКА	1	СС
Азот амм.	23396,20	0,24	10	1	0	1	ЗН	ЗАО ВОДОКАНАЛ Г. НОВОКУЗНЕЦК КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ.	320097	20	ТОМЬ	558	СС
Алюминий	13095,00	0,50	73	13	3	4	ЗБ	ОАО ЗАПАДНО-СИБИРСКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ Г. НОВОКУЗНЕЦК КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ.	320027	20	ОЗЕРО УЗКОЕ	1	СС
Алюминий	4860,70	0,18	27	5	1	4	ЗБ			20	ЧЕРНАЯ РЕЧКА	1	СС
БПК полн.	616100,00	6,27	44	2	-	4	ЗН	ЗАО ВОДОКАНАЛ Г. НОВОКУЗНЕЦК КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ.	320097	20	ТОМЬ	558	СС
БПК полн.	447200,00	17,08	32	6	-	4	ЗБ	ОАО ЗАПАДНО-СИБИРСКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ Г. НОВОКУЗНЕЦК КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ.	320027	20	ОЗЕРО УЗКОЕ	1	СС
БПК полн.	143200,00	5,27	10	2	-	4	ЗБ			20	ЧЕРНАЯ РЕЧКА	1	СС
БПК полн.	80990,00	193,85	6	65	-	4	ЗН	ООО СПК ЧИСТОГОРСКИЙ НОВОКУЗНЕЦКИЙ Р-Н КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ.	320265	20	ЕСАУЛКА	1	СС
Взвеш. в-ва	1671600,00	63,86	52	-	-	4	ЗБ	ОАО ЗАПАДНО-СИБИРСКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ Г. НОВОКУЗНЕЦК КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ.	320027	20	ОЗЕРО УЗКОЕ	1	СС
Взвеш. в-ва	747100,00	7,60	23	-	-	4	ЗН	ЗАО ВОДОКАНАЛ Г. НОВОКУЗНЕЦК КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ.	320097	20	ТОМЬ	558	СС
Взвеш. в-ва	210900,00	7,76	7	-	-	4	ЗБ	ОАО ЗАПАДНО-СИБИРСКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ Г. НОВОКУЗНЕЦК КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ.	320027	20	ЧЕРНАЯ РЕЧКА	1	СС
Железо	7648,70	0,29	53	3	1	4	ЗБ			20	ОЗЕРО УЗКОЕ	1	СС
Железо	3157,00	0,12	22	1	0	4	ЗБ			20	ЧЕРНАЯ РЕЧКА	1	СС
Железо	1139,00	0,25	8	3	1	4	ЗБ	ООО ЕВРАЗЭК Г. НОВОКУЗНЕЦК КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ.	320026	20	ТОМЬ	577	СС
Железо	1026,20	0,15	7	2	1	4	ЗБ			20	КОНОБЕНИХА	3	СС
Кремний	125913,60	271,89	73	-	27	4	ЗБ	ОАО ЗАПАДНО-СИБИРСКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ Г. НОВОКУЗНЕЦК КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ.	320027	20	ОЗЕРО УЗКОЕ	1	ДЗ
Кремний	46452,20	1,71	27	-	0	4	ЗБ			20	ЧЕРНАЯ РЕЧКА	1	СС
Марганец	1868,30	0,07	59	7	1	4	ЗБ			20	ОЗЕРО УЗКОЕ	1	СС
Марганец	751,80	0,03	24	3	0	4	ЗБ			20	ЧЕРНАЯ РЕЧКА	1	СС
Медь	256,70	0,01	45	10	0	4	ЗБ			20	ОЗЕРО УЗКОЕ	1	СС
Медь	223,10	0,01	39	8	0	4	ЗБ			20	ЧЕРНАЯ РЕЧКА	1	СС
Медь	42,83	0,10	8	103	0	4	ЗН	ООО СПК ЧИСТОГОРСКИЙ НОВОКУЗНЕЦКИЙ Р-Н КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ.	320265	20	ЕСАУЛКА	1	СС

ЗВ	Масса, кг/год	С, мг/дм ³	%	Кратно ПДК _{рх}	Кратно ПДК _{хп}	ПР	ОЧ	Наименование предприятия	Код по ГУИВ	Тип ВО	ВО	Ру, км	КК
Медь	30,60	0,00	5	0	0	4	ЗН	ЗАО ВОДОКАНАЛ Г. НОВОКУЗНЕЦК КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ.	320097	20	ТОМЬ	558	СС
Нефтепрод.	4100,00	0,15	31	3	1	3	ЗБ	ОАО ЗАПАДНО-СИБИРСКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ Г. НОВОКУЗНЕЦК КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ.	320027	20	ЧЕРНАЯ РЕЧКА	1	СС
Нефтепрод.	2300,00	0,09	18	2	0	3	ЗБ			20	ОЗЕРО УЗКОЕ	1	СС
Нефтепрод.	2100,00	0,02	16	0	0	3	ЗН	ЗАО ВОДОКАНАЛ Г. НОВОКУЗНЕЦК КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ.	320097	20	ТОМЬ	558	СС
Нефтепрод.	951,00	0,22	7	4	1	3	ЗН	ОАО ОУК ЮКУ ФИЛИАЛ ШАХТА КУШЕЯКОВСКАЯ НОВОКУЗНЕЦКИЙ Р-Н КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ.	321256	20	ЕСАУЛКА	31	ШЗ
Нефтепрод.	800,00	0,12	6	2	0	3	ЗБ	ООО ЕВРАЗЭК Г. НОВОКУЗНЕЦК КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ.	320026	20	КОНОБЕНИХА	3	СС
Нитраты	6541907,80	66,56	88	2	1	4	ЗН	ЗАО ВОДОКАНАЛ Г. НОВОКУЗНЕЦК КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ.	320097	20	ТОМЬ	558	СС
Нитраты	490704,10	18,75	7	1	0	4	ЗБ	ОАО ЗАПАДНО-СИБИРСКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ Г. НОВОКУЗНЕЦК КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ.	320027	20	ОЗЕРО УЗКОЕ	1	СС
Нитриты	66347,61	2,53	78	32	1	1	ЗБ			20	ОЗЕРО УЗКОЕ	1	СС
Нитриты	12567,50	0,13	15	2	0	1	ЗН	ЗАО ВОДОКАНАЛ Г. НОВОКУЗНЕЦК КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ.	320097	20	ТОМЬ	558	СС
Свинец	3,90	2,60	42	433	260	4	ЗБ	ОАО ШАХТА ПОЛОСУХИНСКАЯ НОВОКУЗНЕЦКИЙ Р-Н КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ.	320040	20	РУЧЕЙ БЕЗЫМЯННЫЙ	8	СС
Свинец	2,48	0,01	27	1	1	4	ЗН	ООО СПК ЧИСТОГОРСКИЙ НОВОКУЗНЕЦКИЙ Р-Н КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ.	320265	20	ЕСАУЛКА	1	СС
Свинец	2,20	0,00	24	0	0	4	ЗН	ЗАО ВОДОКАНАЛ Г. НОВОКУЗНЕЦК КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ.	320097	20	ТОМЬ	558	СС
Свинец	0,53	0,00	6	0	0	4	ЗБ	ОАО ШАХТА БОЛЬШЕВИК Г. НОВОКУЗНЕЦК КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ.	320108	20	ЕСАУЛКА	5	ШЗ
СПАВ	1489,10	0,02	59	0	-	4	ЗН	ЗАО ВОДОКАНАЛ Г. НОВОКУЗНЕЦК КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ.	320097	20	ТОМЬ	558	СС
СПАВ	467,10	0,07	18	1	-	4	ЗБ	ООО ЕВРАЗЭК Г. НОВОКУЗНЕЦК КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ.	320026	20	КОНОБЕНИХА	3	СС
СПАВ	297,91	0,71	12	7	-	4	ЗН	ООО СПК ЧИСТОГОРСКИЙ НОВОКУЗНЕЦКИЙ Р-Н КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ.	320265	20	ЕСАУЛКА	1	СС
Сульфаты	3731400,00	142,55	37	1	0	4	ЗБ	ОАО ЗАПАДНО-СИБИРСКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ Г. НОВОКУЗНЕЦК КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ.	320027	20	ОЗЕРО УЗКОЕ	1	СС
Сульфаты	3367400,00	34,26	34	0	0	4	ЗН	ЗАО ВОДОКАНАЛ Г. НОВОКУЗНЕЦК КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ.	320097	20	ТОМЬ	558	СС
Сульфаты	983126,00	225,25	10	2	0	4	ЗН	ОАО ОУК ЮКУ ФИЛИАЛ ШАХТА КУШЕЯКОВСКАЯ НОВОКУЗНЕЦКИЙ Р-Н КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ.	321256	20	ЕСАУЛКА	31	ШЗ
Сульфаты	892300,00	32,81	9	0	0	4	ЗБ	ОАО ЗАПАДНО-СИБИРСКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ Г. НОВОКУЗНЕЦК КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ.	320027	20	ЧЕРНАЯ РЕЧКА	1	СС
Сухой остаток	31702100,00	322,53	45	-	-	4	ЗН	ЗАО ВОДОКАНАЛ Г. НОВОКУЗНЕЦК КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ.	320097	20	ТОМЬ	558	СС

ЗВ	Масса, кг/год	С, мг/дм ³	%	Кратно ПДК _{рх}	Кратно ПДК _{хп}	ПР	ОЧ	Наименование предприятия	Код по ГУИВ	Тип ВО	ВО	Ру, км	КК
Сухой остаток	12700800,00	485,21	18	-	-	4	ЗБ	ОАО ЗАПАДНО-СИБИРСКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ Г. НОВОКУЗНЕЦК КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ.	320027	20	ОЗЕРО УЗКОЕ	1	СС
Сухой остаток	7420264,00	1700,10	11	-	-	4	ЗН	ОАО ОУК ЮКУ ФИЛИАЛ ШАХТА КУШЕЯКОВСКАЯ НОВОКУЗНЕЦКИЙ Р-Н КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ.	321256	20	ЕСАУЛКА	31	ШЗ
Сухой остаток	4832000,00	177,70	7	-	-	4	ЗБ	ОАО ЗАПАДНО-СИБИРСКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ Г. НОВОКУЗНЕЦК КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ.	320027	20	ЧЕРНАЯ РЕЧКА	1	СС
Фенолы	41,15	0,10	88	99	-	3	ЗН	ООО СПК ЧИСТОГОРСКИЙ НОВОКУЗНЕЦКИЙ Р-Н КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ.	320265	20	ЕСАУЛКА	1	СС
Фосфор общ.	188360,90	1,92	96	-	-	4	ЗН	ЗАО ВОДОКАНАЛ Г. НОВОКУЗНЕЦК КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ.	320097	20	ТОМЬ	558	СС
Фтор	113938,60	4,35	82	6	6	4	ЗБ	ОАО ЗАПАДНО-СИБИРСКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ Г. НОВОКУЗНЕЦК КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ.	320027	20	ОЗЕРО УЗКОЕ	1	СС
Фтор	21057,30	0,77	15	1	1	4	ЗБ			20	ЧЕРНАЯ РЕЧКА	1	СС
Хлориды	2667800,00	27,14	51	0	0	4	ЗН	ЗАО ВОДОКАНАЛ Г. НОВОКУЗНЕЦК КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ.	320097	20	ТОМЬ	558	СС
Хлориды	1491500,00	56,98	28	0	0	4	ЗБ	ОАО ЗАПАДНО-СИБИРСКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ Г. НОВОКУЗНЕЦК КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ.	320027	20	ОЗЕРО УЗКОЕ	1	СС
Хлориды	392200,00	14,42	7	0	0	4	ЗБ			20	ЧЕРНАЯ РЕЧКА	1	СС
Цинк	1231,30	2,66	62	266	3	4	ЗБ			20	ОЗЕРО УЗКОЕ	1	ДЗ
Цинк	456,60	0,02	23	2	0	4	ЗБ			20	ЧЕРНАЯ РЕЧКА	1	СС
Цинк	168,60	0,00	9	0	0	4	ЗН	ЗАО ВОДОКАНАЛ Г. НОВОКУЗНЕЦК КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ.	320097	20	ТОМЬ	558	СС

Примечания:

Масса – масса ЗВ, сброшенная по соответствующему выпуску в базовом году;

С – концентрация ЗВ в выпуске, вычисленная путем деления массы на годовой расход. Поскольку по правилам заполнения формы 2-ТП (водхоз) водопользователь должен указывать «добавленную» массу к той, что получена им из водоемного источника, можно рассматривать С как «добавочную» концентрацию.

% - доля от суммарной массы ЗВ, поступившей от точечных источников на КУ в %;

Кратно ПДК_{рх} – С/ ПДК_{рх};

Кратно ПДК_{хп} – С/ ПДК_{хп};

ПР – присвоенный приоритет водоохранного мероприятия;

ОЧ – категория очистки сточных вод: БО – без очистки; НО – недостаточно очищенные; НЧ – нормативно чистые, сброшенные без очистки; нормативно очищенные на очистных сооружениях: БЛ – биологических; ФХ – физико-химических; МХ – механических;

Код по ГУИВ – код водопользователя по государственному учету использования вод;

Тип ВО – тип приемника сточных вод;

Ру – расстояние от устья ВО до выпуска в км;

КК – код категории качества сточных вод по 2-ТП (водхоз).

4.4.2 Установление приоритетов по рассредоточенным источникам

После того, как приоритеты по точечным источникам поступления ЗВ установлены, переходим к оценке влияния рассредоточенных стоков: с селитебных территорий и сельхозугодий и предприятий животноводческого комплекса.

На КУ-52 находится г. Новокузнецк. Результаты расчета выноса ЗВ с его территории с поверхностным стоком (с учетом его промышленной специализации, площади дорог и пр.) были приведены выше (Таблица 18). Для установления приоритетов водоохранной деятельности сопоставим суточные расходы масс ЗВ, поступающих со стоком с территории города с расходами масс ЗВ в замыкающем КУ створе. При расчете суточных масс будем исходить из того, что поверхностный сток осуществляется в весенний и летне-осенний периоды. Таким образом для условий Новокузнецка рассчитанные массы поверхностного стока (Таблица 18) делятся на 244 (по количеству «не зимних» дней). Результаты расчетов (Таблица 35) демонстрируют существенный вклад стока с городских территорий в формирование качества воды в замыкающем створе (в т.ч. и по приоритетным ЗВ). Следовательно, мероприятия по сбору и очистке ливневых вод должны войти в число приоритетных.

Таблица 35 – Оценка возможного влияния поверхностного стока с территории г. Новокузнецка на качество воды в замыкающем створе КУ-52

ЗВ	Масса, кг/сут					Д _г	ПР
	М _г	М	М _{ло}	М _б	М _{б-ло}		
Азот аммонийный	129	36723	18890	90800	116726	73	1
Азот нитритный	1,6	1938	1553	4187	6995	56	1
Азот общий	130	211251	103157	510103	625621	18	1
БПК ₅	2434	133731	81492	134011	153901	22	4
Взвешенные вещества	30474	664669	144824	927621	178330	23	4
Железо	33	13451	3885	45823	63530	35	4
Марганец	13	3	0	5	0	+	4
Медь	1,7	0	0	4	0	+	4
Нефтепродукты	754	5204	3128	6303	4313	16	3
Свинец	0,61	0	0	0	0	+	4
Сульфаты	10158	1136233	494778	1502172	1616112	22	4
Цинк	18	72	10	95	223	+	4

Примечание. Обозначения аналогичны принятым выше (Таблица 33). Отличия – в индексах: **г** - сток с территории города за «не зимний» период базового года; **ло** – гидрологический сезон «лето-осень».

Для оценки потенциального воздействия рассредоточенных источников поступления ЗВ в ВО на КУ-52, связанных с сельскохозяйственной деятельностью, используем результаты

расчета стока азота и фосфора по ВХУ 13.001.03.002 (Таблица 20, Таблица 21). Граница этого ВХУ находится в непосредственной близости к створу, замыкающему КУ-52. Будем иметь при этом ввиду, что полученная оценка может быть несколько ниже, чем если бы мы смогли учесть и сток с незначительного участка ВХУ 13.001.03.003, находящегося между границей ВХУ 13.001.03.002 и ПКК № 90 (Рисунок 34).

В соответствии с предложенным нами подходом сопоставим расходы масс общего азота и фосфора через замыкающий створ с расчетными суточными величинами их поступления. При этом исходя из принципа предосторожности, будем в качестве расчетного использовать гидрологический сезон «лето-осень» (продолжительность для г. Новокузнецка 153 дня), для расчета стока с сельхозугодий использовать сумму стока за «период дождей паводков» (Таблица 20), а для расчета стока от предприятий животноводства – 10% [234] от годовой массы накопленных отходов (Таблица 21).

Таблица 36 – Оценка возможного влияния поверхностного стока с сельхозугодий и от предприятий животноводческого комплекса на качество воды в замыкающем створе КУ-52

ЗВ	Масса, кг/сут						Д _с	Д _ж	ПР
	М _с	М _ж	М	М _{ло}	М _б	М _{б-ло}			
Азот общий	1048	1041	211251	103157	510103	625621	1	1	1
Фосфор общий	20	694	5413	4393	8158	2392	1	29	4

Примечание. Обозначения аналогичны принятым выше (Таблица 33, Таблица 35). Отличия – в индексах: **с** – расчетный сток с сельхозугодий; **ж** – расчетный сток от предприятий животноводства «не зимний» период базового года; **ло** – гидрологический сезон «лето-осень».

Как видно оба «сельскохозяйственных» источника поступления ЗВ также требуют приоритетных мер. Сопоставление вклада (суммарные массы за базовый год) каждого из проанализированных нами источников поступления ЗВ в ВО на КУ-52 (Рисунок 37) позволяет, например, заключить, что соединения азота поступают в ВО главным образом от точечных источников, а взвешенные вещества, цинк и свинец – с поверхностным стоком с территории г. Новокузнецка, около трети от общей массы соединений фосфора поступает от предприятий животноводства.

Подобные расчеты произведены по всем КУ⁴¹. Они позволяют по каждому КУ сделать предварительное заключение о том, какой вклад в изменение качества воды вносят учтенные источники ЗВ. Полученные результаты используются для определения тех источников

⁴¹ Из-за большого объема эти данные в работе не приводятся. В полном объеме результаты расчетов приведены в материалах СКИОВО-Обь, которые находятся в открытом доступе: <http://nobwu.ru/index.php/ndvskiovo>.

загрязнения, сокращение поступления ЗВ от которых может дать максимальный бассейновый эффект. Установленные приоритеты являются основанием для включения соответствующих мероприятий в СКИОВО, для первоочередного получения предусмотренных законом преференций, способствующих их скорейшей реализации. Результаты проведенных автором расчетов по Верхней и Средней Оби вошли в утвержденную СКИОВО-Обь [127].

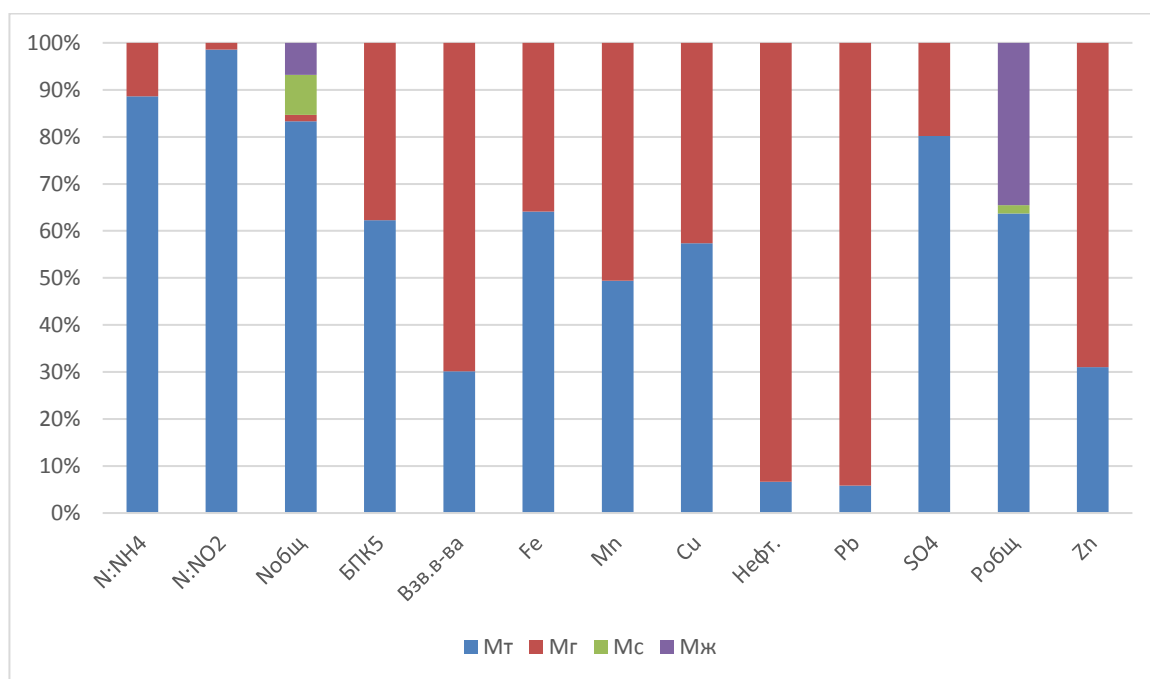


Рисунок 37 – Сопоставление доли различных источников поступления загрязняющих веществ в ВО на КУ-52 (г. Новокузнецк) в базовом году: Mт – точечные источники; Mг – сток с территории г. Новокузнецка; Mс – сток с сельхозугодий; Mж – от предприятий животноводства.

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

В п. 1.3 были изложены основные новации природоохранного законодательства, нацеленные на внедрение системы НДТ в практику нормирования воздействий на окружающую среду. Показано, что действующие нормативные и методические документы не позволяют пока в полной мере реализовать комбинированный подход к регулированию водопользования. Но тот факт, что основные механизмы нормирования на основе НДТ начинают действовать не ранее 01.01.2019, оставляет некоторое время для внесения необходимых уточнений и принятия взвешенных решений.

Покажем в этом подразделе как можно использовать ЦП при решении вопросов выдачи КЭР при внесении полной определенности в соотношения показателей НДТ и НДС. Заметим, что в условиях ФЗ-219 [5] принципиальность вопросов установления ЦП/НКВ и способов расчета НДС только повышается. Именно от этих факторов во многом будет зависеть эффективность реализации предложенных новаций.

Наши предложения по совершенствованию системы нормирования антропогенных воздействий на ВО (в части сброса ЗВ со сточными водами) можно резюмировать так:

- 1) установка долгосрочных (со сроком достижения 10–20 лет) ЦП с учетом природных особенностей и антропогенных факторов;
- 2) установление НДС на основе ЦП;
- 3) нормирование сбросов на уровне технологических нормативов (там, где применимо) согласование и контроль планов перехода к технологиям на уровне НДТ (КЭР, ППЭЭ);
- 4) если НДТ не позволяют достичь ЦП (технологические нормативы превосходят НДС) в заданные сроки, стимулирование поэтапной разработки и внедрения новейших технологий, и/или принятие иных дополнительных мер (решений по перепрофилированию опасных предприятий и пр.).

Как уже было отмечено, учет состояния ВО – ключевой аспект системы нормирования. В соответствии с ООС [4] для оценки качества воды есть один инструмент – НКВ. Из п. 3, ст. 20 ООС следует, что НКВ, устанавливаются, кроме прочего, на основании данных наблюдений за состоянием ВО, т. е. с учетом его особенностей. Таких НКВ до сих пор нет. На практике в качестве НКВ продолжают использовать ПДК_{рх}, которые не учитывают природных особенностей конкретного ВО. Зная историю вопроса и состояние российской системы

мониторинга, можно предположить, что разработка и утверждение НКВ, отвечающих действующему законодательству, займут еще немало времени. Скорее всего, НКВ будут едиными для довольно больших географических зон, а процедура корректировки НКВ для конкретного ВО будет непростой и длительной (если вообще будет предусмотрена). Для скорейшей реализации комбинированного подхода вместо НКВ могут быть использованы ЦП.

Разработка СКИОВО по бассейнам рек России завершена, следовательно, для большинства бассейнов ЦП установлены и утверждены. Наш опыт расчета ЦП показал [12, 14, 127, 171, 173, 194, 252. 291], что их значения могут, как многократно превышать ПДК_{рх} (чаще всего – по железу, марганцу, меди, цинку, фенолам, ХПК), так и быть ниже (например, по сульфатам, хлоридам, нитратам, нитритам).

5.1 Целевые показатели и нормативы качества воды

Вернемся к вопросу соотношения ЦП и НКВ. По нашему глубокому убеждению, в числе НКВ главенствующую роль должны играть нормативы состояния водных экосистем. Именно показатели состояния ихтиофауны, зообентоса, фитопланктона и пр. позволяют дать интегральную оценку экологического благополучия ВО, которое, по существу, и является целью водоохранной деятельности. Биомониторинг – неотъемлемая часть оценки состояния ВО в России [220], но, к сожалению, в основном «на бумаге». Биомониторинга как системы практически нет. Имеются островки относительно хорошей изученности, приуроченные к специализированным научным учреждениям, система наблюдений Росгидромета, как мы уже отмечали (см. п. 1.1.1.6) также имеет фрагментарный характер. Отсутствие широкой информационной базы и небесспорность имеющихся нормативов [292, 293] пока не позволяют использовать биологические индикаторы как рабочий инструмент системы управления водопользованием.

Необходимо безотлагательно приступить к построению действенной системы биомониторинга. Но, как мы понимаем, на это уйдут годы, а решать задачи управления нужно сегодня. По этой причине в рамках данной работы основной акцент сделан на химических/физических показателях качества воды. Именно эти показатели позволяют в случае неблагополучия экологического состояния ВО (выявленного по биоиндикаторам) организовать поиск и устранение источников негативных воздействий.

Для учета природных особенностей ВО при назначении НКВ можно пойти путем, пройденным ЕС и Северной Америкой (Канада, США, Мексика) [252]:

- разделить территорию России на экорегионы (участки с относительно однородными природными условиями);
- произвести классификацию ВО по ключевым признакам (например: водотоки – водоемы, малые – крупные, сильноизмененные – слабоизмененные и т. п.);
- для каждого элемента классификации по каждому экорегиону определить эталонные ВО;
- по данным наблюдений на эталонных ВО установить региональные НКВ (по экорегионам и элементам классификации).

Провести такую работу необходимо. Но, учитывая современный уровень развития системы мониторинга, приходится констатировать, что на это понадобится не один год. А как решать задачу управления качеством воды сегодня?

Представляется, что вычисленные по предложенным алгоритмам ЦП можно рассматривать как временные НКВ (по химическим/физическим показателям). Предложенная нами система приоритетов дает объективную основу для поэтапного решения водоохраных задач.

5.2 Процедура выдачи разрешительных документов

Как уже было отмечено (п. 1.3), ни ООС [4], ни ВК [2], ни действующие нормативно-методические документы [242, 243, 294] не проясняют вопроса сочетания использования технологических нормативов (на основе НДТ) в регулировании водопользования с бассейновым планированием водоохранной деятельности на основе ЦП и НДВ. Более того, по существу, состояние ВО в определенных случаях остается за рамками системы регулирования.

Избежать негативных последствий такой ситуации можно при использовании разработанной автором процедуры выдачи разрешительных документов [16-20, 199-202, 289], изложенной ниже.

Несколько предварительных замечаний.

Будем считать, что при полном развитии системы регулирования НКВ, учитывающие природные и антропогенные условия, установлены. Срок действия НКВ должен быть достаточно продолжительным – не менее 21 года (трех сроков действия КЭР/ВРС, предусмотренных ФЗ-219).

До утверждения НКВ в расчетах НДС предлагается использовать ЦП (временные НКВ), утвержденные в рамках СКИОВО (и рассчитанные по предложенному нами алгоритму). В качестве переходного варианта можно предложить рассчитывать НДС на основе

ЦП только для ЗВ с установленным приоритетом 1 (см. п. 3.3.1), а по ЗВ с более низким приоритетом использовать действующие до утверждения НКВ нормативы.

ЦП могут корректироваться в рамках процедуры внесения изменений в СКИОВО [241]. Результаты такой корректировки учитываются при очередной выдаче КЭР и ВРС.

Если ни ЦП, ни НКВ по какой-либо причине не установлены на момент поступления заявки на КЭР от водопользователя, в качестве НКВ временно используются ПДК_{рх} (либо ПДК_{хп}). Перерасчеты НДС с использованием ЦП или НКВ производятся в срок не более 3 лет с момента утверждения последних. До этого срока пересчет может быть произведен по инициативе владельца объекта.

В качестве необходимого уточнения к ФЗ-219 предлагаем вменить расчет НДС при подготовке заявки на КЭР для действующих объектов не только по веществам I и II категории опасности, но и по всем маркерным веществам (в смысле п. 5, ст. 67 ООС+), или по меньшей мере по тем маркерным веществам, которые имеют приоритет 1 на соответствующем контрольном участке (см. п. 3.3.1).

При дальнейшем изложении процедуры предполагаем, что при каждой подготовке заявки на КЭР или ДВОС учитываются произошедшие изменения в справочниках НДТ и утвержденных значениях ЦП/НКВ.

5.2.1 Процедура выдачи Комплексного экологического разрешения

Для «новых» объектов I категории КЭР выдается только при условии соблюдения технологических нормативов (Рисунок 38). Если при этом достигается НДС, то КЭР выдается на 7 лет. Если не достигается НДС по веществам I и II категории опасности (ОЗВ) – КЭР не выдается. Если не достигается НДС по маркерным/приоритетным ЗВ, то КЭР выдается только в случае, когда нет утвержденных ЦП/НКВ (НДС рассчитан, например, по ПДК_{рх}), до срока 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 лет (при наличии 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 проведена оценка достижения НДС по ОЗВ и маркерным/приоритетным ЗВ. КЭР выдается в случае планируемого достижения НДС по ОЗВ, независимо от условия достижения НДС по маркерным/приоритетным ЗВ. Однако в случае прогнозируемого недостижения НДС по маркерным/приоритетным ЗВ (при соблюдении

технологических нормативов) в ППЭЭ включаются мероприятия по разработке/поиску технологий, которые обеспечат поэтапное достижение НДС.

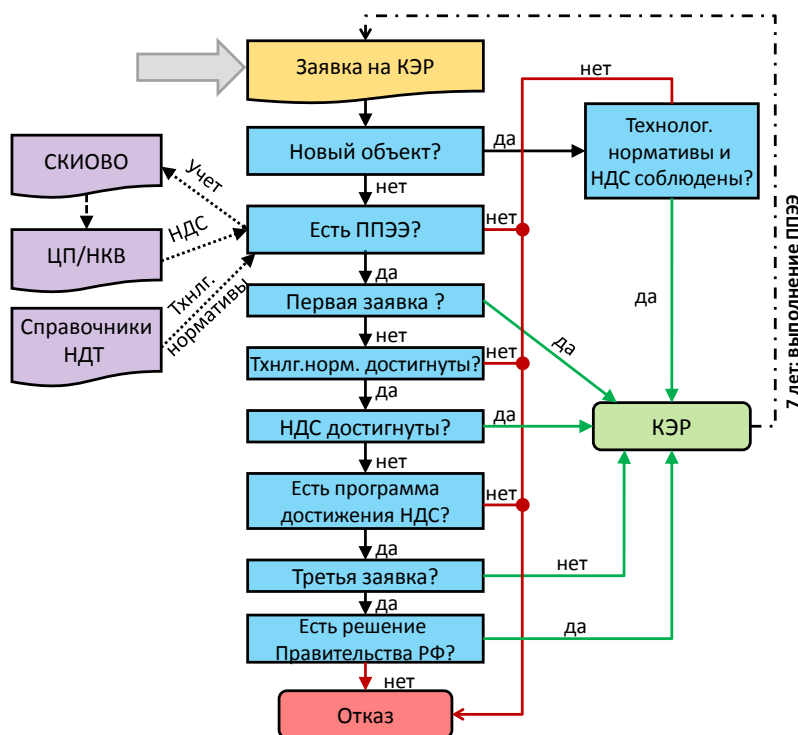


Рисунок 38 – Принципиальная блок-схема процедуры выдачи/продления Комплексного экологического разрешения (не более трех сроков).

По завершению срока действия КЭР владелец подает заявку на его продление. Первое продление осуществляется на 7 лет. Обязательным условием первого продления КЭР является выполнение ППЭЭ: достижение технологических нормативов и НДС по ОЗВ. При первом продлении КЭР в случае недостижения НДС к моменту подачи заявки в ППЭЭ включаются мероприятия по достижению НДС по маркерным/приоритетным веществам.

Второе продление 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 по маркерным/приоритетным веществам. Третье продление КЭР при недостижении НДС к моменту подачи заявки невозможно. Таким образом, максимально возможный срок на достижение НДС – 7 лет с момента выдачи КЭР (14 для градообразующих и т. п. в соответствии с п. 6 ст. 67¹ ООС+), на достижение НДС – 14 лет, или 21 год по решению Правительства РФ.

5.2.2 Процедура установления временно разрешенных сбросов

По объектам II категории готовится ДВОС. Если сброс выше НДС по веществам I и II категории опасности, маркерным/приоритетным веществам, то для вновь вводимых объектов ВРС не устанавливается, а для действующих ВРС устанавливается на 7 лет при наличии ПМООС.

Через 7 лет по объекту II категории вновь представляется ДВОС, в которой, в частности, приводятся сведения о выполнении ПМООС и достижении НДС. Если НДС не достигнуты по веществам I и II категории опасности, то ВРС не устанавливается. Если НДС не достигнуты по прочим веществам, то ВРС может быть установлен еще на один срок по представлению Бассейнового совета, при условии наличия доказательных объяснений невозможности достижения НДС в отчетный период и обоснованного плана достижения НДС в следующие 7 лет. Такое решение может быть принято не более одного раза, т. е. на достижение НДС отводится не более 14 лет.

При наличии соответствующих справочников НДТ собственники объектов II категории могут подать заявку на КЭР [5]. В этом случае применяется процедура, предусмотренная для объектов I категории.

Объекты III и IV категории осуществляют свою деятельность по заявительному принципу. Для объектов III категории ВРС устанавливается только для веществ I и II категории опасности по алгоритму, описанному для объектов II категории.

Предложенные алгоритмы выдачи разрешительных документов (КЭР, ВРС) позволяют:

- ускорить практическую реализацию ФЗ-219 (в частности, за счет использования ЦП в качестве НКВ до утверждения последних);
- добавить в систему управления водопользованием недостающие элементы по учету экологических требований на конкретном ВО при использовании технологических нормативов (НДТ);
- реализовать на практике комбинированный подход к управлению водопользованием;
- использовать результаты разработки СКИОВО, увязать задачу выдачи разрешительных документов (КЭР и ВРС) с задачами бассейнового планирования.

Для практического применения предложенные алгоритмы должны быть детально описаны и утверждены в виде методических документов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный в диссертационной работе анализ действующего 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 (иными словами – разработки водоохранной стратегии) в речном бассейне с учетом территориальной дифференциации природных условий формирования качества поверхностных вод.

Анализ 69 утвержденных СКИОВО показал, что отсутствие единых методических подходов снижает обоснованность государственного планирования водоохранных мероприятий. В качестве цели могут ставиться как недостижимо низкие (например, по меди, марганцу) так и неоправданно высокие (например, по хлоридам, сульфатам) показатели содержания веществ в поверхностных водах.

При обосновании названных методологических подходов проведен анализ природных и антропогенных факторов формирования качества поверхностных вод подбассейна Верхней и Средней Оби, включая анализ многолетних данных наблюдений, из которого сделаны 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 проведённых исследований в работе даны методологические основы разработки водоохранной стратегии для крупных речных бассейнов с учетом территориальной дифференциации природных и антропогенных факторов формирования качества воды, включая:

- понятийную базу;
- методологический 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
- методологический подход и алгоритмы установления приоритетов водоохранной деятельности для крупных речных бассейнов.

Использование предложенных методологических 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, водоохранные 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 водоохранных 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 водоохранными 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 СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

- БПК₅₍₂₀₎ – Биологического потребление кислорода за 5 (20) суток
- ВК – Водный кодекс Российской Федерации от 3.06.2006 г. № 74-ФЗ (ред., действующая на 01.01.2017);
- ВО – водный объект (поверхностный водный объект);
- ВРС – временно разрешенный сброс;
- ВХУ – водохозяйственный участок;
- ГНС – государственная наблюдательная сеть за состоянием окружающей среды, формирование и функционирование которой обеспечивается Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды
- ДВОС – декларация о воздействии на окружающую среду;
- ЕЭК ООН – Европейская экономическая комиссия ООН
- ЗВ – вещество, загрязняющее вещество, любая физико-химическая характеристика качества воды водного объекта (включая, например, ХПК, прозрачность); под концентрацией ЗВ понимается значение измеряемой характеристики ЗВ;
- ООС – Федеральный Закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ (ред., действующая на 01.01.2017);
- ООС+ – Федеральный Закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ с учетом всех поправок ФЗ-219 (включая пока не действующие);
- ОЭСР – Организация экономического сотрудничества и развития
- КЭР – комплексное экологическое разрешение;
- МРЦП – Методические рекомендации по определению целевых показателей качества воды в водных объектах (2007 г.)
- НДВ – норматив допустимого воздействия;
- НДС – норматив допустимого сброса;
- НДТ – наилучшая доступная технология;

НКВ –	норматив качества воды поверхностных водных объектов;
ОЗВ –	вещества 1 и 2 класса опасности в смысле ст. 31.1 ООС+
ПДК –	предельно допустимая концентрация;
ПДК _{рх} –	предельно допустимая концентрация для водных объектов рыбохозяйственного значения;
ПДК _{хп}	предельно допустимая концентрация для водных объектов хозяйственно-питьевого (коммунально-бытового) назначения;
ПКК –	пункт/створ контроля качества воды (имеет номер);
ПМООС –	программа мероприятий по охране окружающей среды;
ППЭК –	программа производственного экологического контроля;
ППЭЭ –	программа повышения экологической эффективности;
РВД –	Директива 2000/60/ЕС Европейского парламента и Совета от 23 октября 2000 г., устанавливающая общие направления действий Союза в сфере водной политики;
РУ –	расчетный участок бассейна реки, для которого устанавливаются ЦП;
РФ –	Российская Федерация;
СКИОВО –	схема комплексного использования и охраны водных объектов;
СРФ	Субъект Российской Федерации;
СУ –	спеучасток для определения целевых показателей качества воды;
ФЗ-219 –	Федеральный закон от 21.07.2014 № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон "Об охране окружающей среды" и отдельные законодательные акты Российской Федерации» (в ред., действующей на 01.01.2016);
ХПК–	химическое потребление кислорода (по бихроматной окисляемости);
ЦП –	целевой показатель качества воды поверхностного водного объекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 28 июня 2014 г. N 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями). Режим доступа: <http://base.garant.ru> (дата обращения: 14.02.2017).
2. Водный кодекс Российской Федерации от 3.06.2006 г. № 74-ФЗ. Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 14.05.2016).
3. Приказ Минсельхоза России от 13.12.2016 № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения». Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 10.06.2017).
4. Федеральный закон от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды». Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 14.05.2016).
5. Федеральный закон от 21.07.2014 № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон "Об охране окружающей среды" и отдельные законодательные акты Российской Федерации». Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 14.05.2016).
6. Водная стратегия Российской Федерации на период до 2020 года. Утв. распоряжением Правительства РФ от 27.08.2009, № 1235-р // Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 14.10.2015).
7. Беляев С.Д., Черняев А.М. Планирование водоохранной деятельности на основе целевых показателей состояния водных объектов // Экология, Экономика, Информатика. XXVI школа-семинар «Математическое моделирование в проблемах рационального природопользования»: сб. материалов. Ростов-на-Дону: «Ирбис», 1998. С. 25-27.
8. 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.
9. Беляев С.Д., Черняев А.М. Механизмы реализации государственной водной политики // Мелиорация и водное хозяйство. 2000. № 3. С. 20-24.
10. 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.
11. Беляев С.Д. Использование целевых показателей качества воды при планировании водохозяйственной деятельности // Водное хозяйство России. 2007. № 3. С. 3-17.

12. Беляев С.Д. О месте целевых показателей качества воды в СКИОВО // Водное хозяйство России. 2009. № 3. С. 61-78.
13. Беляев С.Д. Установление приоритетов водоохранной деятельности в бассейне реки [Электронный ресурс] CD-ROM // XII междунар. симпозиум и выставка «Чистая вода России – 2013»: тезисы докл. Екатеринбург, 2013. С. 30-32.
14. 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.
15. Беляев С.Д. Алгоритм выбора приоритетных в масштабе бассейна реки водоохранных мероприятий [Электронный ресурс] CD-ROM // VII Всероссийский гидрологический съезд. Тезисы секционных докладов. Санкт-Петербург, 2013.
16. Беляев С.Д. Построение водоохранной стратегии для речного бассейна: методология и алгоритмы // Материалы XIV междунар. симпозиума Чистая вода России, 18–20 апреля 2017 г., Екатеринбург. [Электронный ресурс] Екатеринбург: ФГБУ РосНИИВХ, 2017. С. 4-11.
17. Беляев С.Д. Учет пространственной дифференциации природной среды при построении водоохранной стратегии в речном бассейне // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов. Труды VI Международной научно-практической конференции. Т. 2. Качество воды. Геоэкология. Пермь: Изд. центр «Perm University Press». 2017, С. 9-14.
18. Беляев С.Д. Учет пространственной дифференциации природной среды при планировании водоохранной деятельности // Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии: Труды III Всерос. научн. конф с междунар. участием: в 4 томах. Барнаул, 2017. С. 141-152.
19. Беляев С.Д. Учет пространственной дифференциации природной среды при планировании водоохранной деятельности // Байкал как участок всемирного природного наследия: 20 лет спустя. Материалы Международной научно-практической конференции. Улан-Удэ: Изд. Бурятского научного центра СО РАН, 2017. С. 112-115.
20. Беляев С.Д. Водоохранная стратегия для речного бассейна в условиях технологического нормирования // Водные ресурсы: новые вызовы и пути решения: Сборник научных трудов Всерос. научн. конф с междунар. участием. Новочеркасск: Лик, 2017. С. 36-42.
21. Заслоновский В.Н., Шарапов Н.М., Капралов В.И., Черепанова Т.В. Об оценке водно-экологического состояния водосбора и планировании мероприятий по его улучшению на основе интегральных показателей // Водное хозяйство России. 2003. Т. 5. № 1. С. 18-29.

22. Шарапов Н.М., Заслоновский В.Н. Оценка качества вод природных водных объектов с целью оптимального инвестирования водоохраных мероприятий на уровне субъекта Российской Федерации // Водное хозяйство России. 2004. Т. 6. № 5. С. 485-492.
23. Обоснование стратегий управления водными ресурсами / под ред. В.И. Данилова-Данильяна. М.: Научный Мир, 2006. 336 с.
24. Водные ресурсы и качество вод. Состояние и проблемы управления / отв. ред. В.И. Данилов-Данильян, В.Г. Пряжинская. РАН Институт водных проблем. М.: РАСХН, 2010. 415 с.
25. Шарапов Н.М. Интегральный показатель экологического состояния водосбора и водного объекта. Чита: ЗабГУ, 2011. 117 с.
26. Экономические и территориальные аспекты управления водохозяйственным комплексом России / под ред. В.И. Данилов-Данильян, В.Г. Пряжинская. М.: РАСХН, 2013. 311 с.
27. Алекин О. А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат, 1970. 444 с.
28. Алекин О.А., Бражникова Л.В. Сток растворенных веществ с территории СССР. М.: «Наука», 1964. 144 с.
29. Веницианов Е.В., Лепихин А.П. Физико-химические основы моделирования миграции и трансформации тяжелых металлов в природных водах / Науч. ред.: В.А. Черешнев, А.М. Черняев, А.Н. Попов; ФГУП КамНИИВХ. – Екатеринбург: Изд-во РосНИИВХ, 2002. 236 с.
30. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука, 1987. 334 с.
31. Винокуров Ю.И., Ротанова И.Н., Дьяченко А.А. Ландшафтный подход в исследовании гидроэкологической безопасности региона // Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов на рубеже третьего тысячелетия: Мат-лы междунар. науч. конф. Томск, 2000.
32. Вода России. Малые реки / Под науч. ред. А.М. Черняева; ФГУП РосНИИВХ. Екатеринбург: Издательство «АКВА-ПРЕСС», 2001. 804 с.
33. Вода России. Речные бассейны / Под науч. ред. А.М. Черняева; ФГУП РосНИИВХ. Екатеринбург: Издательство «АКВА-ПРЕСС», 2000. 536 с.
34. Воронков П. П. Формирование химического состава поверхностных вод степной и лесостепной зон европейской территории СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1955. 352 с.
35. Воронков П.П. Гидрохимия местного стока Европейской территории СССР. Л., 1970.
36. Гашкина Н.А., Моисеенко Т.И., Кремлева Т.А. Особенности распределения биогенных элементов и органического вещества в малых озерах и лимитирование их трофности на

- европейской территории России и Западной Сибири // Вестник Тюменского государственного университета. 2012. №12 с. 17-25.
37. Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. М.: Высш. шк., 1998. 328 с.
38. Земцов В. А. Ресурсы поверхностного стока в бассейне Оби: основные закономерности и проблемы управления. Автореф. дис. ... докт. геогр. наук. Барнаул, 2004. 43 с.
39. Земцов В.А., Крутовский А.О., Хасанов В.В., Кривошапка А.И. Экорегionalный подход к исследованию и управлению качеством речных вод // Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов на рубеже третьего тысячелетия. Мат. Междунар. науч. конф. Томск, 2000. С. 114-118.
40. Льготин В.А., Макушин Ю.В., Савичев О.Г., Кириленко Т.Д. Особенности и факторы формирования гидрохимического состояния поверхностных водных объектов на территории Томской области // География и природные ресурсы. 2005. № 1. С. 39-46.
41. Моисеенко Т.И., Гашкина Н.А. Распределение микроэлементов в поверхностных водах суши и особенности их водной миграции // Водные ресурсы. 2007. Т. 34, №4. С. 454-468.
42. Моисеенко Т.И., Гашкина Н.А., Кудрявцева Л. П. и др. Зональные особенности формирования химического состава вод малых озер на территории европейской части России // Водные ресурсы. 2006. Т. 33, № 2. С. 163-180.
43. Никаноров А.М. Региональная гидрохимия. Учебное пособие. Ростов-на-Дону: Изд-во «НОК», 2011.
44. Никаноров А.М., Брызгалов В.А. Реки России. Часть II. Реки Европейского Севера и Сибири (гидрохимия и гидроэкология). Ростов-на-Дону: Изд-во «НОК», 2010.
45. Парфенова Г.К. Антропогенные изменения гидрохимических показателей качества вод. Томск: «Аграф-пресс», 2010. 204 с.
46. Парфенова Г.К. Изменение ионного состава воды рек бассейна Верхней Оби за многолетний период // Современные проблемы географии и природопользования. 2001. №5,6. С. 145-147.
47. Перельман А.И. Геохимия ландшафта. М.: Изд-во «Высшая школа», 1966. 392 с.
48. Перельман А.И. Геохимия природных вод. М.: Наука, 1982. 154 с.
49. Рассказов Н.М., Савичев О.Г. Гидрогеохимические условия юго-востока Западной Сибири (на примере бассейна р. Томь) // Геоэкология. 1999. № 4. С. 314-320.
50. Рыженко Б.Н., Крайнов С. Р. Физико-химические факторы формирования химического состава вод зоны гипергенеза // Геохимия. 2002. № 8. С. 864-891.
51. Савенко В.С. Химический состав взвешенных наносов рек мира. М.: ГЕОС, 2006. 175 с.

52. Савичев О.Г. Влияние болот на гидрохимический сток в бассейне Средней Оби (в пределах Томской области) // Известия Томского политехнического университета. 2005. Т. 308, № 3. С. 47-50.
53. Савичев О.Г. Гидрохимический сток рек бассейна Средней Оби и его природно-антропогенная трансформация: автореф. дис. ... докт. геогр. наук. Барнаул, 2005. 46 с.
54. Савичев О.Г. Пространственные и временные изменения химического состава речных бассейна Средней Оби // География и природные ресурсы. 2000. № 2. С. 60-66.
55. Савичев О.Г. Реки Томской области: состояние, использование и охрана. Томск: Изд-во Томск. политехн. ун-та, 2003. 202 с.
56. Скакальский Б.Г. Географические закономерности формирования вод местного стока и их химического состава. / В кн.: Географические направления в гидрологии. М. Изд. РАН РФ. Русское географическое общество, 1995. С. 151-167.
57. Современное состояние водных ресурсов и функционирование водохозяйственного комплекса бассейна Оби и Иртыша / Отв. ред. Ю.И. Винокуров, А.В. Пузанов, Д.М. Безматерных; Институт водных и экологических проблем СО РАН. - Новосибирск: изд-во СО РАН, 2012. 236 с.
58. Черногаева Г.М. Географо-гидрологический метод в исследовании качества поверхностных вод // Географические направления в гидрологии, М., ИГ РАН-Русское Геогр. Общество. 1995, с. 141-151.
59. Шварцев С.Л., Савичев О.Г. Эколого-геохимическое состояние крупных притоков Средней Оби // Водные ресурсы. 1997. № 6. С. 762-768.
60. Шварцев С.Л., Савичев О.Г., Вертман Е.Г. и др. Эколого-геохимическое состояние речных вод Средней Оби // Водные ресурсы. 1996. №6. С. 723-731.
61. Berner E. K., Berner R. A. Global Environment: Water, Air, and Geochemical Cycles. Princeton University Press, 2012. 488 p.
62. Meybeck M. Global distribution of lakes // Physics and Chemistry of Lakes / Eds A.Lerman, D.Imboden, J.Gat. Berlin Heidelberg, 1995. P.1—36.
63. Meybeck, M. and Helmer, R.: The quality of rivers: from pristine stage to global pollution, Global Planet. Change, 1, 283–309, 1989.
64. Meybeck, M.: Global analysis of river systems: from earth system controls to Anthropocene controls, Phil. Trans. Royal Acad. London B, 358, 1935–1955, 2003.
65. Zemtsov V. Ecoregions and the problem of surface water quality objectives indication in the Ob river basin (Siberia, Russia). Proc. of the Int. conf. Hydrology: Science & Practice for the 21st Century, London, V. II. – pp. 226–231.

66. Веницианов Е.В., Кузьмич В.Н. О методах расчета нормативов предельно допустимой нагрузки химических веществ на водные объекты // Мелиорация и водное хозяйство. 2000. № 3. С. 36-38.
67. Веницианов Е. В., Мирошниченко С. А., Лепихин А. П., Губернаторова Т.Н. Разработка и обоснование региональных показателей качества воды по содержанию тяжелых металлов для водных объектов бассейна Верхней Камы // Водное хозяйство России. 2015. №3. С. 50-64.
68. Вода России. Экономико-правовое управление водопользованием / Под. ред. А. М. Черняева. Екатеринбург: ФГУП РосНИИВХ, «АКВА-ПРЕСС», 2000. 408 с.
69. Вода России. Экосистемное управление водопользованием / Под. ред. А. М. Черняева. Екатеринбург: ФГУП РосНИИВХ, «АКВА-ПРЕСС», 2000. 356 с.
70. Кузьмич В.Н., Пономарева Л.С., Скурлатов Ю.И. Проблемы химической безопасности водных экосистем и новые подходы к оценке качества воды // Химическая и биологическая безопасность. 2015. № 1–2. С. 95-102.
71. Лепихин А.П. Проблемы регламентации антропогенных воздействий на водные объекты // Водное хозяйство России. 2004. № 4. С. 318 – 345.
72. Лепихин А.П., Мирошниченко С.А. Особенности задания «фоновой» концентрации в естественных водотоках // Водное хозяйство России. 2002. № 3. С. 247-262.
73. Носаль А.П. Установление нормативов ПДВВ для рек Чусовой и Сысерти // Водное хозяйство России. 2003. Спецвыпуск. С. 93-114.
74. Носаль А.П. Определение расчётных характеристик поверхностного стока при нормировании антропогенной нагрузки на водный объект// Мелиорация и водное хозяйство. 2002. №6. С. 27-30.
75. Пономарева Л.С. О нормативах ПДК, «нормах качества» воды и их применении в современных условиях // Проблемы химической безопасности. Химия и жизнь. Сообщение UCS-INFO.1430, 10 декабря 2005 г. Режим доступа: <http://ecology.iem.ac.ru/ucs/b1430.TXT> (дата обращения: 12.11.2008).
76. 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.
77. 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 нормированию качества окружающей среды. Законодательные и научные основы существующих систем

- экологического нормирования // Успехи современной биологии. 2012, т. 132, №6. С: 531-550.
78. Селезнев В.А., Беспалова К.В. Экологические критерии нормирования сброса загрязняющих веществ в водные объекты // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. 2015. №1. Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskie-kriterii-normirovaniya-sbrosa-zagryaznyayuschih-veschestv-v-vodnye-obekty> (дата обращения: 12.11.2015).
79. Селезнев В.А., Селезнева А.В., Беспалова К.В. Нормирование сброса биогенных веществ в поверхностные водные объекты // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2014. №2. с. 49-52.
80. Строков А.А., Веницианов Е.В. Разработка региональных предельных допустимых концентраций (ПДК) приоритетных показателей качества воды реки Онеги // Вода: химия и экология. 2015. № 8. С. 38-47.
81. Черняев А.М. Управление водными ресурсами в агропромышленном регионе. Л.: Гидрометиздат, 1987. – 247 с.
82. Черняев А.М., Ширяк И.М., Шолохович В.Ф. Методика двухэтапной отдельной оптимизации затрат на водоохранные мероприятия в бассейне реки // Охрана природных вод Урала. Свердловск:Сред.-Урал кн. изд-во, 1987. № 17. С. 10-19.
83. Методика оптимального планирования водоохранных мероприятий в бассейне реки / А.М. Черняев, И.М. Ширяк; УралНИИВХ. Свердловск, 1988. 92 с.
84. Пряжинская В.Г., Хранович И.Л. Система оптимизационных моделей развития водного хозяйства региона // Водные ресурсы. 1979. №3. С. 20-66.
85. Пряжинская В.Г. Математическое моделирование в водном хозяйстве. М.: Наука, 1985. 112 с.
86. Пряжинская В.Г. Современные методы управления качеством речных вод урбанизированных территорий // Водные ресурсы. 1996. Т. 23, № 2. С. 168.
87. Сухоруков Г.А., Цыбульник С.А. Методы оптимизации и принятия решений при планировании водоохранных мероприятий для рек Северский Донец и Коннектикут // Методология и практика планирования охраны вод речного бассейна: Труды советско-американского симпозиума. Харьков, 1981. с 171-201.
88. Вода России. Математическое моделирование в управлении водопользованием / Под науч. ред. А.М. Черняева; ФГУП РосНИИВХ. Екатеринбург: Изд-во «АКВА-ПРЕСС», 2001. 520 С.

89. Корытный Л.М. Бассейновая концепция в природопользовании. Иркутск: Изд-во Институт географии СО РАН, 2001. 163 с.
90. Глушков В.Г. Географо-гидрологический метод // Изв. ГГИ. 1933. № 57-58. С. 5-9.
91. Глушков В.Г. Вопросы теории и методы гидрологических исследований. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 416 с.
92. Антипов А.Н. Корытный Л.М. Географические аспекты гидрологических исследований. Новосибирск: Наука, 1981. 177 с.
93. Антипов А.Н., Федоров В.Н. Ландшафтно-гидрологическая организация территории. Новосибирск: Изд-во Наука Сибирского отделения РАН, 2000. 255 с.
94. Антипов А.Н., Гагаринова О.В., Федоров В.Н. Ландшафтная гидрология: теория, методы, реализация // География и природные ресурсы. 2007. №3. С. 56-67.
95. Басс С.В. Внутрizonальные особенности весеннего поверхностного стока в лесной зоне. М.: Изд-во АН СССР, 1963.
96. Воскресенский К.П. Норма и изменчивость годового стока рек Советского Союза. Л.: Гидрометеиздат, 1962. 548 с.
97. Географические исследования в Сибири. Т. 3. Ландшафтная гидрология: теория и практика исследований (2007). Новосибирск: ГЕО, 2007. 262 с.
98. Географические направления в гидрологии / Под ред. Н.И. Коронкевича, Г.М. Черногаевой. ИГ РАН, РГО, МЦ, 1995. 224 с.
99. Географо-гидрологические исследования/Под ред. Н. И. Коронкевича, Г. М. Черногаевой. М.: МЦГО РФ, 1992. 196 с.
100. Георгиади А.Г. Географический подход к предвычислению максимального весеннего стока. М: ИГ АН, 1982. 167 с.
101. Гидрологические исследования ландшафтов: Сб. науч. тр. / Отв. ред. Г.В. Бачурин, Л.М. Корытный. Новосибирск, 1986. С. 27- 34.
102. Давыдов Л.К. Гидрография СССР. Л.: Изд-во ЛГУ, 1955. Ч. 2. 600 с.
103. Исследования формирования водных ресурсов. Под ред. Н.И. Коронкевича, Г.Я. Карасик. М.: ИГ АН СССР. 1976. 202 с.
104. Колебания и изменения речного стока. Под ред. М.И. Львовича. М.: ИГ АН СССР, 1960.
105. Коронкевич Н.И. Преобразование водного баланса. М.: Наука, 1973. 120 с.
106. Кузин П.С. Классификация рек и гидрологическое районирование СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1960. 455 с.
107. Кузин П.С., Бабкин В.И. Географические закономерности гидрологического режима рек. Л.: Гидрометеиздат, 1979. 200 с.

108. Львович М.И. Человек и воды. М.: Географгиз, 1963. 568 с.
109. Львович М.И. Вода и жизнь: (Водные ресурсы, их преобразование и охрана). М.: Мысль, 1986. 254 с.
110. Муравейский С. Д. Процесс стока как географический фактор // Изв. АН СССР. Сер. Геогр. и геофиз. 1946. Т. 10. № 3. С. 293-300.
111. Субботин А.И. Сток талых и дождевых вод (по экспериментальным данным). М.: Гидрометеиздат, 1966. 377 с.
112. Субботин А.И. О ландшафтном направлении в гидрологии // Водные ресурсы. 1983. № 6. С. 42-50.
113. Троицкий В.А. Гидрологическое районирование СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1948. Т. 2, Вып. 3. 110 с.
114. Формирование водного баланса территории (по данным географо-гидрологических исследований) / Под ред. Г.Я. Карасик, Н.И. Коронкевича. М.: ИГ АН СССР, 1980. 229 с.
115. Федоров В.Н. Ландшафтная индикация формирования речного стока. Иркутск; Изд-во Ин-та географии им. В.Б. Сочавы, 2007. 175 с.
116. Шикломанов И.А. Антропогенные изменения водности рек. Л.: Гидрометеиздат, 1979. 303 с.
117. Шикломанов И.А. Влияние хозяйственной деятельности на речной сток. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 335 с.
118. Эдельштейн К.К. Структурная гидрология суши. М.: ГЕОС. 2005. 316 с.
119. Салищев К.А. Картоведение. М.: МГУ, 1990. 400 с.
120. Берлянт А.М. и др. Картоведение. М.: Аспект Пресс, 2003. 477 с.
121. Басергян А.А., Куприянов М.С., Степаненко В.В., Холод И.И. Методы и модели анализа данных: OLAP и DATA Mining. СПб.: БХИ-Петербург, 2004. 336 с.
122. Эсбенсен К. Анализ многомерных данных: Пер. с англ. — Черноголовка: Изд-во Ин-та проблем химической физики РАН, 2005. — 204 с.
123. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: для профессионалов. СПб.: Питер, 2003. 688 с.
124. Егоров А.И. Основы теории управления. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. 504с.
125. Кнорринг В.И. Теория, практика и искусство управления. М.: НОРМА-ИНФРА-М, 1999. 528 с.
126. Приказ Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 11.10.2007 № 265 «Об утверждении границ бассейновых округов». Режим доступа: <http://www.mnr.gov.ru/regulatory> (дата обращения: 12.05.2015).

127. Схема комплексного использования и охраны водных объектов бассейна р. Обь. Режим доступа: <http://nobwu.ru/index.php/ndvskiovo> (дата обращения: 9.10.2016).
128. Приказ Нижне-Обского БВУ от 25.08.2014 № 285 «Об утверждении Схемы комплексного использования и охраны водных объектов бассейна реки Обь». Режим доступа: <http://nobwu.ru/docs/ndviskiovo/order-skiovo-ob.jpg> (дата обращения: 9.10.2016).
129. Ежегодные данные о качестве поверхностных вод суши. 2000-2010. Часть 1. Реки и каналы. Часть 2. Озера и водохранилища. Том 1(18). Россия. Вып.10, 11. Бассейны рек на территории Алтайского края, Кемеровской, новосибирской, Томской области и Республики Алтай. Новосибирск, 2001-2011.
130. Концепция государственной политики в сфере использования, восстановления и охраны водных объектов. // Использование и охрана природных ресурсов России. Ежемесячный бюллетень. 2000. №6. С. 36-46.
131. Межгосударственное распределение водных ресурсов трансграничных водотоков и их рациональное использование с учетом аспекта качества вод: принципы, подходы и рекомендации. Документ Европейской экономической комиссии ООН № МР.WAT/2003/8 / Совещание сторон Конвенции по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер. Третье совещание. Мадрид. Испания. 2003. 37 с.
132. Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования // Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 14.10.2015).
133. Earth Summit. Agenda 21: The United Nations Programme of Action from Rio. / UN. NY. 1997. 294 p. (Доклад Конференции ООН по окружающей среде и развитию. Рио-де-Жанейро, 3-14 июня 1992 года. Том 1. Резолюции, принятые на Конференции / ООН. Нью-Йорк. 1993. 528 с.).
134. Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер. / ЕЭК ООН. Нью-Йорк-Женева, 1994. 47 с.
135. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy // Official Journal of the European Community L327, 22.12/2000, p.p. 1-72. Режим доступа: <http://eur-lex.europa.eu> (дата обращения: 14.10.2015).
136. Беляев С.Д. Технологические нормативы и целевые показатели качества поверхностных вод // Водное хозяйство России. 2015. № 6. С. 18-36.

137. Беляев С., Черняев А. На пути к устойчивому развитию // Вода России. 1997. №1(59)-2(60). С. 2-4.
138. Черняев А., Беляев С., Прохорова Н. О концепции водохозяйственной политики// Вода России. 1997. №8(66)-9(67).
139. Черняев А.М., Беляев С.Д. Концепция государственной политики устойчивого водопользования // Бассейновый программно-целевой подход к управлению устойчивым водопользованием: Докл. Междунар. науч. практ. сем. Тюмень, 1997. С. 5-14.
140. Черняев А.М., Беляев С.Д. Концептуальный подход к формированию водохозяйственной политики // Междунар. симпозиум и выставка «Чистая вода России»: тезисы докл. Екатеринбург, 1997. С. 91-92.
141. Концепция водохозяйственной политики Свердловской области (Проект) / Беляев С.Д., Черняев А.М. Екатеринбург: «Виктор», 1997. 45 с.
142. Черняев А.М., Беляев С.Д., Прохорова Н.Б. Концепция государственной политики устойчивого водопользования в Российской Федерации (Проект) // Зеленый мир. Российская экологическая газета. 1998. №10(274). Специальный выпуск.
143. Беляев С.Д., Черняев А.М. Новая идеология охраны вод // Экологические проблемы промышленных регионов: тезисы докл. научно-практ. семинара "Урал-экология-98". Екатеринбург, 1998. С. 25-26.
144. Черняев А.М., Беляев С.Д. Концепция водохозяйственной политики Свердловской области (Проект) // Ключ Земли. Уральский экологический вестник. 1998. Спецвыпуск.
145. Концепция государственной политики устойчивого водопользования в Российской Федерации (проект). М.: Мелиорация и водное хозяйство, 1998. 56 с.
146. Беляев С.Д., Львов А.П., Черняев А.М. Концепция российской водохозяйственной политики // Третий международный конгресс «Вода: экология и технология» ЭКВАТЭК-98: тезисы докладов. М., 1998. С. 21.
147. Беляев С.Д., Черняев А.М. Региональные стандарты и целевые показатели состояния водных объектов // Третий международный конгресс «Вода: экология и технология» ЭКВАТЭК-98: тезисы докл. М., 1998. С. 576.
148. 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/natlinfoniau/rusia-fw.htm> (дата обращения: 01.05.2005).

149. Черняев А., Беляев С. Вода как элемент политики // Провинция. 1998. №3(6). С. 11,12,19.
150. Черняев А.М., Прохорова Н.Б., Беляев С.Д. Вода и проблемы выживания // Мелиорация и водное хозяйство. 1998. № 3. С. 50-51.
151. Беляев С.Д., Черняев А.М.. Концепция устойчивого развития водохозяйственного сектора Свердловской области // Региональная стратегия устойчивого социально-экономического роста: Тезисы докладов. Часть 2. Екатеринбург: УрО РАН, 1998.
152. Концепция государственной политики устойчивого водопользования в Российской Федерации (проект) // Гидротехническое строительство. 1998. №8. С. 5-24.
153. Беляев С.Д., Черняев А.М.. Целевые показатели состояния водных объектов как основа регулирования водохозяйственной деятельности // VI Горно-геологический форум «Природные ресурсы стран СНГ»: тезисы докл. М., 1998. С. 202-203.
154. Беляев С.Д., Черняев А.М.. Целенаправленная водохозяйственная политика как необходимый элемент устойчивого развития субъекта Федерации // V Всероссийская научно-практическая конференция серии «Экология и здоровье человека» «Здоровый образ жизни - системный подход»: тезисы докл. Самара, 1998. С. 24-28.
155. 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.
156. Беляев С.Д., Прохорова Н.Б., Черняев А.М. Государственная водная политика: цель, основные направления реализации и принципы // Водное хозяйство: проблемы, технологии, управление. 1999. № 1. С. 3–13.
157. Беляев С.Д., Прохорова Н. Б., Черняев А.М.. Концепция государственной политики устойчивого водопользования в России // Пятый международный симпозиум и выставка «Чистая вода России-99»: тезисы докл. Екатеринбург, 1999. С. 10-11.
158. Беляев С.Д., Черняев А.М.. Новый подход к регулированию водохозяйственной деятельности. // Пятый международный симпозиум и выставка «Чистая вода России-99»: тезисы докл. Екатеринбург, 1999. С. 11-13.
159. Россия: экономико-правовое управление водопользованием / под. ред. Черняев А.М.а. Екатеринбург: ФГУП РосНИИВХ, «Аэрокосмология», 1999. 410 с.
160. 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.

161. 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.
162. Беляев С.Д., Черняев А.М., Н. Б. Прохорова. Концептуальные основы государственной водной политики России. // Бюллетень «Использование и охрана природных ресурсов России». 1999. № 3-4. С. 57-62.
163. 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.
164. Беляев С.Д., Черняев А.М.. Концепция государственной водной политики. // Экология, Экономика, Информатика. XXVII школа-семинар «Математическое моделирование в проблемах рационального природопользования»: тезисы докл. Ростов-на-Дону: СКНЦ ВШ, 1999. С. 36-38.
165. Беляев С.Д., Черняев А.М.. Проблема загрязнения водоемов и ее решение на основе идеологии целевых показателей // Урал: наука, экология: сб. статей. Екатеринбург: УрО РАН, 1999. С. 384-395.
166. Россия: экономико-правовое управление водопользованием / Под науч. ред. Черняева А.М.. Екатеринбург: ФГУП РосНИИВХ, Аэрокосмология, 1999. 410 с.
167. Belyaev S. D., Chernyaev A. M., Prokhorova N. B.. 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”. San Francisco, California: American Institute of Hydrology, 1999. P-38-39.
168. Беляев С.Д., Львов А.П., Черняев А.М. Целевые показатели состояния водных объектов как инструмент реализации государственной водной политики // VI Международный конгресс «Экология и здоровье человека»: тезисы докл. Самара, 1999. С. 36-37.
169. Беляев С.Д., Черняев А.М.. Гидроэкология: концепция охраны вод на основе идеологии целевых показателей // Инженерная экология. 1999. №6. С. 2-9.
170. Беляев С.Д., Черняев А.М.. Государственная водная политика. Механизмы реализации // Водное хозяйство России. 1999. Т. 1, № 4. С. 345-364.
171. Беляев С.Д., Львов А.П., Черняев А.М. Определение целевых показателей состояния водных объектов (на примере р. Чусовая) // Четвертый международный конгресс «Вода: экология и технология» ЭКВАТЭК-2000: тезисы докл. М., 2000. С. 24-26.

172. Беляев С.Д., Черняев А.М. Механизмы реализации государственной водной политики // Четвертый международный конгресс «Вода: экология и технология» ЭКВАТЭК-2000: Тезисы докл. М., 2000. С. 26-27.
173. 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»: тезисы докл. Ростов-на-Дону: СКНЦ ВШ, 2000. С. 36-38.
174. Беляев С.Д., Черняев А.М. Основные механизмы реализации государственной водной политики. // Экология, Экономика, Информатика. XXVIII школа-семинар «Математическое моделирование в проблемах рационального природопользования»: тезисы докл. Ростов-на-Дону: СКНЦ ВШ, 2000. С. 39-41.
175. Черняев А.М., Беляев С.Д.. Вода России: проблемы и государственная политика. // Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов на рубеже третьего тысячелетия: материалы Международной научной конференции 3-7 сентября 2000 г. Томск: Изд-во Научн.-техн. литературы, 2000. С. 71-75.
176. Belyaev S., Chernyaev A.. 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.
177. Методические рекомендации по порядку подготовки и реализации бассейновых соглашений / Министерство природных ресурсов РФ; ФГУП РосНИИВХ. Екатеринбург, 2001. 44 с.
178. 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.
179. Беляев С.Д., Подуст А.Н., Прохорова Н.Б., Черняев А.М.. Рекомендации по рациональному использованию и охране трансграничных водных объектов. // Седьмой международный симпозиум и выставка «Чистая вода России-2003»: сб. тезисов. Екатеринбург, 2003. С. 12-13.
180. Беляев С.Д. К вопросу сближения водного законодательства России и Евросоюза // 6-я международная конференция и выставка Aquaterra: сб. материалов. Санкт-Петербург, 2003. С. 62.
181. Беляев С.Д. К вопросу о нормировании водопользования // Водное хозяйство России. 2004. Т. 6, № 5. С. 445-459.

182. Беляев С.Д. Ясная государственная водная политика – основа успешного трансграничного сотрудничества // Вода России. 2005. №8 (157).
183. Прохорова Н. Б., Беляев С.Д., Поздина Е. . Концепция Межрегиональной целевой программы использования, восстановления и охраны водных ресурсов Обь-Иртышского бассейна // VIII междунар. симпозиум «Чистая вода России-2005»: тезисы докл. Екатеринбург, 2005. С. 81-88.
184. Беляев С.Д. Совершенствование механизмов нормирования вредного воздействия на водные объекты // VIII междунар. симпозиум «Чистая вода России-2005»: тезисы докл. Екатеринбург, 2005. С. 7-8.
185. Беляев С.Д. Целевые показатели состояния водных объектов // 7-й международный конгресс «Вода: экология и технология» ЭКВАТЭК-2006: материалы конгресса. М., 2006. С. 449-450.
186. Беляев С.Д. Водный кодекс: целевые показатели как инструмент управления водопользованием // Эколого-гидрологические проблемы изучения и использования водных ресурсов: сб. научн. трудов. Казань, 2006. С. 330-333.
187. Беляев С.Д. Модели управления водохозяйственным комплексом России // IX международный симпозиум и выставка «Чистая вода России-2007»: статьи и тезисы. Екатеринбург, 2007. С. 36-54.
188. Беляев С.Д. Процедуры планирования водохозяйственной деятельности в контексте нового Водного кодекса // IX международный симпозиум и выставка «Чистая вода России-2007»: статьи и тезисы. Екатеринбург, 2007. С. 55-65.
189. Беляев С. Д. Алгоритмы определения долгосрочных целевых показателей качества воды в водных объектах [Электронный ресурс] // 8-й международный конгресс «Вода: экология и технология» ЭКВАТЭК-2008: материалы конгресса. М: SIBICO International Ltd, 2008.
190. Беляев С.Д. Как нормировать?! // Вода России. 2008. №7-8 (198-199). С. 6-7.
191. Беляев С.Д. Водный кодекс и практика нормирования // Водное хозяйство России. 2008. № 4. С. 4-14.
192. Беляев С.Д. Алгоритм расчета долгосрочных целевых показателей качества воды в водном объекте [Электронный ресурс] // X международный симпозиум и выставка «Чистая вода России»: сб. докладов. Екатеринбург, 2008. С. 296-301.
193. Беляев С.Д. Проблемы нормирования сброса сточных вод в водные объекты. [Электронный ресурс] // X международный симпозиум и выставка «Чистая вода России»: сб. докладов. Екатеринбург, 2008. С. 309-313.

194. Беляев С.Д., Могиленских А.К., Одинцева Г.Я. Целевые показатели качества воды Камского бассейна // Водное хозяйство России. 2009. № 5. С. 35-48.
195. Беляев С.Д., Прохорова Н. Б.. Межгосударственное взаимодействие при использовании трансграничных водотоков // Селенга – река без границ. Проблемы и перспективы сотрудничества в области охраны и использования трансграничных вод: Сборник материалов IV Международной научно-практической конференции. – Дархан – Улан-Удэ, 2010. – С. 13 – 17.
196. Беляев С.Д. Проблемы оценки качества природных вод и нормирования допустимых воздействий на них [Электронный ресурс] CD-ROM // XII междунар. симпозиум и выставка «Чистая вода России – 2013»: тезисы докл. Екатеринбург, 2013. С. 33.
197. Никаноров А.М., Черногаева Г.М., Беляев С.Д. Фундаментальные и прикладные проблемы качества поверхностных водных ресурсов // VII Всероссийский гидрологический съезд: тезисы пленарных докл. Санкт-Петербург, 2013. С. 43-53.
198. Беляев С.Д. Первоочередные меры по совершенствованию нормативной и методической базы разработки схем комплексного использования и охраны водных объектов // Водное хозяйство России. 2014. № 5. С. 29-40.
199. 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.
200. Беляев С.Д. Нормативы качества воды и наилучшие доступные технологии // Научное обеспечение реализации «Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 г.»: сборн. научн. трудов. Т. 1. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2015. С. 250-256.
201. 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.
202. Беляев С.Д. Наилучшие доступные технологии и целевые показатели качества воды поверхностных водных объектов // XIII международный симпозиум и выставка «Чистая вода России»: сб. материалов. Екатеринбург, 2015. С. 34-40. Режим доступа: <http://atiks.org/tmp/wrm/m1.pdf> (дата обращения: 14.05.2015).
203. Беляев С.Д. Справочник НДТ. Заметки на полях // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2016. №2. С. 10-20.

204. Беляев С.Д. Проблемы методического обеспечения разработки справочников НДТ // 12-й Международный водный форум «Вода: экология и технология» ЭКВАТЭК-2016: материалы Конференции «Очистка сточных вод поселений и промышленных предприятий: наилучшие доступные технологии (НДТ) и опыт их применения». Режим доступа: <https://cloud.mail.ru/public/9HLZ/ngGJFDNbK> (дата обращения: 14.05.2016).
205. Knowledge-Based Country Programs. An Evaluation of World Bank Group Experience. // IEG World Bank/IFC/MIGA Independent Evaluation Group. 81257 v1. July 2013/ 192 p. (4.8, Annex I, 58). Режим доступа: <https://openknowledge.worldbank.org> (дата обращения: 17.05.2016).
206. Правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами», М., 1975 г.
207. Правила охраны поверхностных вод (типовые положения) / Госкомприроды СССР. М., 1991. 34 с.
208. Водный кодекс Российской Федерации от 16 ноября 1995 г. N 167-ФЗ.
209. СанПиН 2.1.5.980-00 Гигиенические требования к охране поверхностных вод // Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 14.10.2015).
210. Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.2307-07 Ориентировочные допустимые уровни (ОДУ) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 14.10.2015).
211. Методические указания по установлению эколого-рыбохозяйственных нормативов (ПДК и ОБУВ) загрязняющих веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. М.: Изд-во ВНИРО, 1998. 145 с.
212. Федеральный закон 30 марта 1999 года № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» // Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 14.10.2015).
213. Методика разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей. Утв. Приказом МПР России от 17.12.2007 № 333, зарегистрированы в Минюсте России 21.02.2008, № 11198. Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 14.10.2015).
214. COUNCIL DIRECTIVE 78/659/EEC of 18 July 1978 on the quality of fresh waters needing protection or improvement in order to support fish life. // OJ L 222, 14.8.1978, p. 1.
215. Шитиков В.К. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. 463 с.

216. Quality Criteria for Water. 1986. EPA 440/5-86-001. Режим доступа: <https://www.epa.gov/wqc> (дата обращения: 07.12.2017).
217. Code of Federal Regulations. Title 40, Volume 21 (Revised as of July 1, 2005). PROTECTION OF ENVIRONMENT. CHAPTER I-ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. PART 131 WATER QUALITY STANDARDS. Subpart D Federally Promulgated Water Quality Standards. Sec. 131.38 Establishment of numeric criteria for priority toxic pollutants for the State of California [CITE: 40CFR131.38].
218. COUNCIL DIRECTIVE 75/440/EEC of 16 June 1975 concerning the quality required of surface water intended for the abstraction of drinking water in the Member States. (OJ No L 194, 25. 7. 1975, p. 26.).
219. Гермер Э.И. Разработка системы технологического нормирования на основе наилучших существующих технологий. Режим доступа: <http://www.prvo.ru/bumprom> (дата обращения: 01.07.2017).
220. РД 52.24.309-2016 Организация и проведение режимных наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши (введен в действие приказом Росгидромета от 20.12.2016 N 585). Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/495872993> (дата обращения: 01.12.2017).
221. Русанов В.В., Борисова Т.А., Павлюк Т.Е., Лесли Х.А. Эколого-биологическое обоснование применения гидробиологических критериев в организации водного мониторинга.// Стратегические направления экологических исследований на Урале и экологическая политика. Тезисы второго регионального семинара. - Екатеринбург, 1997. - С. 80-81.
222. Павлюк Т.Е. Использование трофической структуры сообществ донных беспозвоночных для оценки экологического состояния водотоков: дис. ... канд.биол.наук. Екатеринбург, 1998. 204 с.
223. Кириллов В.В., Веснина Л.В., Зарубина Е.Ю. и др. Биоиндикация качества поверхностных вод бассейна р. Алей //Ядерные испытания и здоровье населения Алтайского края. Барнаул, 1993. Т. 2, кн. 2. С. 104-117.
224. Зарубина Е.Ю., Соколова М.И. Оценка экологического состояния р. Бия по составу, структуре и уровню развития водной и прибрежно-водной растительности // Вода: химия и экология. 2013. №5. С. 118-123.
225. Зарубина Е.Ю. Биоиндикация состояния водных экосистем бассейна Верхней Оби и области замкнутого стока Кулундинской низменности с использованием макрофитов //

- Состояние водных экосистем Сибири: Материалы научных чтений. Томск, 22–23 января 1998 г. Томск, 1998. С. 368–370.
226. ГОСТ 17.1.3.07-82 Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков. Москва: Издательство стандартов, 1982.
227. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция. Л.: ГосНИОРХ, 1984.
228. Ежегодник состояния экосистем поверхностных вод России (по гидробиологическим показателям) за 2014 год / Под научн. ред. В.М. Хромова. ФГБУ «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН». М., 2015. 168 с. Режим доступа: http://downloads.igce.ru/publications/obz_gidrobiol_2/og_2014.pdf (дата обращения: 19.05.2016).
229. Качество поверхностных вод Российской Федерации. Ежегодник 2014 / ФГБУ "Гидрохимический институт". Ростов-на Дону. 2015. 530 с. Режим доступа: <http://gidrohim.com> (дата обращения: 19.05.2016).
230. Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2014 году». – М.: НИА-Природа, 2015. – 270 с. Режим доступа: http://www.mnr.gov.ru/upload/iblock/dad/gosdokl_.pdf (дата обращения: 15.03.2016).
231. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2014 году» Режим доступа: (дата обращения: 15.03.2016).
232. Водохозяйственная политика Европейского Экономического Сообщества. Доклад Комиссии Совету Европы и Европейскому парламенту / Комиссия Европейского Экономического Сообщества. Брюссель, 1996.
233. Федорова Е.В., Карпунина О.П., Максимчук Н.С. Учет загрязнения водных объектов стоком с городов в схемах комплексного использования и охраны водных объектов // Водное хозяйство России. 2011. № 2. С. 21-29.
234. Федорова Е.В., Щипачева Л.А., Карпунина О.П., Максимчук Н.С. Роль сельскохозяйственной деятельности в бассейне реки Камы в формировании качества поверхностных вод // Водное хозяйство России. 2012. № 1. С. 31-46.
235. Курганович К.А. Учёт технологических особенностей водопользователей при нормировании допустимых воздействий на водные объекты// Водное хозяйство России. – 2006. № 4. С. 18-26
236. Нечаев А.П. Нормирование условий отведения сточных вод в поверхностные водные объекты// Водоснабжение и санитарная техника. 1999. № 1. С. 2-6

237. Lei Federal N° 9.433 de 08 de janeiro de 1997 / Режим доступа: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm (дата обращения 15.03.2016).
238. Law No. 92-3 of January 3, 1992, On Water / Режим доступа: <http://semide.oieau.fr/EN/topics/lois/watlaw92.htm> (дата обращения: 15.03.2016).
239. Федеральная целевая программа «Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012 - 2020 годах». Утв. Постановлением Правительства РФ от 19.04.2012, № 350. Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 14.10.2015).
240. Federal Water Pollution Control Act [U.S.C. 1251 et seq., As Amended Through P.L. 107–303, November 27, 2002]. Режим доступа: <http://epa.gov/waterscience/standards/laws.htm> (дата обращения: 05.12.2017).
241. Методические указания по разработке схем комплексного использования и охраны водных объектов. Утверждены Приказом МПР России от 4 июля 2007 г. N 169, зарегистрированным Минюстом России 10 августа 2007 г., регистрационный N 9979.
242. Методические указания по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты. Утверждены Приказом МПР России от 12 декабря 2007 г. №328, зарегистрированным в Минюсте РФ 23.01.2008 г., регистрационный №10974.
243. Методика разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей. Утверждена Приказом МПР России 17.12.2007 г. № 333 (в Минюсте не зарегистрирована).
244. Правила определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям. Утв. Постановлением Правительства РФ от 23.12.2014, № 1458) // Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 14.12.2015).
245. Перечень загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды. Утв. Распоряжением Правительства РФ от 8.07.2015 № 1316-р: Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обр. 14.10.2015).
246. Официальный сайт Агентства по охране окружающей среды США. Режим доступа: http://oaspub.epa.gov/wqsdatabase/wqsi_state_epa_criteria.rep_parameter (дата обращения: 05.04.2008).
247. Официальный сайт Агентства по охране окружающей среды США. Режим доступа: <http://www.epa.gov/waterscience/criteria/nutrient/ecoregions/files/sumtable.pdf> (дата обращения: 05.04.2008).

248. U.S. EPA. 2000a. Nutrient Criteria Technical Guidance Manual: Lakes and Reservoirs, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC. EPA-822-B00-001.
249. U.S. EPA. 2000b. Nutrient Criteria Technical Guidance Manual: Rivers and Streams, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC. EPA-822-B00-002.
250. Council Directive 96/61/EC of 24 September 1996 concerning integrated pollution prevention and control // Official Journal of the European Community L 257, 10/10/1996. p. 0026 – 0040.
251. Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control) (Recast) // EUR-Lex / Official Journal of the European Community, L334, 17.12.2010, p.p 17-119. Режим доступа: <http://eur-lex.europa.eu> (дата обращения: 14.10.2015).
252. Разработка методических рекомендаций по определению целевых показателей качества воды в водных объектах. // Отчет по НИР / ФГУП РосНИИВХ, рук. С.Д. Беляев. Екатеринбург. 2007. (зарег. в ГИФНД – № 01201352162).
253. Единые критерии качества вод. СЭВ. Совещание руководителей водохозяйственных органов стран – членов СЭВ. 1982.
254. Оксийок О.Н. и В.Н. Жукинский. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши // Гидробиологический журнал. 1993. т. 29, №4. С. 62-76.
255. Николаев С.Г. Об использовании интегральных биологических показателей качества поверхностных вод в геоэкологическом обследовании регионов // Геологический вестник Центральных районов России. 1998. №2. С. 61-64.
256. РД 52.24.643-2002 Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям / Росгидромет. - СПб.: Гидрометеиздат, 2003.
257. Руководящий документ РД 52.24.622-2001. Методические указания «Проведение расчетов фоновых концентраций химических веществ в воде водотоков». Утвержден Федеральной службой России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.
258. Свод правил. СП 32.13330.2012. Канализация. Наружные сети и сооружения. М., 2012.
259. Проект Постановления Правительства Российской Федерации «Об утверждении Положения о разработке, установлении и пересмотре нормативов качества окружающей среды» // Официальный сайт для размещения информации о подготовке федеральными органами исполнительной власти проектов нормативных правовых актов и результатах их общественного обсуждения. Режим доступа: <http://regulation.gov.ru> (дата обращения: 25.09.2017)

260. Национальный атлас России: в 4 томах. Т. 2. Природа. Экология. М.: Роскартография, 2007. 495 с.
261. География России. Серия «Библиотека Новой Российской энциклопедии». Авторы: Д.Д. Бадюков, О.А. Борсук, О.А. Волкова и др. М.: «Энциклопедия», 2008. 304 с.
262. Советский Союз. Геогр. описание в 22-х томах. Российская Федерация. Западная Сибирь. М.: Мысль, 1971. 429 с.
263. Физико-географическое районирование Тюменской области /Под ред. проф. Н.А. Гвоздецкого. Изд-во МГУ, 1973. 244 с.
264. География России. Серия «Библиотека Новой Российской энциклопедии». Авторы: Д.Д. Бадюков, О.А. Борсук, О.А. Волкова и др. М.: «Энциклопедия», 2008. 304 с.
265. Почвоведение /И.С. Кауричев, Н.П. Панов, Н.Н. Розов и др.; Под ред. И.С. Кауричева.– М.: Агропромиздат, 1989. 719 с.
266. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 15. Алтай и Западная Сибирь. Выпуск 1. Горный Алтай и Верхний Иртыш. Л.: Гидрометеиздат, 1969. 317 с.
267. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 15. Алтай и Западная Сибирь. Выпуск 2. Средняя Обь. Л.: Гидрометеиздат, 1972. 417 с.
268. Кирста Ю.Б., Лубенец Л.Ф., Черных Д.В. Типизация ландшафтов для оценки речного стока в Алтае-Саянской горной стране // Устойчивое развитие горных территорий. 2011. № 2 (8). С. 51-56.
269. Золотов Д.В., Лубенец Л.Ф., Черных Д.В. Ландшафтные факторы формирования стока в бассейне реки Майма (Северный и Северо-Восточный Алтай) // Мир науки, культуры, образования. 2012. № 2 (33). С. 360-369.
270. Д.В. Черных, Д.В. Золотов, Р.Ю. Бирюков, Д.К. Першин. Алгоритм ландшафтно-гидрологических исследований в бассейнах малых и средних рек степной и лесостепной зон в условиях дефицита гидрометеорологической информации // Вестник алтайской науки. 2014. № 4 (22). С. 173-177.
271. Алексеенко В.А. Геохимия ландшафта и окружающая среда. М.: Недра, 1990. 142 с.
272. Добровольский В.В. Основы биогеохимии. М.: Изд-во «Высшая школа», 1998. 413 с.
273. Разработать методы определения выноса биогенных веществ поверхностным стоком и мероприятия предотвращению загрязнения ими поверхностных вод // Отчет о НИР, № гос. регистрации 81013652, руководители НИР. Чуян Г.А, Бойченко З.А.
274. Лепихин А.П., Возняк А.А. Статистические функции распределения гидрохимических показателей качества воды поверхностных водных объектов // Водное хозяйство России. 2012. № 4. С. 21-32.

275. Лепихин А.П., Возняк А.А., Тиунов А.А., Богомолов А.В. К проблеме корректности методов расчетов и задания исходной гидрологической и гидрохимической информации при регламентации техногенных воздействий на водные объекты // Водное хозяйство России. 2017. №1. С. 58-77.
276. Эйрих А.Н., Эйрих С.С., Папина Т.С., Серых Т.Г., Третьякова Е.И. Проблемы экоаналитического контроля крупных рек (на примере р. Обь) // Ползуновский вестник. 2008. № 1-2. С. 157-160.
277. Бериков В.Б., Пестунов И.А., Герасимов М.К. Метод кластерного анализа разнотипных временных рядов // Вычислительные технологии. 2015, Т. 20, № 2. С. 20-28.
278. Полюнов Б.Б. Учение о ландшафтах // Вопр. географии. 1953. Сб. 33. С. 30–44.
279. СП 33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик.
280. СП 131.13330.2012 Строительная климатология.
281. РД-АПК 1.10.15.02-08 «Методические рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета».
282. РД-АПК 1.10.03.01-11 «Методические рекомендации по технологическому проектированию козоводческих ферм и комплексов».
283. РД-АПК 1.10.03.02-12 «Методические рекомендации по технологическому проектированию овцеводческих объектов».
284. РД-АПК 1.10.04.03-13 «Методические рекомендации по технологическому проектированию коневодческих предприятий».
285. Беляев С.Д. Построение водоохранной стратегии для речного бассейна: методология и алгоритмы // Материалы XIV междунар. симпозиума Чистая вода России, 18–20 апреля 2017 г., Екатеринбург. [Электронный ресурс] Екатеринбург: ФГБУ РосНИИВХ, 2017. С. 4-11.
286. Беляев С.Д. Учет пространственной дифференциации природной среды при построении водоохранной стратегии в речном бассейне // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов. Труды VI Международной научно-практической конференции. Т. 2. Качество воды. Геоэкология. Пермь: Изд. центр «Perm University Press», 2017. С. 9-14.
287. Беляев С.Д. Учет пространственной дифференциации природной среды при планировании водоохранной деятельности // Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии: Труды III Всерос. научн. конф с междунар. участием: в 4 томах. Барнаул, 2017. С. 141-152.

288. Беляев С.Д. Учет пространственной дифференциации природной среды при планировании водоохранной деятельности // Байкал как участок всемирного природного наследия: 20 лет спустя. Материалы Международной научно-практической конференции. Улан-Удэ: Изд. Бурятского научного центра СО РАН, 2017. С. 112-115.
289. Беляев С.Д. Водоохранная стратегия для речного бассейна в условиях технологического нормирования // Водные ресурсы: новые вызовы и пути решения: Сборник научных трудов Всерос. научн. конф с междунар. участием. Новочеркасск: Лик. 2017, С. 36-42.
290. Водохозяйственное районирование территории Российской Федерации. Описание границ водохозяйственных участков. Верхнеобский бассейновый округ. Приложение № 3 к приказу Росводресурсов от 18 июля 2008 г. № 151.
291. Схема комплексного использования и охраны водных объектов (СКИОВО) бассейна р. Кама. Режим доступа: http://kambvu.ru/skiovo_i_ndv.html (дата обращения 01.02.2015).
292. Протасов А.А., Павлюк Т.Е. Использование показателей биоразнообразия для оценки состояния водных объектов и качества воды // Гидробиол. журнал. 2004. Т. 40, № 6. С. 3–17.
293. Павлюк Т.Е. Селективность реакции трофической структуры макрозообентоса к различным факторам среды // Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем: сб. материалов междунар. конф. СПб: ЛЕМА, 2007. С. 283–288.
294. Правила определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям. Утв. Постан. Правит. РФ от 23.12.2014, № 1458. Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 14.12.2015).

Приложение 1. Водохозяйственное районирование Верхней и Средней Оби

Таблица 37 – Водохозяйственные участки гидрографической единицы 13.01.00 (Верхняя) Обь до впадения Иртыша

Код ВХУ	Наименование водного объекта	Граничные створы				Место впадения реки	Площадь вод-ра, тыс. км ²	Площадь ВХУ, тыс. км ²	Субъекты РФ
		верхний		нижний					
		наименование	км от устья	наименование	км от устья				
13.01.01 Бия и Катунь									
13.01.01.001	Оз. Телецкое и впадающие в него реки	исток		устье	0		19,5	19,5	РА
13.01.01.002	Бия	исток	301	устье	0	Обь, 3647	37	17,5	РА, АК
13.01.01.003	Катунь	исток	688	устье	0	Обь, 3648	60,9	60,9	РА, АК
13.01.02 Обь до впадения Чулыма (без Томи)									
13.01.02.001	Верховья р. Алей (российская часть бассейна)	граница РФ с Казахстаном	853	Гилевский г/у	700		3,1	2,8	АК
13.01.02.002	Алей (российская часть бассейна)	Гилевский г/у	699	устье	0	Обь, 3490	21,1	18	АК
13.01.02.003	Обь без р. Алей	исток в месте слияния р.р. Бия и Катунь	3647	г. Барнаул (в/п г. Барнаул)	3430 ⁴²		169	50	АК, РА
13.01.02.004	Чумыш	исток	644	устье	0	Обь, 3333	23,9	23,9	АК, НО, КО
13.01.02.005	Обь без р. Чумыш	г. Барнаул (в/п г. Барнаул)	3429	Новосибирский г/у	2986		232	39,1	НО, АК
13.01.02.006	Иня	исток	663	устье (выше г. Новосибирск)	10	Обь, 2965	17,6	17,6	КО, НО
13.01.02.007	Обь без рр. Иня и Томь	Новосибирский г/у	2985	впадение р. Чулым	2543		343	31,4	НО, ТО
13.01.03 Томь									

⁴² Имеется противоречие между описанием граничной опорной точки и указанным расстоянием от устья.

Код ВХУ	Наименование водного объекта	Граничные створы				Место впадения реки	Площадь вод-ра, тыс. км ²	Площадь ВХУ, тыс. км ²	Субъекты РФ
		верхний		нижний					
		наименование	км от устья	наименование	км от устья				
13.01.03.001	Кондома	исток	392	устье (выше г. Новокузнецк)	7	Томь, 585	8,3	8,3	КО, АК, РА
13.01.03.002	Томь без р. Кондома	исток	827	ниже г. Новокузнецк (в/п г. Новокузнецк)	552		29,8	21,5	КО, РХ, РА
13.01.03.003	Томь	ниже г. Новокузнецк (в/п г. Новокузнецк)	551	г. Кемерово (в/п г. Кемерово)	273		47,4	17,6	КО
13.01.03.004	Томь	г. Кемерово (в/п г. Кемерово)	272	устье	0	Обь, 2677	62	14,6	КО, ТО, НО
13.01.04 Чулым									
13.01.04.001	Чулым	исток	1799	г. Ачинск (в/п г. Ачинск)	1135		34,2	34,2	КК, РХ, КО
13.01.04.002	Чулым	г. Ачинск (в/п г. Ачинск)	1134	в/п с. Зырянское	373		92,5	58,3	КО, КК, ТО
13.01.04.003	Чулым	в/п с. Зырянское	372	устье	0	Обь, 2542	134	41,5	ТО, КО
13.01.05 Обь на участке от Чулыма до Кети									
13.01.05.001	Обь без р. Чулым	впадение р. Чулым	2542	впадение р. Кеть	2247		515	38	ТО, НО
13.01.06 Кеть									
13.01.06.001	Кеть	исток	1621	устье	0	Обь, 2246	94,2	94,2	ТО, КК
13.01.07 Обь на участке от Кети до Васюгана									
13.01.07.001	Обь без р. Кеть	впадение р. Кеть	2246	впадение р. Васюган	2170		641	31,8	ТО, НО
13.01.08 Васюган									
13.01.08.001	Васюган	исток	1082	устье	0	Обь, 2169	61,8	61,8	ТО, ОО, НО
13.01.09 Обь на участке от Васюгана до Ваха									
13.01.09.001	Обь без р. Васюган	впадение р. Васюган	2169	впадение р. Вах	1731		776	73,2	ТО, КК, ХМАО
13.01.10 Вах									
13.01.10.001	Вах	исток	964	устье	0	Обь, 1730	76,7	76,7	ХМАО
13.01.11 Обь ниже Ваха до впадения Иртыша									
13.01.11.001	Обь без р. Вах	впадение р. Вах	1730	г. Нефтеюганск (в/п г. Нефтеюганск)	1423		971	118,3	ХМАО

Код ВХУ	Наименование водного объекта	Граничные створы				Место впадения реки	Площадь вод-ра, тыс. км ²	Площадь ВХУ, тыс. км ²	Субъекты РФ
		верхний		нижний					
		наименование	км от устья	наименование	км от устья				
13.01.11.002	Обь	г. Нефтеюганск (в/п г. Нефтеюганск)	1422	впадение р. Иртыш	1163	Обь, 1162	1040	69	ХМАО

Приложение 2. Основные сведения о пунктах контроля качества воды

№	ПКК	ВХУ	Код водного объекта по 2-ТП (водхоз)						Ру, км	Водный объект	Пункт	Расположение	СРФ	УГ МС	Кл	РУ/СУ/озеро
			Море	Река	Пр1	Пр2	Пр3	Пр4								
1	511008740	13.01.01.001	ТЕЛ	ЧУЛЬШМ	0	0	0	0	9,8	р. Чулышман	п. Балыкча	в черте поселка, 0.7 км ниже впадения р. Балыкча, в створе гидропоста	РА	ЗС	1	1
2	512008740	13.01.01.001	ТЕЛ	ОЗЕРО	0	0	0	0	0,0	оз. Телецкое	Кыгинский залив	в черте пос. Кыгинский залив, по азимуту 220 град. от ОГП	РА	ЗС	1	оз. Телецкое
3	513008740	13.01.01.001	ТЕЛ	КОКШИ	0	0	0	0	0,4	р. Кокши	крд. Кокши	в черте кордона, в створе гидропоста	РА	ЗС	1	1
4	514008730	13.01.01.001	ТЕЛ	ОЗЕРО	0	0	0	0	0,0	оз. Телецкое	п. Яйло	в черте пос. Яйло по азимуту 178 град. от ОГП	РА	ЗС	1	оз. Телецкое
5	514008740	13.01.01.001	ТЕЛ	ОЗЕРО	0	0	0	0	0,0	оз. Телецкое	с. Артыбаш	с. Артыбаш	РА	ЗС	1	оз. Телецкое
6	514008710	13.01.01.001	ТЕЛ	ОЗЕРО	0	0	0	0	0,0	оз. Телецкое	с. Артыбаш	в черте с. Артыбаш, по азимуту 178 град. от ОГП	РА	ЗС	1	оз. Телецкое
7	523008510	13.01.01.002	КАР	ОБЬ	3647	0	0	0	46,0	р. Бия	г. Бийск	22 км выше города, 200 м выше с. Енисейского, 25 км выше гидропоста;	АК	ЗС	1	1
8	523008513	13.01.01.002	КАР	ОБЬ	3647	0	0	0	2,0	р. Бия	г. Бийск	10,5 км ниже г. Бийск	АК	ЗС	1	1
9	501008550	13.01.01.003	КАР	ОБЬ	3648	475	0	0	13,0	р. Большая Терехта	с. Терехта	в черте села, гидропост	РА	ЗС	1	1
10	500008610	13.01.01.003	КАР	ОБЬ	3648	0	0	0	429,3	р. Катунь	с. Тюнгур	0.3 км выше села, 0.3 км выше гидропоста	РА	ЗС	1	1
11	512008540	13.01.01.003	КАР	ОБЬ	3648	162	0	0	55,0	р. Сема	с. Шебалино	в черте села, гидропост	РА	ЗС	1	1
12	512008550	13.01.01.003	КАР	ОБЬ	3648	102	0	0	0,7	р. Майма	с. Майма	в черте села, гидропост	РА	ЗС	1	1
13	522008540	13.01.01.003	КАР	ОБЬ	3648	0	0	0	53,0	р. Катунь	с. Сростки	0.2 км выше села, гидропост	АК	ЗС	1	1
14	521008520	13.01.01.003	КАР	ОБЬ	3648	8	0	0	33,5	р. Каменка	с. Советское	0.5 км выше села, 0.5 км выше гидропоста	АК	ЗС	2	1
15	513008111	13.01.02.002	КАР	ОБЬ	3490	0	0	0	537,2	р. Алей	г. Рубцовск	2 км выше города, в районе горводозабора;	АК	ЗС	3	2
16	513008112	13.01.02.002	КАР	ОБЬ	3490	0	0	0	519,2	р. Алей	г. Рубцовск	5 км ниже города, 5 км ниже городских очистных сооружений	АК	ЗС	3	2
17	523008241	13.01.02.002	КАР	ОБЬ	3490	0	0	0	162,0	р. Алей	г. Алейск	4 км выше города;	АК	ЗС	3	2

№	ПКК	ВХУ	Код водного объекта по 2-ТП (водхоз)						Ру, км	Водный объект	Пункт	Расположение	СРФ	УГ МС	Кл	РУ/СУ/ озеро
			Море	Река	Пр1	Пр2	Пр3	Пр4								
18	523008242	13.01.02.002	КАР	ОБЬ	3490	0	0	0	150,0	р. Алей	г. Алейск	4.8 км ниже города	АК	ЗС	3	2
19	522008450	13.01.02.003	КАР	ОБЬ	0	0	0	0	3638,0	р. Обь	с. Фоминское	в черте села, 6 км ниже слияния р.р. Бия и Катунь, гидропост	АК	ЗС	3	Обь-1
20	523008500	13.01.02.003	КАР	ОБЬ	3635	0	0	0	34,0	р. Чемровка	п. Мирный	0.1 км ниже ж/д моста, гидропост	АК	ЗС	3	3
21	521008500	13.01.02.003	КАР	ОБЬ	3634	0	0	0	54,0	р. Песчаная	с. Точильное	в черте села, гидропост	АК	ЗС	2	2
22	521008410	13.01.02.003	КАР	ОБЬ	3626	0	0	0	116,0	р. Ануй	с. Зеленый Дол	0.5 км выше устья р. Берсень, гидропост	АК	ЗС	2	2
23	520008310	13.01.02.003	КАР	ОБЬ	3550	0	0	0	76,2	р. Чарыш	свх. Чарышский	в черте усадьбы свх., 7.8 км ниже впадения р. Калманка	АК	ЗС	2	2
24	532008550	13.01.02.004	КАР	ОБЬ	3333	370	17	0	2,3	р. Тогул	с. Тогул	0,5 км ниже села, 0,5 км ниже гидропоста	АК	ЗС	3	4
25	534008452	13.01.02.004	КАР	ОБЬ	3333	0	0	0	249,0	р. Чумыш	г. Заринск	в черте города, гидропост	АК	ЗС	3	4
26	534008330	13.01.02.004	КАР	ОБЬ	3333	0	0	0	74,0	р. Чумыш	пгт. Тальменка	в черте поселка 1,5 км ниже выпуска ЖБИ	АК	ЗС	3	4
27	532008340	13.01.02.005	КАР	ОБЬ	0	0	0	0	3423,6	р. Обь	г. Барнаул	а) 7 км выше города;	АК	ЗС	3	Обь-1
28	532008342	13.01.02.005	КАР	ОБЬ	3409	0	0	0	0,5	р. Барнаулка	г. Барнаул	в черте города, устье реки	АК	ЗС	3	3
29	532008343	13.01.02.005	КАР	ОБЬ	0	0	0	0	3383,5	р. Обь	г. Барнаул	13.7 км ниже города, 1 км выше с. Гоньба; вертикаль 0,5	АК	ЗС	3	Обь-1
30	532008344	13.01.02.005	КАР	ОБЬ	0	0	0	0	3383,5	р. Обь	г. Барнаул	13.7 км ниже города, 1 км выше с. Гоньба; вертикаль 0,9	АК	ЗС	3	Обь-1
31	532008341	13.01.02.005	КАР	ОБЬ	0	0	0	0	3383,5	р. Обь	г. Барнаул	б) 13.7 км ниже города, 1 км выше с. Гоньба; вертикаль 0,1	АК	ЗС	3	Обь-1
32	535908236	13.01.02.005	КАР	ОБЬ	3231	0	0	0	65,5	р. Сузун (Нижний Сузун)	с. Шипуново	на окраине села, 0,5 км ниже впадения р. Холодная	НО	ЗС	3	3
33	535008230	13.01.02.005	КАР	ОБЬ	3231	0	0	0	60,0	р. Сузун (Нижний Сузун)	с. Шипуново	1 км ниже уч. Шипуновский	НО	ЗС	3	3
34	534008120	13.01.02.005	КАР	ОБЬ	0	0	0	0	3168,0	р. Обь	г. Камень-на-Оби	в черте города, 0,7 км выше паромной пристани, гидропост	АК	ЗС	3	Обь-2
35	540008140	13.01.02.005	КАР	ОБЬ	0	0	0	0	3121,0	вдхр. Новосибирское	с. Спирино-с. Чингисы	в черте сел Спирино и Чингисы, по азимуту 130 град. от ОГП	НО	ЗС	3	Обь-2
36	532008210	13.01.02.005	КАР	ОБЬ	0	0	0	0	3084,0	вдхр. Новосибирское	пгт. Ордынское	в черте пгт. Ордынское, по азимуту 180 град. от ОГП	НО	ЗС	3	Обь-2
37	543008230	13.01.02.005	КАР	ОБЬ	0	0	0	0	3027,0	вдхр. Новосибирское	с. Береговое – с. Быстровка	в черте сел Береговое и Быстровка, 12 км ниже ОГП Завьялово	НО	ЗС	3	Обь-2
38	544008251	13.01.02.005	КАР	ОБЬ	0	0	0	0	2996,0	вдхр. Новосибирское	с. Ленинское-с. Ельцовка	в черте сел Ленинское и Ельцовка, 4 км ниже гидропоста	НО	ЗС	3	Обь-2
39	542008410	13.01.02.005	КАР	ОБЬ	2989	0	0	0	193,2	р. Бердь	пгт. Маслянино	0.5 км ниже поселка, 1,8 км ниже впадения р. Барсучиха	НО	ЗС	3	4
40	544008320	13.01.02.005	КАР	ОБЬ	2989	0	0	0	57,0	р. Бердь	г. Искитим	0.5 км выше города, 1 км выше устья р. Шипуниха;	НО	ЗС	3	4
41	544008321	13.01.02.005	КАР	ОБЬ	2989	0	0	0	42,5	р. Бердь	г. Искитим	1.0 км ниже города, 2,5 км впадения в р. Черная	НО	ЗС	3	4

№	ПКК	ВХУ	Код водного объекта по 2-ТП (водхоз)						Ру, км	Водный объект	Пункт	Расположение	СРФ	УГ МС	Кл	РУ/СУ/ озеро
			Море	Река	Пр1	Пр2	Пр3	Пр4								
42	544008258	13.01.02.005	КАР	ОБЬ	0	0	0	0	2988,0	вдхр. Новосибирское, Бердский залив	г. Новосибирск	в черте г. Новосибирск, в черте пос. Речкуновка, по азимуту 44 град. от пристани	НО	ЗС	3	Обь-2
43	544008253	13.01.02.005	КАР	ОБЬ	0	0	0	0	2986,5	вдхр. Новосибирское	г. Новосибирск	в черте г. Новосибирск, 0,5 км выше плотины вдхр., по азимуту 143 град. от ОГП	НО	ЗС	3	Обь-2
44	524008130	13.01.02.005	ГОР	ОЗЕРО	0	0	0	0	0,5	оз. Большое Островное	с. Мамонтово	в черте с. Мамонтово, по азимуту 140 град. от ОГП, 1 км северо-восточнее плотины	АК	ЗС	3	оз. Большое Островное
45	542008620	13.01.02.006	КАР	ОБЬ	2965	0	0	0	557,0	вдхр. Беловское	г. Белово	8,5 км к В от г. Белово, по А 40 град. от с. Поморцево	КО	ЗС	3	4
46	542008621	13.01.02.006	КАР	ОБЬ	2965	0	0	0	557,0	вдхр. Беловское	г. Белово	5,5 км к В от г. Белово, по А 220 град. от с. Колмогорова	КО	ЗС	3	4
47	542008628	13.01.02.006	КАР	ОБЬ	2965	0	0	0	557,0	вдхр. Беловское	г. Белово	г. Белово в/г, пос. Поморцево	КО	ЗС	3	4
48	542008622	13.01.02.006	КАР	ОБЬ	2965	0	0	0	547,0	вдхр. Беловское	г. Белово	г. Белово, у плотины ГРЭС	КО	ЗС	3	4
49	542008625	13.01.02.006	КАР	ОБЬ	2965	0	0	0	547,0	вдхр. Беловское	г. Белово	г. Белово н/г, у плотины ГРЭС	КО	ЗС	3	4
50	543008620	13.01.02.006	КАР	ОБЬ	2965	538	0	0	30,0	р. Большой Бачат	г. Белово	10 км выше города, в черте п. Бачаты (4,5 км ниже впадения р. Артышты, 200 м ниже моста)	КО	ЗС	3	4
51	542008550	13.01.02.006	КАР	ОБЬ	2965	538	19	0	35,0	р. Малый Бачат	г. Гурьевск	окраина города, плотина водохранилища;	КО	ЗС	3	4
52	542008551	13.01.02.006	КАР	ОБЬ	2965	538	19	0	22,0	р. Малый Бачат	г. Гурьевск	8.5 км ниже города	КО	ЗС	3	4
53	543008621	13.01.02.006	КАР	ОБЬ	2965	538	0	0	0,5	р. Большой Бачат	г. Белово	5.5 км ниже города	КО	ЗС	3	4
54	544008601	13.01.02.006	КАР	ОБЬ	2965	0	0	0	518,5	р. Иня (нижня)	г. Ленинск- Кузнецкий	15 км выше города, 0.5 км выше впадения р. Ур;	КО	ЗС	3	4
55	544008602	13.01.02.006	КАР	ОБЬ	2965	0	0	0	466,0	р. Иня (нижня)	г. Ленинск- Кузнецкий	15 км ниже города, 1 км выше д. Сапогово, 1 км выше впадения р. Касьма	КО	ЗС	3	4
56	543008520	13.01.02.006	КАР	ОБЬ	2965	465	0	0	57,0	р. Касьма	с. Красное	в черте села, гидропост	КО	ЗС	3	4
57	551008450	13.01.02.006	КАР	ОБЬ	2965	0	0	0	224,5	р. Иня (нижня)	с. Кумень	в черте села, 0.5 км ниже гидропоста	НО	ЗС	3	4
58	550008259	13.01.02.007	КАР	ОБЬ	0	0	0	0	2984,2	р. Обь	г. Новосибирск	в черте города, 0,3 км ниже плотины ГЭС;	НО	ЗС	3	Обь-3
59	545008301	13.01.02.007	КАР	ОБЬ	2980	0	0	0	0,1	р. Ельцовка (Нижняя Ельцовка)	г. Новосибирск	в черте г. Новосибирска, 4 км до впадения в р. Обь	НО	ЗС	3	4
60	545008251	13.01.02.007	КАР	ОБЬ	2965	2	0	0	0,1	р. Камышенка	г. Новосибирск	в черте г. Новосибирска, 0.1 км выше впадения в р. Иня	НО	ЗС	3	4
61	545008250	13.01.02.007	КАР	ОБЬ	2965	1	0	0	0,1	р. Плющиха	г. Новосибирск	в черте г. Новосибирска, 0.3 км от устья	НО	ЗС	3	4
62	550008252	13.01.02.007	КАР	ОБЬ	2965	0	0	0	0,5	р. Иня	г. Новосибирск	в черте города, 0.5 км выше впадения в р. Обь	НО	ЗС	3	4
63	550008256	13.01.02.007	КАР	ОБЬ	2964	0	0	0	0,5	р. Тула	г. Новосибирск	в черте города, 0.5 км выше впадения в р. Обь, автодорожный мост	НО	ЗС	3	7

№	ПКК	ВХУ	Код водного объекта по 2-ТП (водхоз)						Ру, км	Водный объект	Пункт	Расположение	СРФ	УГ МС	Кл	РУ/СУ/ озеро
			Море	Река	Пр1	Пр2	Пр3	Пр4								
64	550008253	13.01.02.007	КАР	ОБЬ	2961	0	0	0	0,2	р. Каменка	г. Новосибирск	в черте города, 6.5 км выше впадения в р. Обь	НО	ЗС	3	8
65	550008254	13.01.02.007	КАР	ОБЬ	2957	0	0	0	0,5	р. Ельцовка-I (без названия)	г. Новосибирск	в черте города, 0.5 км выше впадения в р. Обь	НО	ЗС	3	8
66	550008255	13.01.02.007	КАР	ОБЬ	2956	0	0	0	0,5	р. Ельцовка-II (Ельцовка, 6 км ниже впадения р. Каменка)	г. Новосибирск	в черте города, 0.5 км выше впадения в р. Обь	НО	ЗС	3	8
67	550008251	13.01.02.007	КАР	ОБЬ	0	0	0	0	2947,0	р. Обь	г. Новосибирск	3 км ниже города, 0.5 км ниже п. Кудряши;	НО	ЗС	3	Обь-3
68	550008257	13.01.02.007	КАР	ОБЬ	0	0	0	0	2941,0	р. Обь	г. Новосибирск	9 км ниже города, 0.2 км ниже впадения р. Сухая	НО	ЗС	3	Обь-3
69	552008310	13.01.02.007	КАР	ОБЬ	0	0	0	0	2876,0	р. Обь	с. Дубровино	в черте села, 0.3 км ниже пристани, гидропост	НО	ЗС	3	Обь-3
70	553008350	13.01.02.007	КАР	ОБЬ	2830	0	0	0	44,0	р. Ояш	с. Ояш	в черте села, 1.5 км ниже устья р. Бабушки	НО	ЗС	3	8
71	563008330	13.01.02.007	КАР	ОБЬ	2605	0	0	0	177,0	р. Шегарка	с. Бабарькино	0.6 км к западу от села, водопост	ТО	ЗС	3	7
72	524008750	13.01.03.001	КАР	ОБЬ	2677	585	0	0	312,3	р. Кондома	г. Таштагол	в черте города, 2 км выше ж/д моста, 8 км выше гидропоста	КО	ЗС	3	5
73	531008711	13.01.03.001	КАР	ОБЬ	2677	585	102	0	0,5	р. Мундыбаш	пгт. Мундыбаш	в черте поселка, 1 км ниже устья р. Тельбес	КО	ЗС	3	5
74	534008720	13.01.03.001	КАР	ОБЬ	2677	585	0	0	46,0	р. Кондома	г. Осинники	4 км выше города (Калтан);	КО	ЗС	3	5
75	534008721	13.01.03.001	КАР	ОБЬ	2677	585	0	0	21,0	р. Кондома	г. Осинники	3.8 км ниже города (Осинники)	КО	ЗС	3	5
76	532008902	13.01.03.002	КАР	ОБЬ	2677	0	0	0	761,5	р. Томь	пгт. Балыкса	0,5 км ниже устья р. Балыкса; в черте посёлка	РХ	СС	3	5
77	534008853	13.01.03.002	КАР	ОБЬ	2677	0	0	0	722,5	р. Томь	п. Лужба	в черте поселка, гидропост	КО	ЗС	3	5
78	533008900	13.01.03.002	КАР	ОБЬ	2677	0	0	0	690,0	р. Томь	г. Новокузнецк	пос. Теба	КО	ЗС	3	5
79	534008800	13.01.03.002	КАР	ОБЬ	2677	0	0	0	668,0	р. Томь	г. Междуреченск	выше города, 17 км выше впадения р. Уса	КО	ЗС	3	5
80	534008802	13.01.03.002	КАР	ОБЬ	2677	651	0	0	8,0	р. Уса	г. Междуреченск	в черте города, 2 км выше впадения р. Ольжерас;	КО	ЗС	3	5
81	534008803	13.01.03.002	КАР	ОБЬ	2677	651	0	0	1,0	р. Уса	г. Междуреченск	0.5 км ниже города, 1 км выше впадения в р. Томь	КО	ЗС	3	5
82	534008801	13.01.03.002	КАР	ОБЬ	2677	0	0	0	648,6	р. Томь	г. Междуреченск	3.5 км ниже города, 2.4 км ниже впадения р. Уса	КО	ЗС	3	5
83	534008740	13.01.03.002	КАР	ОБЬ	2677	635	0	0	0,5	р. Мрас-Су	г. Мыски	0.5 км ниже города, 0.5 км выше устья, 1 км ниже лесопер. Базы	КО	ЗС	3	5
84	534008706	13.01.03.002	КАР	ОБЬ	2677	0	0	0	606,0	р. Томь	г. Новокузнецк	1 км выше города, 26 км выше гидропоста;	КО	ЗС	3	5
85	534008702	13.01.03.002	КАР	ОБЬ	2677	585	0	0	0,5	р. Кондома	г. Новокузнецк	в черте города, 0.5 км выше впадения в р. Томь	КО	ЗС	3	5
86	534008707	13.01.03.002	КАР	ОБЬ	2677	0	0	0	583,5	р. Томь	г. Новокузнецк	в черте города, 1 км ниже впадения р. Кульяновка;	КО	ЗС	3	5
87	535008701	13.01.03.002	КАР	ОБЬ	2677	580	0	0	25,9	р. Аба	г. Прокопьевск	ниже города, 500 м ниже очистных сооружений	КО	ЗС	3	5

№	ПКК	ВХУ	Код водного объекта по 2-ТП (водхоз)						Ру, км	Водный объект	Пункт	Расположение	СРФ	УГ МС	Кл	РУ/СУ/ озеро
			Море	Река	Пр1	Пр2	Пр3	Пр4								
88	534008703	13.01.03.002	КАР	ОБЬ	2677	580	0	0	0,5	р. Аба	г. Новокузнецк	в черте города, 0,5 км выше впадения в р. Томь	КО	ЗС	3	5
89	540008710	13.01.03.003	КАР	ОБЬ	2677	546	0	0	21,0	р. Ускат	с. Красулино	в черте села, гидропост	КО	ЗС	3	5
90	534008705	13.01.03.003	КАР	ОБЬ	2677	0	0	0	542,5	р. Томь	г. Новокузнецк	30 км ниже города, в черте с. Славино	КО	ЗС	3	5
91	542008720	13.01.03.003	КАР	ОБЬ	2677	514	0	0	19,0	р. Средняя Терсь	п. Мутное	1,5 км восточнее села, 3 км ниже впадения р. Средняя Маганакова	КО	ЗС	3	5
92	545008730	13.01.03.003	КАР	ОБЬ	2677	390	0	0	47,5	р. Тайдон	п. Медвежка	0,5 км к северу от поселка, 0,5 км выше устья р. Медвежка, ГП 1	КО	ЗС	3	5
93	550008640	13.01.03.003	КАР	ОБЬ	2677	0	0	0	366,6	р. Томь	пгт. Крапивинский	в черте поселка, гидропост	КО	ЗС	3	5
94	552008601	13.01.03.003	КАР	ОБЬ	2677	0	0	0	289,0	р. Томь	г. Кемерово	12 км выше города, 1 км выше п. Металлоплощадка;	КО	ЗС	3	5
95	552008604	13.01.03.003	КАР	ОБЬ	2677	275	0	0	0,5	р. Искитимка	г. Кемерово	в черте города, 0,5 км выше впадения в р. Томь	КО	ЗС	3	5
96	552008606	13.01.03.004	КАР	ОБЬ	2677	0	0	0	262,0	р. Томь	г. Кемерово	1 км ниже города;	КО	ЗС	3	5
97	552008605	13.01.03.004	КАР	ОБЬ	2677	0	0	0	242,0	р. Томь	г. Кемерово	20,5 км ниже города, 0,5 км ниже с. Подъяково	КО	ЗС	3	5
98	554008450	13.01.03.004	КАР	ОБЬ	2677	0	0	0	175,0	р. Томь	с. Поломошное	в черте села	КО	ЗС	3	5
99	563008450	13.01.03.004	КАР	ОБЬ	2677	0	0	0	75,0	р. Томь	г. Томск	0,3 км выше города, гидропост;	ТО	ЗС	3	5
100	563008452	13.01.03.004	КАР	ОБЬ	2677	68	0	0	0,5	р. Ушайка	г. Томск	в черте города, 0,5 км выше впадения в р. Томь	ТО	ЗС	3	9
101	563008453	13.01.03.004	КАР	ОБЬ	2677	0	0	0	58,5	р. Томь	г. Томск	3,5 км ниже города, р.п. Черемошники, 9,5 км ниже впадения р. Ушайка; вертикаль 0,5	ТО	ЗС	3	5
102	563008454	13.01.03.004	КАР	ОБЬ	2677	0	0	0	58,5	р. Томь	г. Томск	3,5 км ниже города, р.п. Черемошники, 9,5 км ниже впадения р. Ушайка; вертикаль 0,1	ТО	ЗС	3	5
103	563008455	13.01.03.004	КАР	ОБЬ	2677	0	0	0	58,5	р. Томь	г. Томск	3,5 км ниже города, р.п. Черемошники, 9,5 км ниже впадения р. Ушайка; вертикаль 0,9	ТО	ЗС	3	5
104	564008430	13.01.03.004	КАР	ОБЬ	2677	0	0	0	13,0	р. Томь	с. Козюлино	0,1 км выше села, гидропост	ТО	ЗС	3	5
105	542008920	13.01.04.001	КАР	ОБЬ	2542	1799	0	0	128,0	р. Белый Июс	пос. Малая Сья	1 км выше поселка, км ниже впадения р. Большая Сья	РХ	СС	3	6
106	545008910	13.01.04.001	КАР	ОБЬ	2542	1799	52	0	1,2	р. Сарала	пос. Сарала	0,5 км ниже поселка, 0,8 км ниже устья р. Сабула	РХ	СС	3	6
107	545009000	13.01.04.001	КАР	ОБЬ	2542	0	0	0	1786,8	р. Чулым	с. Копьёво	в черте поселка; 1,5 км ниже автомобильного моста	РХ	СС	3	6
108	553008940	13.01.04.001	КАР	ОБЬ	2542	1417	175	15	41,2	р. Ужур	г. Ужур	1 км выше города, 5,2 км выше впадения р. Чернавки (Черновки)	КК	СС	3	6

№	ПКК	ВХУ	Код водного объекта по 2-ТП (водхоз)						Ру, км	Водный объект	Пункт	Расположение	СРФ	УГ МС	Кл	РУ/СУ/ озеро
			Море	Река	Пр1	Пр2	Пр3	Пр4								
109	553008931	13.01.04.001	КАР	ОБЬ	2542	1417	175	15	34,5	р. Ужур	г. Ужур	0,3 км ниже города, 1,5 км ниже впадения р. Чернавки (Черновки)	КК	СС	3	6
110	553008932	13.01.04.001	КАР	ОБЬ	2542	1417	175	0	0,0	оз. Белое	с. Корнилово	1 км юго-западнее села, азимут 2700 от сваи водпоста	КК	СС	3	оз. Белое
111	550008950	13.01.04.001	КАР	ОБЬ	2542	1417	0	0	70,8	р. Серез	с. Антропово	1 км выше села, 0,75 км выше впадения р. Кибитень	КК	СС	3	6
112	560009003	13.01.04.001	КАР	ОБЬ	2542	0	0	0	1381,5	р. Чулым	г. Назарово	1,5 км выше города, 1,5 км выше впадения р. Ададым	КК	СС	3	6
113	560009024	13.01.04.001	КАР	ОБЬ	2542	1380	0	0	7,0	р. Ададым	г. Назарово	в черте города, 7 км выше устья р. Ададым	КК	СС	3	6
114	560009023	13.01.04.001	КАР	ОБЬ	2542	0	0	0	1346,5	р. Чулым	г. Назарово	8,5 км ниже города, 3,5 км ниже ОС	КК	СС	3	6
115	553008916	13.01.04.001	КАР	ОБЬ	2542	1266	0	0	75,0	р. Урюп	ст. Дубинино	0,5 км выше станции, 1 км выше устья р. Берёшь	КК	СС	3	6
116	551008911	13.01.04.001	КАР	ОБЬ	2542	1266	74	52	0,0	оз. Большое	с. Парная	в черте села, азимут 1800 от сваи водпоста	КК	СС	3	оз. Большое
117	553008914	13.01.04.001	КАР	ОБЬ	2542	1266	74	22	15,2	р. Кадат	г. Шарыпово	1 км выше города, 2,5 км выше впадения р. Темра	КК	СС	3	6
118	553008915	13.01.04.001	КАР	ОБЬ	2542	1266	74	22	0,5	р. Кадат	г. Шарыпово	0,5 км ниже города, 0,5 км ниже городских очистных сооружений	КК	СС	3	6
119	553008917	13.01.04.001	КАР	ОБЬ	2542	1266	0	0	73,5	р. Урюп	ст. Дубинино	0,5 км ниже станции, 0,5 км ниже устья р. Берёшь	КК	СС	3	6
120	561009035	13.01.04.001	КАР	ОБЬ	2542	0	0	0	1143,0	р. Чулым	г. Ачинск	7 км выше города, 3,5 км ниже впадения протоки Быстрая (16 км выше жд моста, 12 км выше впадения р. Мазулька)	КК	СС	3	6
121	550008940	13.01.04.001	УЧУ	ОЗЕРО	0	0	0	0	0,0	оз. Учум	курорт «Учум»	в черте курорта, по азимуту 3380 от сваи водпоста, 0,5 км на СВ от выпуска сточных вод курорта «Учум»	КК	СС	3	оз. Учум
122	561009034	13.01.04.002	КАР	ОБЬ	2542	0	0	0	1120,0	р. Чулым	г. Ачинск	6 км ниже города, 1,3 км ниже выпуска ОС глинозёмного комбината, 11 км ниже впадения р. Мазулька (9 км ниже впадения р. Тептяпка, 7 км ниже жд моста)	КК	СС	3	6
123	560009034	13.01.04.002	КАР	ОБЬ	2542	0	0	0	1062,0	р. Чулым	с. Б. Улуй	2 км выше села, 2 км выше устья р. Большой Улуй	КК	СС	3	8
124	563009031	13.01.04.002	КАР	ОБЬ	2542	1060	0	0	4,5	р. Б. Улуй	с. Б. Улуй	1 км выше села, 140 м выше автомобильного моста	КК	СС	3	8
125	572008830	13.01.04.002	КАР	ОБЬ	2542	0	0	0	599,2	р. Чулым	с. Тегульдэт	в черте села, 550 м ниже устья р. Тегульдетка	ТО	ЗС	3	8
126	553008800	13.01.04.002	КАР	ОБЬ	2542	376	0	0	374,0	р. Кия	пгт. Макарацкий	2 км ниже поселка, гидропост	КО	ЗС	3	6
127	561008741	13.01.04.002	КАР	ОБЬ	2542	376	0	0	264,0	р. Кия	г. Мариинск	3 км выше города	КО	ЗС	3	6

№	ПКК	ВХУ	Код водного объекта по 2-ТП (водхоз)						Ру, км	Водный объект	Пункт	Расположение	СРФ	УГ МС	Кл	РУ/СУ/ озеро
			Море	Река	Пр1	Пр2	Пр3	Пр4								
128	561008742	13.01.04.002	КАР	ОБЬ	2542	376	0	0	238,0	р. Кия	г. Марининск	13 км ниже города	КО	ЗС	3	6
129	562008810	13.01.04.002	КАР	ОБЬ	2542	376	212	0	39,0	р. Тяжин	с. Рубино	0.7 км выше села, гидропост	КО	ЗС	3	6
130	570008800	13.01.04.002	КАР	ОБЬ	2542	376	12	0	147,5	р. Четь	с. Конторка	0.6 км ниже села, 11.5 км ниже устья р. Долгоун, гидропост	ТО	ЗС	3	8
131	565008650	13.01.04.002	КАР	ОБЬ	2542	0	0	0	373,0	р. Чулым	с. Зырянское	южная окраина села, у пристани	ТО	ЗС	3	8
132	554008610	13.01.04.003	КАР	ОБЬ	2542	339	268	0	29,1	р. Барзас	с. Барзас	в черте поселка, гидропост	КО	ЗС	3	8
133	561008620	13.01.04.003	КАР	ОБЬ	2542	339	0	0	200,0	р. Яя	пгт. Яя	в черте поселка, 2.1 км выше впадения р. Золотой Китат, гидропост	КО	ЗС	3	8
134	560008650	13.01.04.003	КАР	ОБЬ	2542	339	198	8	47,0	р. Алчедат	с. Троицкое	в черте села, гидропост	КО	ЗС	3	8
135	574008500	13.01.04.003	КАР	ОБЬ	2542	0	0	0	136,8	р. Чулым	пгт. Батурино	в черте поселка, 0.5 км выше о. Батуринский	ТО	ЗС	3	8
136	581008251	13.01.05.001	КАР	ОБЬ	0	0	0	0	2428,0	р. Обь	г. Колпашево	3 км выше города, 6 км выше гидропоста;	ТО	ЗС	3	Обь-4
137	581008252	13.01.05.001	КАР	ОБЬ	0	0	0	0	2407,0	р. Обь	г. Колпашево	9 км ниже города, 16 км ниже гидропоста	ТО	ЗС	3	Обь-4
138	570008140	13.01.05.001	КАР	ОБЬ	2403	194	68	0	93,0	р. Андарма	п. Панычево	0.5 км выше села, 1 км ниже устья р. Суйга	ТО	ЗС	3	7
139	572008210	13.01.05.001	КАР	ОБЬ	2403	194	0	0	36,6	р. Бакчар	с. Горелый (Гореловка по карте)	в черте села, 0.4 км ниже впадения р. Пиза	ТО	ЗС	3	7
140	565008300	13.01.05.001	КАР	ОБЬ	2403	140	0	0	269,0	р. Икса	с. Плотниково	0.5 км выше села, 25 м ниже р. Ярушка	ТО	ЗС	3	7
141	574808235	13.01.05.001	КАР	ОБЬ	2403	140	0	0	22,0	р. Икса	с. Ермиловка	в юго-западной части села	ТО	ЗС	3	7
142	584008230	13.01.05.001	КАР	ОБЬ	2403	0	0	0	138,2	р. Чая	с. Подгорное	0.3 км выше села	ТО	ЗС	3	7
143	582008920	13.01.06.001	КАР	ОБЬ	2246	0	0	0	1001,0	р. Кеть	с. Лосиноборское	0,5 км выше села, 2 км ниже впадения р. Лосинка	КК	СС	3	Кеть
144	582008921	13.01.06.001	КАР	ОБЬ	2246	0	0	0	1001,0	р. Кеть	с. Лосиноборское	0,5 км ниже села, 2 км ниже впадения р. Лосинка	КК	СС	3	Кеть
145	583008330	13.01.06.001	КАР	ОБЬ	2246	0	0	0	17,5	р. Кеть	д. Волково	0.5 км выше деревни	ТО	ЗС	3	Кеть
146	573007910	13.01.07.001	КАР	ОБЬ	2189	308	0	0	223,0	р. Чузик	с. Пудино	юго-восточная часть села, гидропост	ТО	ЗС	3	7
147	580008100	13.01.07.001	КАР	ОБЬ	2189	0	0	0	274,0	р. Парабель	с. Новиково	северо-западная окраина села, гидропост	ТО	ЗС	3	7
148	583507630	13.01.08.001	КАР	ОБЬ	2169	0	0	0	576,0	р. Васюган	с. Новый Васюган	в черте села	ТО	ЗС	3	7
149	591007810	13.01.08.001	КАР	ОБЬ	2169	0	0	0	270,0	р. Васюган	с. Ср. Васюган	в черте села, 40 м выше пристани, гидропост	ТО	ЗС	3	7
150	590007940	13.01.08.001	КАР	ОБЬ	2169	0	0	0	63,0	р. Васюган	с. Наунак	в черте села, ГП 2	ТО	ЗС	3	7
151	595008150	13.01.09.001	КАР	ОБЬ	2077	0	0	0	273,5	р. Тым	с. Напас	в черте села, 4.5 км ниже устья р. Польша	ТО	ЗС	3	10
152	602007750	13.01.09.001	КАР	ОБЬ	0	0	0	0	1831,2	р. Обь	с. Александровское	1 км выше села, 1.24 км выше гидропоста	ТО	ЗС	3	Обь-6
153	864	13.01.09.001	КАР	ОБЬ	0	0	0	0	1750,0	р. Обь	р-н. с. Соснино	ш 60,7059, д 77,0661	ХМАО	В	3	Обь-6
154	431	13.01.09.001	КАР	ОБЬ	0	0	0	0	1731,0	р. Обь	1 км выше устья р. Вах	ш 60,8066, д 76,8226	ХМАО	В	3	Обь-6







№	ПКК	ВХУ	Код водного объекта по 2-ТП (водхоз)						Ру, км	Водный объект	Пункт	Расположение	СРФ	УГ МС	Кл	РУ/СУ/ озеро
			Море	Река	Пр1	Пр2	Пр3	Пр4								
155	611008000	13.01.10.001	КАР	ОБЬ	1730	0	0	0	407,0	р. Вах	с. Ларьяк	в черте с. Ларьяк, на протоке Пушкинская	ХМАО	ОИ	3	Вах
156	605007846	13.01.10.001	КАР	ОБЬ	1730	0	0	0	276,0	р. Вах	п. Ваховск	в черте п. Ваховск	ХМАО	ОИ	3	Вах
157	610007710	13.01.10.001	КАР	ОБЬ	1730	0	0	0	71,0	р. Вах	с. Большетархово	в черте с. Большетархово, 1,3 км ниже начала протоки без названия	ХМАО	ОИ	3	Вах
158	435	13.01.11.001	КАР	ОБЬ	0	0	0	0	1707,0	р. Обь	500 м ниже уст. Бол. Рязанки	ш 60,9159, д 76,5214	ХМАО	В	3	Обь-7
159	605007631	13.01.11.001	КАР	ОБЬ	0	0	0	0	1703,7	пр. Вартовская Обь, р. Обь	г. Нижневартовск	5,8 км ниже г. Нижневартовск, 3 км ниже истока протоки Большая Рязанка	ХМАО	ОИ	3	Обь-7
160	127	13.01.11.001	КАР	ОБЬ	0	0	0	0	1688,5	р. Обь	В; район ГУ-4, к.6 (вход на м/р)	Широта 60,9249, Долгота 76,3144	ХМАО	В	3	Обь-7
161	134	13.01.11.001	КАР	ОБЬ	0	0	0	0	1664,9	р. Обь	ниже Мегиона	ш 61,0197, д 76,0476	ХМАО	В	3	Обь-7
162	139	13.01.11.001	КАР	ОБЬ	0	0	0	0	1613,0	р. Обь	устье пр. Материковый Пасол	ш 61,1082, д 75,4733	ХМАО	В	3	Обь-7
163	621007340	13.01.11.001	КАР	ОБЬ	1488	4	0	0	267,0	р. Тром-Юган	д. Русскинская	в черте д. Русскинская, 40 м выше электростанции	ХМАО	ОИ	3	11
164	615007630	13.01.11.001	КАР	ОБЬ	1488	4	59	0	263,0	р. Аган	пгт. Новоаганск	в черте пгт. Новоаганск, 0,15 км ниже пристани	ХМАО	ОИ	3	11
165	611007331	13.01.11.001	КАР	ОБЬ	0	0	0	0	1448,3	р. Обь	г. Сургут	22 км ниже г. Сургут, 0,7 км ниже впадения протоки Кривая	ХМАО	ОИ	3	Обь-7
166	613007310	13.01.11.002	КАР	ОБЬ	1379	3	0	0	66,0	р. Пим	г. Лянтор	в черте г. Лянтор, 0,3 км ниже впадения р. Вочингъявин	ХМАО	ОИ	3	11
167	603007400	13.01.11.001	КАР	ОБЬ	1353	118	0	0	166,0	р. Большой Юган	с. Угут	в черте с. Угут, 1,18 км ниже впадения р. Угутка	ХМАО	ОИ	3	9
168	610007231	13.01.11.002	КАР	ОБЬ	1353	0	0	0	81,9	пр. Юганская Обь, р. Обь	г. Нефтеюганск	0,5 км ниже г. Нефтеюганск, 0,9 км выше впадения протоки Картымьяс(х)	ХМАО	ОИ	3	Обь-7
169	611007110	13.01.11.002	КАР	ОБЬ	0	0	0	0	1337,0	пр. Сытоминка, р. Обь	с. Сытомино	в черте с. Сытомино, 0,45 км выше пристани Госпара	ХМАО	ОИ	3	Обь-7
170	612006850	13.01.11.002	КАР	ОБЬ	1172	0	0	0	36,0	р. Назым	с. Кышик	в черте с. Кышик, 3,2 км ниже впадения р. Большой Пахотьях	ХМАО	ОИ	3	11

Обозначения, принятые в таблице: **№** - номер ПКК порядковый; **ПКК** - координатный номер пункта контроля качества воды ГНС (9 знаков), или номер ведомственного пункта (3 знака); **Море, Река, Пр1, Пр2, Пр3, Пр4** – коды моря, главной реки и притоков от 1 до 4 порядка для ВО, на котором расположен ПКК; **Ру** – расстояние от устья реки до ПКК; **СРФ** – субъект РФ: РА – Республика Алтай; АК – Алтайский край; НО – Новосибирская область; КО – Кемеровская область; РХ – Республика Хакасия; КК – Красноярский край; ТО – Томская область; ХМАО – Ханты-Мансийский автономный округ – Югра; ЯНАО – Ямало-Ненецкий автономный округ; **УГМС** – территориальное Управление гидрометслужбы, в ведении которого находится ПКК: ЗС – Западносибирское; СС – Среднесибирское; ОИ – Обь-Иртышское; В – ведомственный ПКК;

Кл – тип климата [234–236]:

Кл	Гидрологический сезон (месяцы)		
	Весна	Лето-Осень	Зима
1	4-9	10-11	12-3
2	4-7	8-11	12-3
3	4-6	7-11	12-3
4	5-7	8-10	11-4

Цветом в поле ПКК обозначено наличие источников ЗВ выше соответствующего ПКК:

-  – нет сведений об источниках загрязнений;
-  – есть населенные пункты, сельхозугодья и пр.; водопользователей, отчитывающихся по форме 2-ТП (водхоз) нет;
-  – есть выпуски только на земельные участки орошения, накопитель, рельеф местности, поля фильтрации;
-  – есть выпуски в поверхностные водные объекты;
-  – есть выпуски только на земельные участки орошения, накопители, рельеф местности, поля фильтрации, но незначительные и/или на большом удалении;
-  – есть выпуски в поверхностные водные объекты, но незначительные и/или на большом удалении.

Вопрос наличия выше ПКК выпусков в ВО или «на рельеф» решался поиском в БД «Обь» выпусков на том же ВО (или его притоках), расположенных выше по течению, чем ПКК. При отсутствии таких выпусков для выявления населенных пунктов и сельхозугодий дополнительно анализировались ГИС-карты (Росводресурсы) и спутниковые снимки, имеющиеся в публичном доступе.

Приложение 3. Показатели, использованные при оценке качества поверхностных вод Подбассейна

В приведенной ниже таблице () приводятся сведения по показателям качества воды, данные наблюдения по которым за период с 200 по 2010 г.г. имеются в базе данных «Обь».

Названия показателей приведены в соответствии с базой данных автоматизированной информационной системы «Качество поверхностных вод» (АИС КПВ) Росгидромета.

Приняты следующие обозначения:

ВЗ – уровень высокого загрязнения в долях ПДК_{рх};

ЭВЗ – уровень экстремально высокого загрязнения в долях ПДК_{рх}.

N – количество значений в базе данных «Обь»;

«*» – отмечены значения, принятые в качестве ПДК, которых нет в [172]. Эти значения приведены по Приложению 1 «Инструкции по заполнению журналов ГХЗ» АИС КПВ.

Название показателя ⁴³	Ед. изм.	ПДК _{рх}	ВЗ ₄₄	ЭВЗ ₄₅	N ⁴⁶	Комментарий
2,4-Д	мкг/л	2*	–	–	1 006	Все = 0
2,6-диметилфенол	мкг/л	–	–	–	175	Все = 0
2-нитрофенол	мкг/л	–	–	–	174	Все = 0
4-нитрофенол	мкг/л	10	–	–	175	Все = 0
4-хлор, 3-метилфенол	мкг/л	–	–	–	175	Все = 0
Азот аммонийный	мг/л	0,4	10	50	15 750	–
Азот нитратный	мг/л	9	10	50	12 365	–
Азот нитритный	мг/л	0,02	10	50	14 407	–
альфа-ГХЦГ	мкг/л	отсутствие (0,01)	–	–	2 868	146 значений > 0, 20 > ПДК (до 3 ПДК)
Алюминий	мкг/л	40	10	50	1 121	–
Аммиак	мг/л	0,05	10	50	2 575	–
Анилин	мг/л	0,0001	3	5	477	Все = 0
АСПАВ	мг/л	0,1*	10	50	10 728	–
Бензол	мг/л	0,5	10	50	681	Все = 0
бета-ГХЦГ	мкг/л	отсутствие (0,01)	–	–	2 220	–
Биол.потреб.кислор.5сут	мг/л	2*	5	20	15 901	–
Ванадий	мкг/л	1	10	50	2	Все = 0
Взвешенные вещества	мг/л	–	–	–	15 487	–
Водородный показатель		6,5-8,5*	–	–	20 890	–
гамма-ГХЦГ	мкг/л	отсутствие (0,01)	–	–	2 874	–
Гидрокарбонатные ионы	мг/л	–	–	–	10 368	–

⁴³

⁴⁴ Уровень высокого загрязнения в долях ПДК.

⁴⁵ Уровень экстремально высокого загрязнения в долях ПДК.

⁴⁶ Количество значений в базе данных по бассейну р. Обь.

Название показателя ⁴³	Ед. изм.	ПДК _{рх}	ВЗ ₄₄	ЭВЗ ₄₅	№ ⁴⁶	Комментарий
Диоксид углерода	мг/л	–	–	–	8 515	–
Железо двухвалентное	мг/л	0,005*			5 751	–
Железо общее	мг/л	0,1	30	50	10 585	–
Жесткость общая	мг-экв/л	–	–	–	10 284	–
Жиры	мг/л	–	–	–	114	–
Кадмий	мкг/л	5	3	5	6 325	–
Калия ионы	мг/л	50	10	50	59	–
Кальция ионы	мг/л	180	10	50	10 283	–
Кислород	мг/л	4 (зима), 6 (лето)*	–	–	29 530	–
Кремнекислота	мг/л	–	–	–	10 221	–
Ксантогенаты	мг/л	0,001*	10	50	25	Все = 0
Лигносульфонат	мг/л	1*	10	50	28	Все = 0
Магния ионы	мг/л	40	10	50	10 283	–
Марганец	мкг/л	10	30	50	3 858	–
Медь	мкг/л	1	30	50	7 907	–
Ванадий	мг/л	0,1	10	50	889	только 15 значений >0, из них 2 > ПДК
Молибден	мкг/л	1	3	5	26	4 значения > 0, все –кратно превышают ПДК
Мышьяк	мкг/л	50	10	50	160	–
Насыщение кислородом	%	–	–	–	26 835	–
Натрия ионы	мг/л	120	10	50	55	все <0,1*ПДК
Нафталин	мкг/л	4			191	все = 0
Нефтепродукты	мг/л	0,05	30	50	15 237	–
Никель	мкг/л	10	10	50	136	–
Окисл.-восстан. потенц.	мВ				9 207	–
Окисляемость бихроматная (ХПК)	мг/л	15*	10	50	14 980	–
Орто-ксилол	мкг/л	50	–	–	191	Все = 0
Орто-хлорфенол	мкг/л	0,1	–	–	175	Все = 0
п,п'-ДДТ	мкг/л	отсутствие (0,01)	3	5	2 876	только 68 значений >0, из них только 2 больше ПДК
п,п'-ДДЭ	мкг/л	отсутствие (0,01)	–	–	2 572	только 99 значений > 0, из них 10 > ПДК: от 1,1 до 94,3 ПДК
Полифосфаты	мг/л	–	–	–	5 724	–
Прозрачность	см	–	–	–	11 084	–
Роданиды	мг/л	0,1*	10	50	160	–
Ртуть	мкг/л	отсутствие (0,01)	3	5	3 728	517 значений > ПДК (до 200 ПДК)
Свинец	мкг/л	6	3	5	5 761	–
Сероводород	мг/л	отсутствие (0,00001)*	10	50	2 632	только 126 > 0: от 10 до 43000 ПДК
Смолы и асфальтены	мг/л	–	–	–	12 014	–
Сульфатные ионы	мг/л	100	10	50	10 531	–
Сульфиды и сероводород	мг/л	отсутствие (0,00001)*	10	50	664	Только 22 значения >0: от 200 до 4460 ПДК

Название показателя ⁴³	Ед. изм.	ПДК _{рх}	ВЗ ₄₄	ЭВЗ ₄₅	№ ⁴⁶	Комментарий
Сумма Na и К	мг/л	170 ⁴⁷	10	50	5 030	–
Сумма азота минерального	мг/л	–	–	–	10 445	–
Сумма ионов	мг/л	1000*	–	–	10 543	–
Сумма мета- и пара-ксилолов	мкг/л	–	–	–	191	Все = 0
Температура	град.С	–	–	–	29 335	–
Толуол	мкг/л	500	–	–	191	Все = 0
Трифлуралин	мкг/л	0,3	–	–	667	только 8 значений >0, все < 0,15 ПДК
Фенолы летучие (фенольный индекс)	мг/л	0,001	30	50	15 245	–
Формальдегид	мг/л	0,1	10	50	2 341	–
Фосфаты	мг/л	0,2	10	50	12 146	–
Фосфор общий растворенный	мг/л	–	–	–	6 412	–
Фосфор органический	мг/л	–	–	–	2 423	–
Фториды	мг/л	0,75	10	50	5 918	–
Хлоридные ионы	мг/л	300	10	50	10 842	–
Хром общий	мкг/л				10 481	–
Хром трехвалентный	мкг/л	70	10	50	5 954	–
Хром шестивалентный	мкг/л	20	10	50	6 303	–
Цветность по Pt-Co шкале	град.	–	–	–	10 654	–
Цианиды	мг/л	0,05	10	50	160	–
Цинк	мкг/л	10	10	50	7 689	–
Электропроводность	См/см	–	–	–	10 121	–

⁴⁷ Условное значение, равное сумме соответствующих ПДК.

Приложение 4. Результаты статистического анализа данных наблюдений за качеством поверхностных вод Верхней и Средней Оби

П. 4.1. Визуализация данных

В настоящем подразделе представлены (Таблица 38) графики изменения концентраций ЗВ в долях ПДК_{рх} за весь период наблюдения (2000 – 2010 г.г.), гистограммы относительных частот наблюдений

$$p_i^k = \frac{n_{i,j}^k}{N_i^k}, \quad (33)$$

где

I – номер ПКК;

k – номер ЗВ;

N_i^k – число наблюдений за k -тым ЗВ на i -том ПКК;

$n_{i,j}^k$ – число наблюдений за k -тым ЗВ на i -том ПКК, попавших в j -тый интервал значений концентраций;

а также результат проверки нормальности распределения анализируемых данных по критерию Шапиро-Уилка (H): «+» – гипотеза о том, что наблюдаемое распределение не отличается от нормального принимается, «-» – отвергается ($P=0,05$).

Для удобства сопоставления интервалы значений концентраций ЗВ, по которым вычислялись относительные частоты, выбирались индивидуально для каждого ЗВ и не менялись по ПКК.

ПКК представлены в географической последовательности: с юга на север и с запада на восток. № ПКК соответствует их описанию (Приложение 2).

Таблица 38 – Визуализация данных наблюдений, гистограммы частот

Концентрации в долях ПДК _{рх}	Гистограммы относительных частот наблюдений	Н
Азот аммонийный. р. Катунь (ПКК №10)		
		—
Азот аммонийный. р. Чулышман (ПКК №1)		
		—
Азот аммонийный. р. Кокши (ПКК №3)		
		—
Азот аммонийный. р. Чарыш (ПКК №23)		
		—

Концентрации в долях ПДК _{рх}	Гистограммы относительных частот наблюдений	Н
Азот аммонийный. р. Ануй (ПКК №22)		
		—
Азот аммонийный. р. Чемровка (ПКК №20)		
		—
Азот аммонийный. р. Тогул (ПКК №24)		
		—
Азот аммонийный. р. Сузун (ПКК №32)		
		—

Концентрации в долях ПДК _{рх}	Гистограммы относительных частот наблюдений	Н
Азот аммонийный. р. Средняя Терсь (ПКК №91)		
		—
Азот аммонийный. р. Сарала (ПКК №106)		
		—
Азот аммонийный. р. Кадат (ПКК №117)		
		—
Азот аммонийный. р. Алчедат (ПКК №134)		
		—

Концентрации в долях ПДК _{рх}	Гистограммы относительных частот наблюдений	Н
Азот аммонийный. р. Икса (ПКК №140)		
		—
Азот аммонийный. р. Андарма (ПКК №138)		
		—
Азот аммонийный. р. Кеть (ПКК №143)		
		—
Азот аммонийный. р. Тым (ПКК №151)		
		—

Концентрации в долях ПДК _{рх}	Гистограммы относительных частот наблюдений	Н
БПК₅. р. Катунь (ПКК №10)		
		—
БПК₅. р. Чулышман (ПКК №1)		
		—
БПК₅. р. Кокши (ПКК №3)		
		—
БПК₅. р. Чарыш (ПКК №23)		
		—

Концентрации в долях ПДК _{рх}	Гистограммы относительных частот наблюдений	Н
БПК₅. р. Ануй (ПКК №22)		
		—
БПК₅. р. Чемровка (ПКК №20)		
		+
БПК₅. р. Тогул (ПКК №24)		
		—
БПК₅. р. Сузун (ПКК №32)		
		—

Концентрации в долях ПДК _{рх}	Гистограммы относительных частот наблюдений	Н
БПК₅. р. Средняя Терсь (ПКК №91)		
		—
БПК₅. р. Сарала (ПКК №106)		
		—
БПК₅. р. Кадат (ПКК №117)		
		—
БПК₅. р. Алчедат (ПКК №134)		
		—

Концентрации в долях ПДК _{рх}	Гистограммы относительных частот наблюдений	Н
БПК₅. р. Икса (ПКК №140)		
		—
БПК₅. р. Андарма (ПКК №138)		
		—
БПК₅. р. Кеть (ПКК №143)		
		—
БПК₅. р. Тым (ПКК №151)		
		—

Концентрации в долях ПДК _{рх}	Гистограммы относительных частот наблюдений	Н
Фосфаты. р. Катунь (ПКК №10)		
		—
Фосфаты. р. Чулышман (ПКК №1)		
		—
Фосфаты. р. Кокши (ПКК №3)		
		—
Фосфаты. р. Чарыш (ПКК №23)		
		—

Концентрации в долях ПДК _{рх}	Гистограммы относительных частот наблюдений	Н
Фосфаты. р. Ануй (ПКК №22)		
		—
Фосфаты. р. Чемровка (ПКК №20)		
		—
Фосфаты. р. Тогул (ПКК №24)		
		—
Фосфаты. р. Сузун (ПКК №32)		
		—

Концентрации в долях ПДК _{рх}	Гистограммы относительных частот наблюдений	Н
Фосфаты. р. Средняя Терсь (ПКК №91)		
		—
Фосфаты. р. Сарала (ПКК №106)		
		—
Фосфаты. р. Кадат (ПКК №117)		
		—
Фосфаты. р. Алчедат (ПКК №134)		
		—

Концентрации в долях ПДК _{рх}	Гистограммы относительных частот наблюдений	Н
Фосфаты. р. Икса (ПКК №140)		
		—
Фосфаты. р. Андарма (ПКК №138)		
		—
Фосфаты. р. Кеть (ПКК №143)		
		—
Фосфаты. р. Тым (ПКК №151)		
		—

Концентрации в долях ПДК _{рх}	Гистограммы относительных частот наблюдений	Н
ХПК. р. Катунь (ПКК №10)		
		—
ХПК. р. Чулышман (ПКК №1)		
		—
ХПК. р. Кокши (ПКК №3)		
		—
ХПК. р. Чарыш (ПКК №23)		
		—

Концентрации в долях ПДК _{рх}	Гистограммы относительных частот наблюдений	Н
ХПК. р. Ануй (ПКК №22)		
		—
ХПК. р. Чемровка (ПКК №20)		
		—
ХПК. р. Тогул (ПКК №24)		
		—
ХПК. р. Сузун (ПКК №32)		
		—

Концентрации в долях ПДК _{рх}	Гистограммы относительных частот наблюдений	Н
ХПК. р. Средняя Терсь (ПКК №91)		
		—
ХПК. р. Сарала (ПКК №106)		
		—
ХПК. р. Кадат (ПКК №117)		
		—
ХПК. р. Алчедат (ПКК №134)		
		—

Концентрации в долях ПДК _{рх}	Гистограммы относительных частот наблюдений	Н
ХПК. р. Икса (ПКК №140)		
		+
ХПК. р. Андарма (ПКК №138)		
		-
ХПК. р. Кеть (ПКК №143)		
		-
ХПК. р. Тым (ПКК №151)		
		-

Концентрации в долях ПДК _{рх}	Гистограммы относительных частот наблюдений	Н
Медь. р. Катунь (ПКК №10)		
		—
Медь. р. Сузун (ПКК №32)		
		—
Медь. р. Средняя Терсь (ПКК №91)		
		—
Медь. р. Сарала (ПКК №106)		
		—

Концентрации в долях ПДК _{рх}	Гистограммы относительных частот наблюдений	Н
Медь. р. Кадат (ПКК №117)		
		—
Медь. р. Алчедат (ПКК №134)		
		—
Медь. р. Кеть (ПКК №143)		
		—
Хлориды. р. Катунь (ПКК №10)		
		—

Концентрации в долях ПДК _{рх}	Гистограммы относительных частот наблюдений	Н
Хлориды. р. Чулышман (ПКК №1)		
		—
Хлориды. р. Кокши (ПКК №3)		
		—
Хлориды. р. Чарыш (ПКК №23)		
		—
Хлориды. р. Ануй (ПКК №22)		
		—

Концентрации в долях ПДК _{рх}	Гистограммы относительных частот наблюдений	Н
Хлориды. р. Чемровка (ПКК №20)		
		—
Хлориды. р. Тогул (ПКК №24)		
		—
Хлориды. р. Сузун (ПКК №32)		
		—
Хлориды. р. Средняя Терсь (ПКК №91)		
		—

Концентрации в долях ПДК _{рх}	Гистограммы относительных частот наблюдений	Н
Хлориды. р. Сарала (ПКК №106)		
		—
Хлориды. р. Кадат (ПКК № 117)		
		—
Хлориды. р. Алчедат (ПКК № 134)		
		—
Хлориды. р. Икса (ПКК № 140)		
		—

Концентрации в долях ПДК _{рх}	Гистограммы относительных частот наблюдений	Н
Хлориды. р. Андарма (ПКК№ 138)		
		+
Хлориды. р. Кеть (ПКК№ 143)		
		—
Хлориды. р. Тым (ПКК№ 151)		
		—
Нефтепродукты. р. Катунь (ПКК №10)		
		—

Концентрации в долях ПДК _{рх}	Гистограммы относительных частот наблюдений	Н
Нефтепродукты. р. Чулышман (ПКК №1)		
		—
Нефтепродукты. р. Кокши (ПКК №3)		
		—
Нефтепродукты. р. Чарыш (ПКК №23)		
		—
Нефтепродукты. р. Ануй (ПКК №22)		
		—

Концентрации в долях ПДК _{рх}	Гистограммы относительных частот наблюдений	Н
Нефтепродукты. р. Чемровка (ПКК №20)		
		—
Нефтепродукты. р. Тогул (ПКК №24)		
		—
Нефтепродукты. р. Сузун (ПКК №32)		
		—
Нефтепродукты. р. Средняя Терсь (ПКК №91)		
		—

Концентрации в долях ПДК _{рх}	Гистограммы относительных частот наблюдений	Н
Нефтепродукты. р. Сарала (ПКК №106)		
		—
Нефтепродукты. р. Кадат (ПКК № 117)		
		—
Нефтепродукты. р. Алчедат (ПКК № 134)		
		—
Нефтепродукты. р. Икса (ПКК № 140)		
		+

Концентрации в долях ПДК _{рх}	Гистограммы относительных частот наблюдений	Н
Нефтепродукты. р. Андарма (ПКК№ 138)		
		—
Нефтепродукты. р. Кеть (ПКК№ 143)		
		—
Нефтепродукты. р. Тым (ПКК №151)		
		—
Фенолы летучие. р. Катунь (ПКК №10)		
		—

Концентрации в долях ПДК _{рх}	Гистограммы относительных частот наблюдений	Н
Фенолы летучие. р. Чулышман (ПКК №1)		
		—
Фенолы летучие. р. Кокши (ПКК №3)		
		—
Фенолы летучие. р. Чарыш (ПКК №23)		
		—
Фенолы летучие. р. Ануй (ПКК №22)		
		—

Концентрации в долях ПДК _{рх}	Гистограммы относительных частот наблюдений	Н
Фенолы летучие. р. Чемровка (ПКК №20)		
		—
Фенолы летучие. р. Тогул (ПКК №24)		
		—
Фенолы летучие. р. Сузун (ПКК №32)		
		—
Фенолы летучие. р. Средняя Терсь (ПКК №91)		
		—

Концентрации в долях ПДК _{рх}	Гистограммы относительных частот наблюдений	Н
Фенолы летучие. р. Сарала (ПКК №106)		
		—
Фенолы летучие. р. Кадат (ПКК № 117)		
		—
Фенолы летучие. р. Алчедат (ПКК № 134)		
		—
Фенолы летучие. р. Икса (ПКК № 140)		
		—

Концентрации в долях ПДК _{рх}	Гистограммы относительных частот наблюдений	Н
Фенолы летучие. р. Андарма (ПКК№ 138)		
		—
Фенолы летучие. р. Кеть (ПКК№ 143)		
		—
Фенолы летучие. р. Тым (ПКК №151)		
		—
Железо. р. Катунь (ПКК №10)		
		—

Концентрации в долях ПДК _{рх}	Гистограммы относительных частот наблюдений	Н
Железо. р. Чулышман (ПКК №1)		
		—
Железо. р. Кокши (ПКК №3)		
		—
Железо. р. Чарыш (ПКК №23)		
		—
Железо. р. Ануй (ПКК №22)		
		—

Концентрации в долях ПДК _{рх}	Гистограммы относительных частот наблюдений	Н
Железо. р. Чемровка (ПКК №20)		
		—
Железо. р. Тогул (ПКК №24)		
		—
Железо. р. Сузун (ПКК №32)		
		—
Железо. р. Средняя Терсь (ПКК №91)		
		—

Концентрации в долях ПДК _{рх}	Гистограммы относительных частот наблюдений	Н
Железо. р. Сарала (ПКК №106)		
		—
Железо. р. Кадат (ПКК №117)		
		—
Железо. р. Алчедат (ПКК №134)		
		—
Железо. р. Икса (ПКК №140)		
		—

Концентрации в долях ПДК _{рх}	Гистограммы относительных частот наблюдений	Н
Железо. р. Андарма (ПКК№ 138)		
		—
Железо. р. Кеть (ПКК№ 143)		
		—
Железо. р. Тым (ПКК №151)		
		+

П. 4.2. Соответствие нормальному закону распределения

Приведем результаты проверки рядов наблюдений по эталонным ПКК за показателями качества воды на соответствие нормальному закону распределения по критерию Шапиро-Уилка (при $\alpha=0,05$). Анализ данных проводился как по всему интервалу наблюдений (обозначено «П»), так и выборками по гидрологическим сезонам за весь период наблюдений (В – весна; Л – лето-осень; З – зима). В «шапке» таблицы в скобках после названия реки приведен номер ПКК. Обозначения: «+» – гипотеза о нормальном распределении принимается; "–" – не принимается; «н» - нет данных; ЖСТ - жесткость общая; Si - кремнекислота (по Si); Нфт - нефть и нефтепродукты; Фнл - фенолы летучие; % - процент «+» от общего количества элементов в соответствующей строке/столбце.

Таблица 39 – Результаты проверки гипотезы о соответствии распределения наблюдаемых показателей качества воды нормальному закону распределения

ЗВ	Катунь (10)				Чулышман (1)				Кокши (3)				Чарыш (23)				Ануй (22)				Чемровка (20)				Тогул (24)			
	П	В	Л	З	П	В	Л	З	П	В	Л	З	П	В	Л	З	П	В	Л	З	П	В	Л	З	П	В	Л	З
NH ₄	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
БПК ₅	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-
pH	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+
HCO ₃	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	+
CO ₂	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+
Fe	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Жст	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+
Ca	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-	+	+	-	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+
O ₂	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Si	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-
Mg	-	-	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	+
Cu	-	-	-	-	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н
Нфт	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
SO ₄	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+
Na+K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Mnp	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+
Фнл	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PO ₄	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+
Cl	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-
XПК	-	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+
%	25	30	55	65	15	20	65	50	15	20	40	60	25	20	35	70	10	50	45	55	10	50	40	55	5	25	20	65

Продолжение таблицы

ЗВ	Сузун (32)				С.Терсь (91)				Тайдон (92)				Сарала (106)				Кадат(117)				Алчедат (134)				Икса (140)				Анарма (138)				Кеть (143)				Тым (151)				%
	П	В	Л	З	П	В	Л	З	П	В	Л	З	П	В	Л	З	П	В	Л	З	П	В	Л	З	П	В	Л	З	П	В	Л	З	П	В	Л	З	П	В	Л	З	
NH4	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	н	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	+	21		
БПК5	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	н	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	34		
pH	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	н	-	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	+	-	+	68	
HCO3	-	+	+	-	-	+	-	-	+	-	+	н	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	47		
CO2	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	н	н	н	н	н	н	н	н	+	-	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	н	н	н	н	-	-	+	+	31	
Fe	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	+	н	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	29	
Жст	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	н	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	54	
Ca	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	н	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	53	
O2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	н	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	84	
Si	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	н	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	62	
Mg	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	н	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-	+	+	34	
Cu	-	-	-	-	-	н	-	-	н	н	н	н	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	1	
HфТ	-	-	+	+	-	-	-	+	-	н	+	н	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+	-	+	-	+	26	
SO4	-	-	+	+	-	+	-	+	+	+	+	н	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	43	
Na+K	+	+	+	-	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	-	+	-	+	-	+	-	+	+	-	+	+	н	н	н	н	+	+	+	+	25	
Mnp	-	+	+	+	-	+	-	-	+	+	+	н	-	-	+	-	+	+	-	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	54	
Фнл	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	н	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	15	
PO4	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	н	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	24	
Cl	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	н	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	34		
XПК	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	н	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+	51	
%	25	45	75	60	15	40	25	40	60	70	80	0	10	15	40	35	35	45	35	75	15	20	55	60	15	30	40	55	25	40	70	70	10	25	30	40	40	35	60	85	

П. 4.3. Результаты иерархического кластерного анализа

Приведем дендрограммы, полученные в результате иерархического кластерного анализа данных наблюдений за показателями качества воды на эталонных ПКК (Таблица 40). Выбрано 8 показателей, а именно: азот аммонийный; БПК₅; железо; нефтепродукты; фенолы; фосфаты хлориды, ХПК.

Использовано два варианта с различными комбинациями метрики и метода объединения⁴⁸.

Евклидово расстояние: $\sqrt{\sum_i (x_i - y_i)^2}$. Расстояние Чебышева: $\text{Max}(|x_i - y_i|)$.

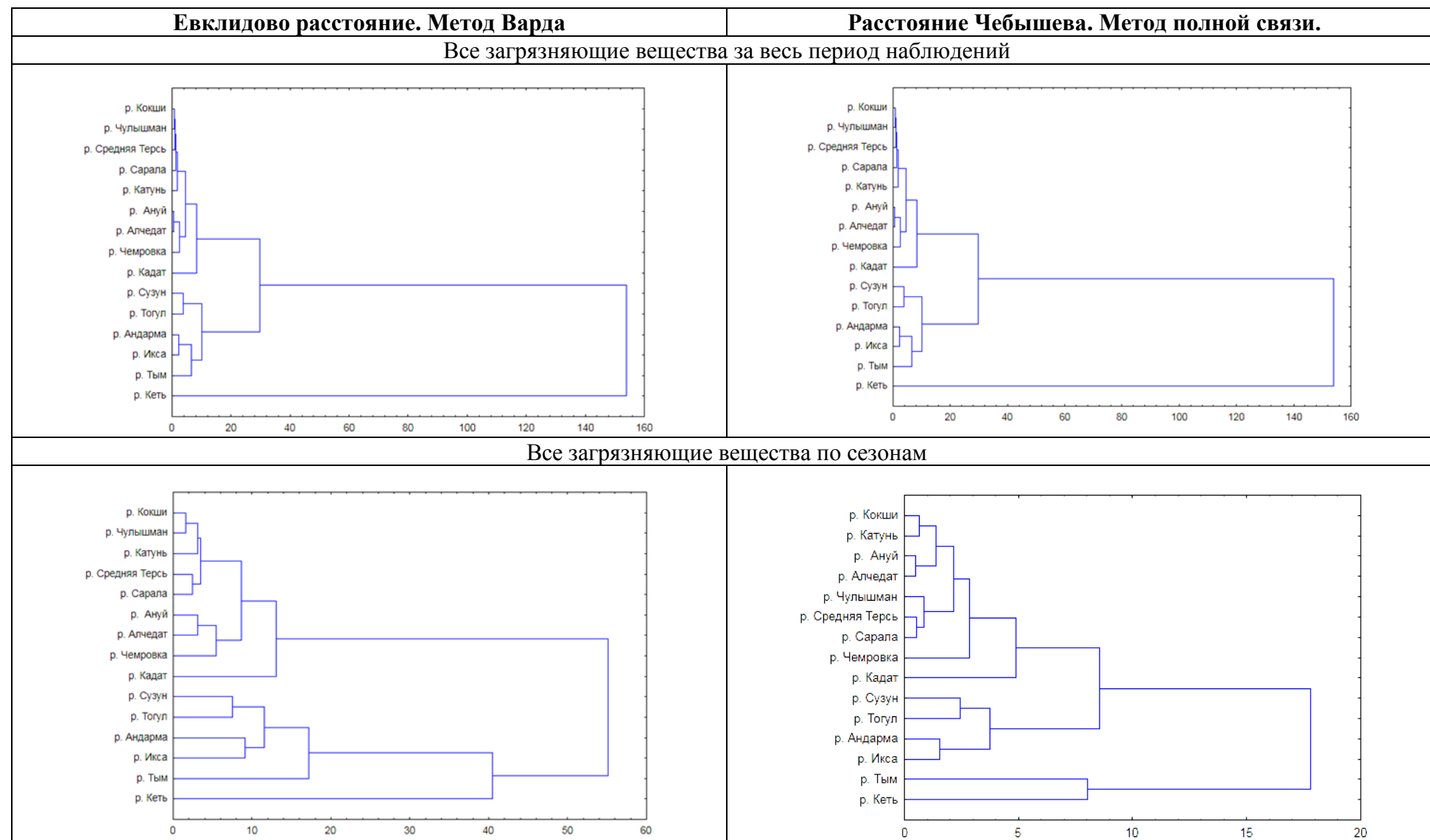
Метод Варда: минимизирует сумму квадратов отклонений от средних значений для любых двух (гипотетических) кластеров, которые могут быть сформированы на каждом шаге. Метод полной связи (метод наиболее удаленных соседей): расстояния между кластерами определяются наибольшим расстоянием между любыми двумя объектами в различных кластерах (т.е. «наиболее удаленными соседями»).

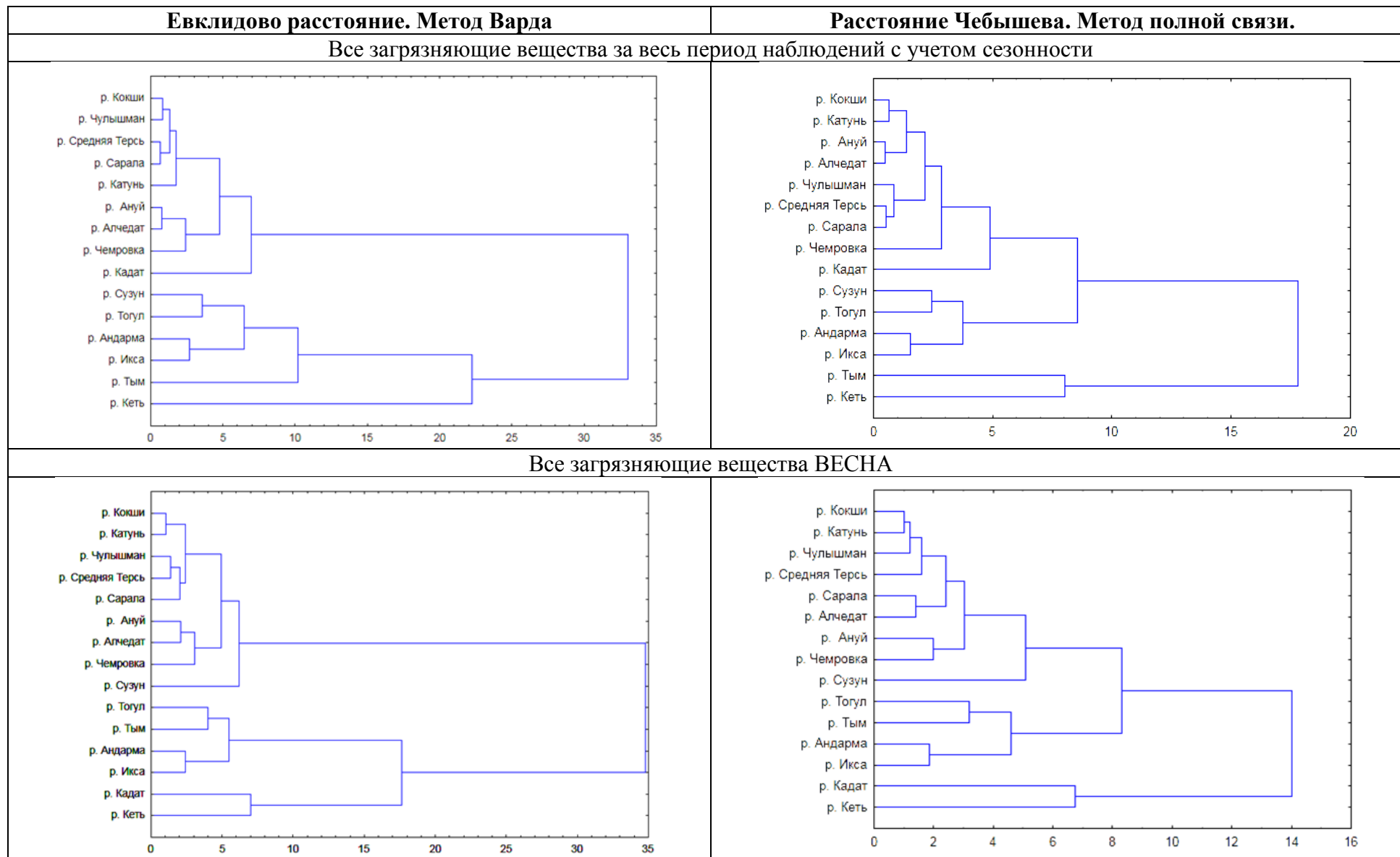
Для возможности применения кластерного анализа были использованы различные способы агрегации данных наблюдений (подзаголовки в таблице):

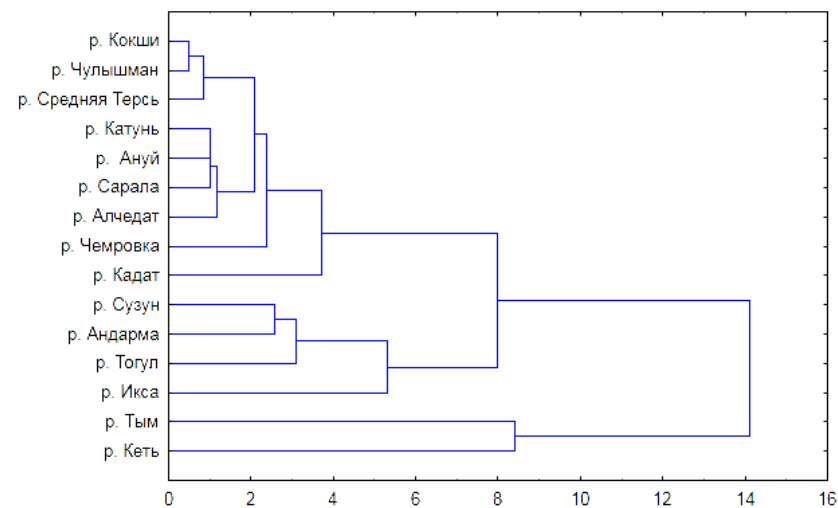
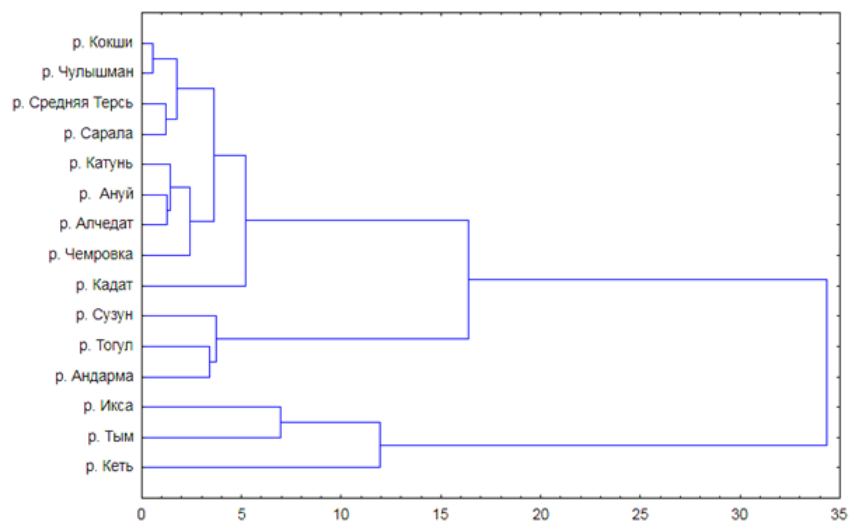
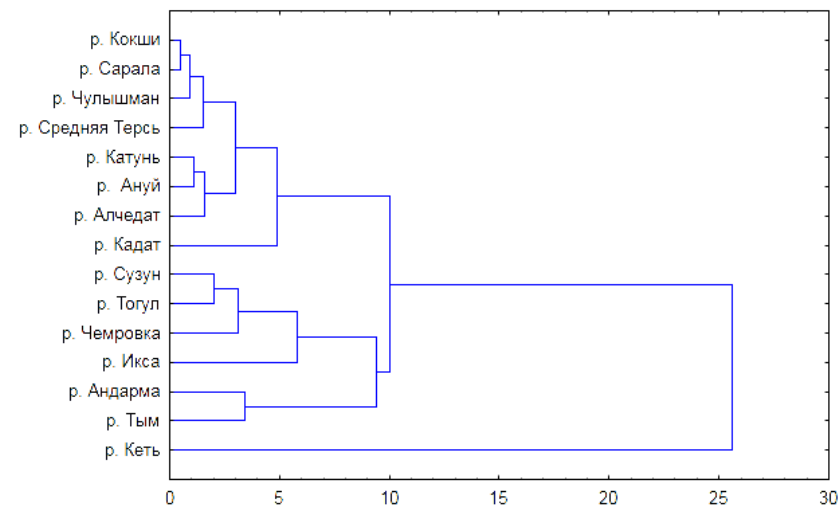
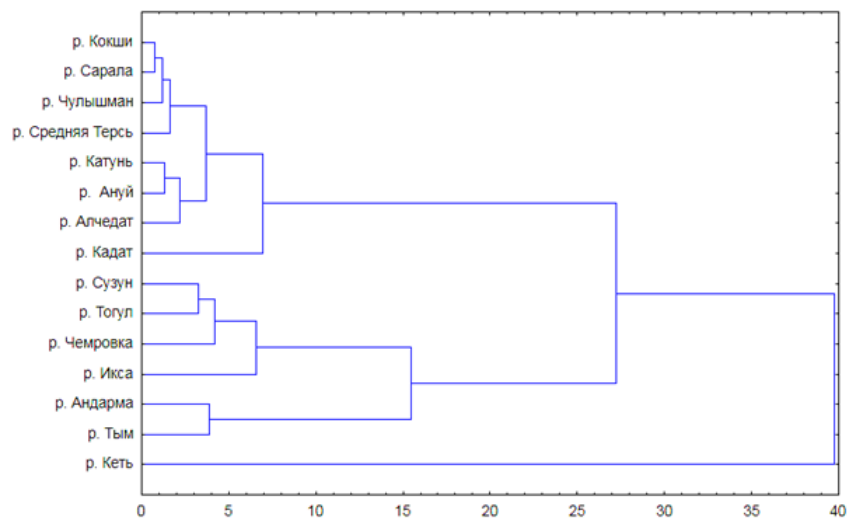
- все загрязняющие вещества – в анализе используются данные по 8 перечисленным в таблице ЗВ (поскольку по р. Чарыш нет данных по хлоридам, то она отсутствует в дендрограмме);
- азот аммонийный и т.п. – в анализе используются данные по соответствующему ЗВ;
- за весь период наблюдений – ряд наблюдений по каждому ЗВ представлен медианой, значений, наблюденных за период с 2000 по 2010 г.;
- по сезонам – по каждому ЗВ использовано 3 значения, представляющих медианы концентраций ЗВ, наблюденных в соответствующий гидрологический сезон за период с 2000 по 2010 г.;
- за весь период наблюдений с учетом сезонности – ряд наблюдений по каждому ЗВ представлен взвешенной по сезонам медианой, вычисленной по формуле (22);
- ВЕСНА, ЛЕТО-ОСЕНЬ, ЗИМА – ряд наблюдений по каждому ЗВ представлен медианой значений ЗВ наблюденных в соответствующий гидрологический сезон за период с 2000 по 2010 г.

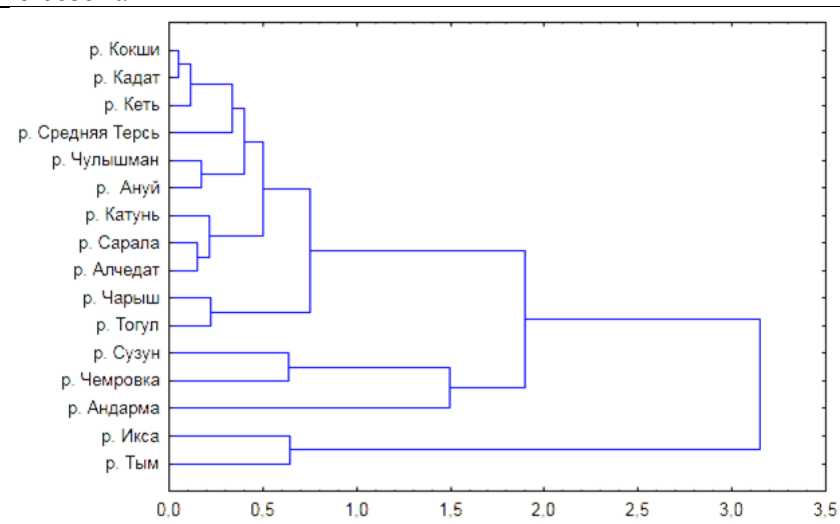
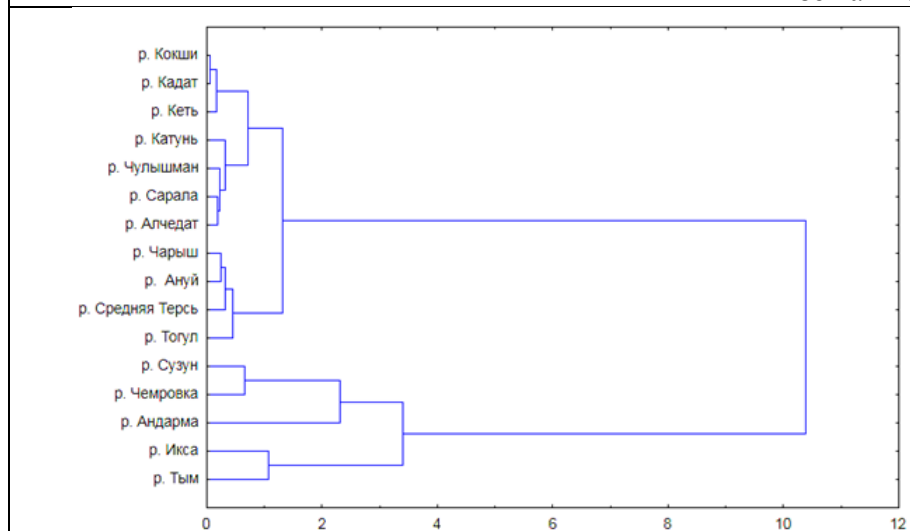
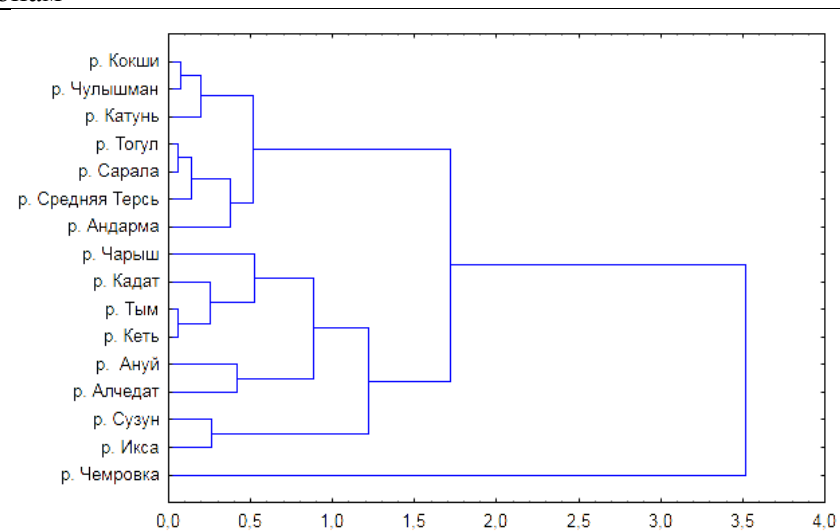
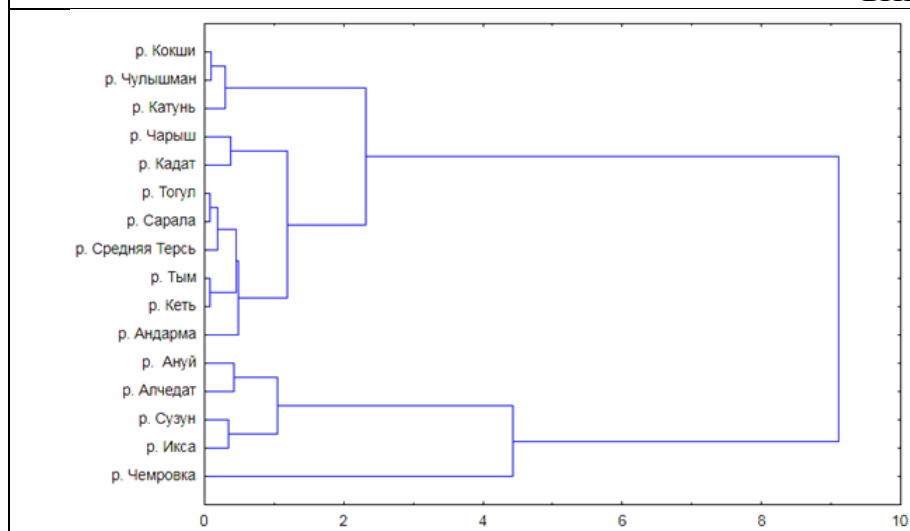
⁴⁸ <http://statsoft.ru/home/textbook/modules/stcluan.html>

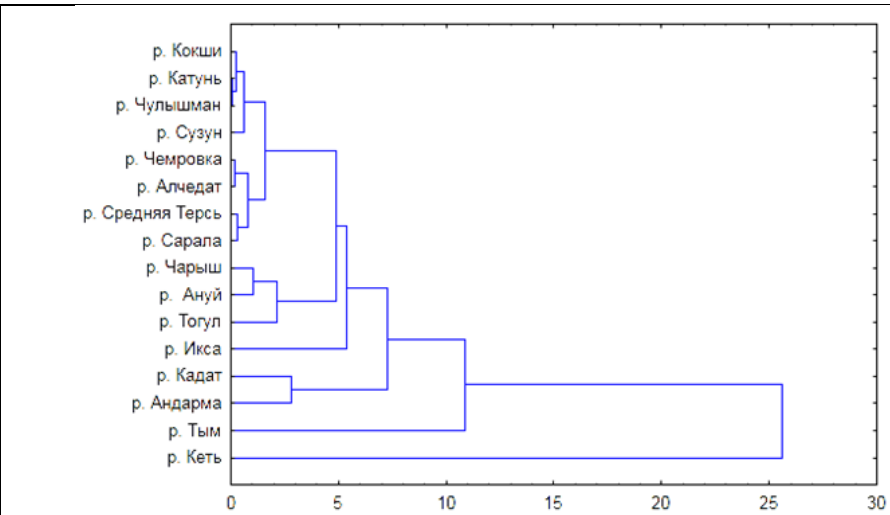
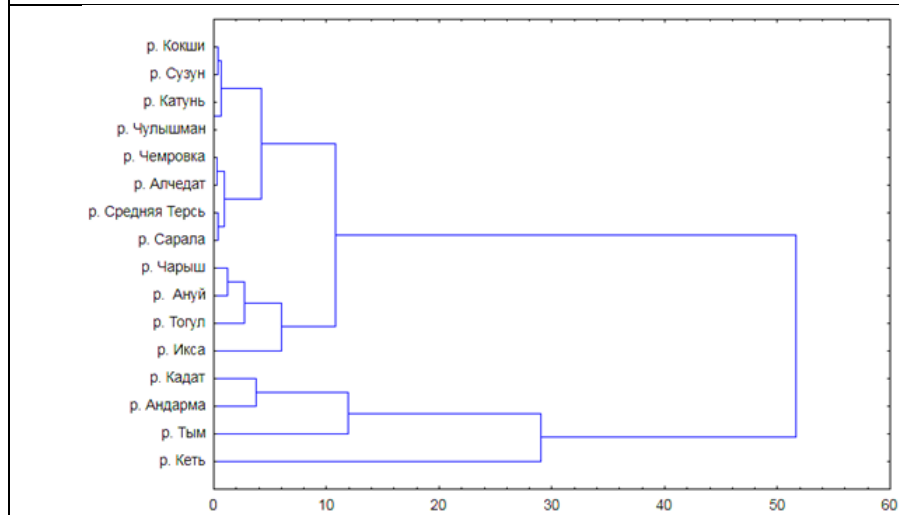
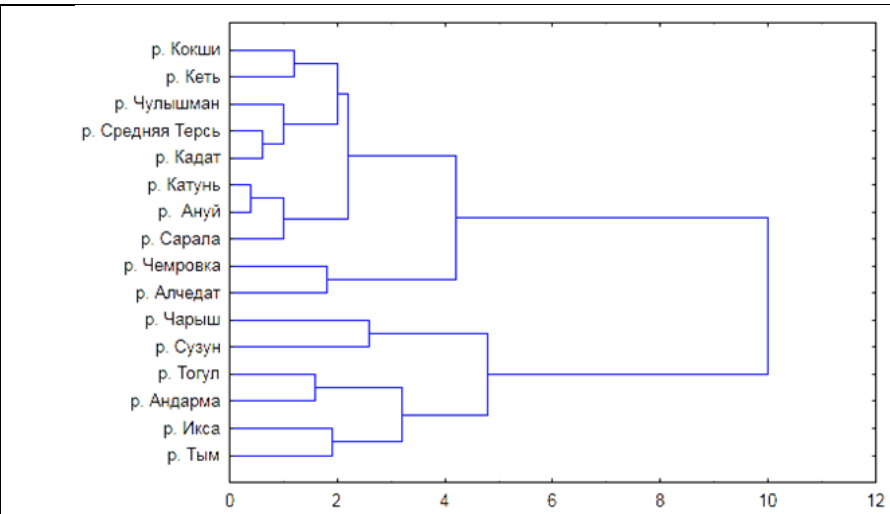
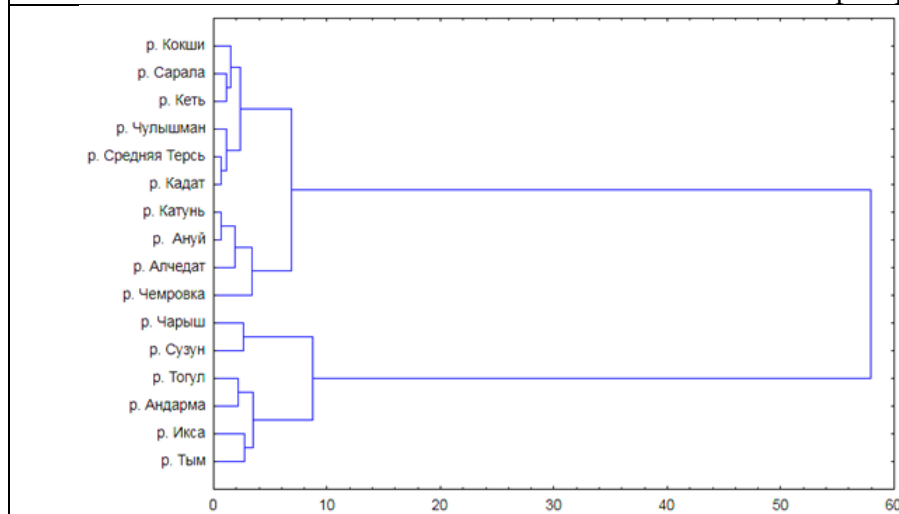
Таблица 40 – Результаты иерархического кластерного анализа

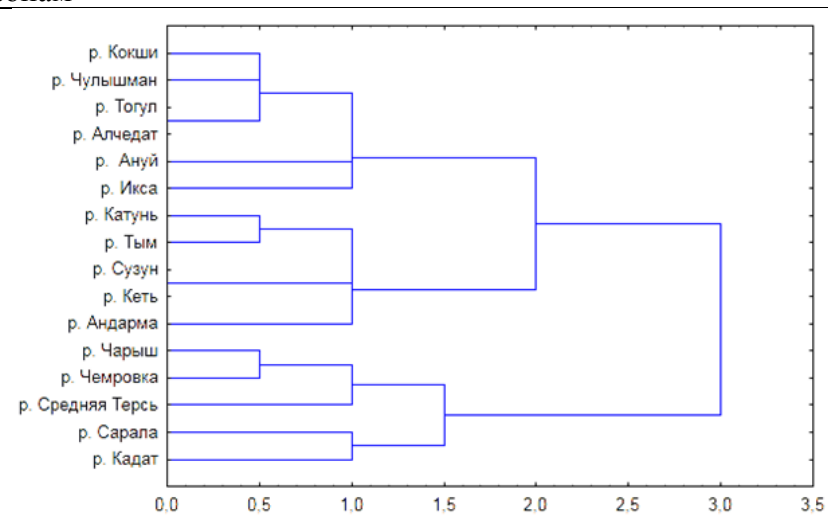
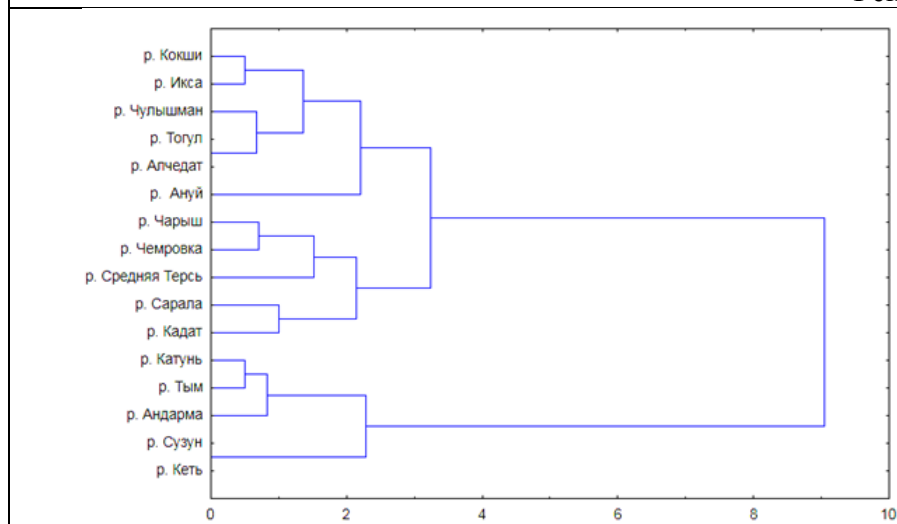
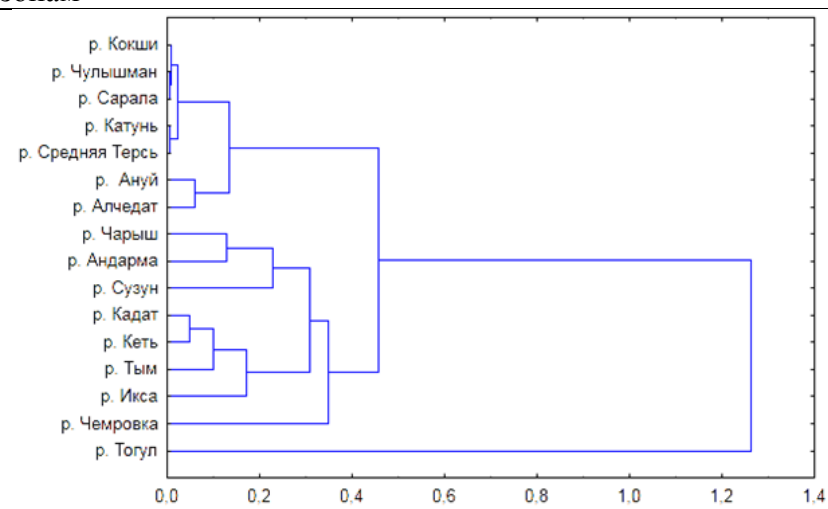
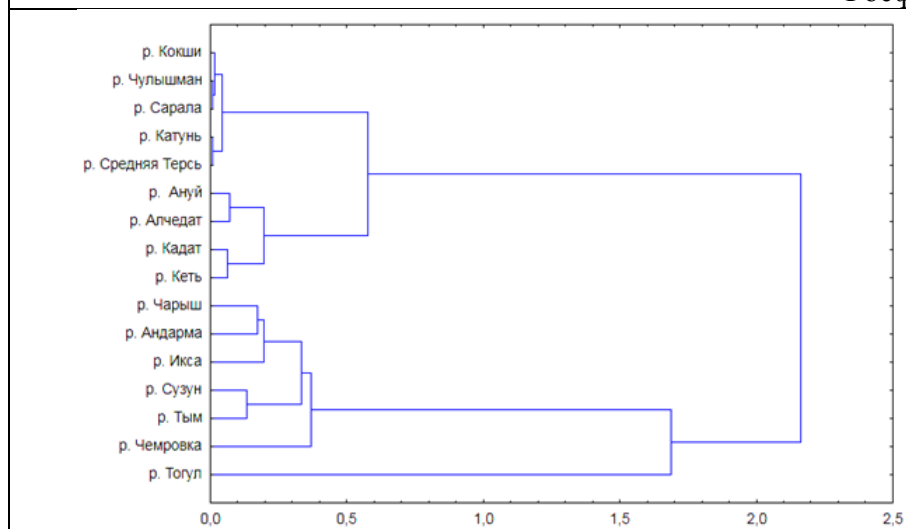


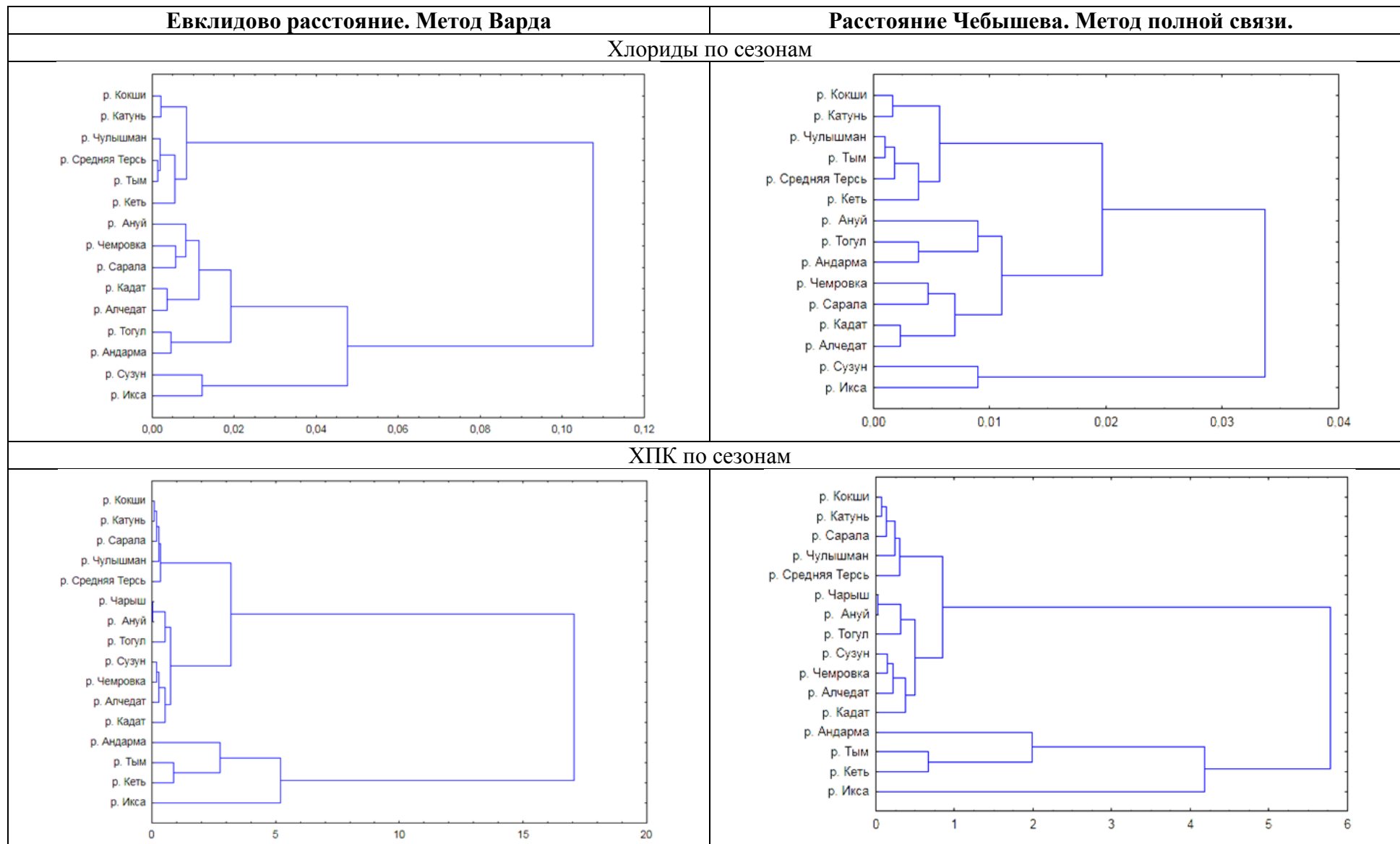


Евклидово расстояние. Метод Варда**Расстояние Чебышева. Метод полной связи.****Все загрязняющие вещества ЛЕТО-ОСЕНЬ****Все загрязняющие вещества ЗИМА**

Евклидово расстояние. Метод Варда
Расстояние Чебышева. Метод полной связи.
Азот аммонийный по сезонам

БПК5 по сезонам


Евклидово расстояние. Метод Варда
Расстояние Чебышева. Метод полной связи.
Железо по сезонам

Нефтепродукты по сезонам


Евклидово расстояние. Метод Варда
Расстояние Чебышева. Метод полной связи.
Фенолы по сезонам

Фосфаты по сезонам




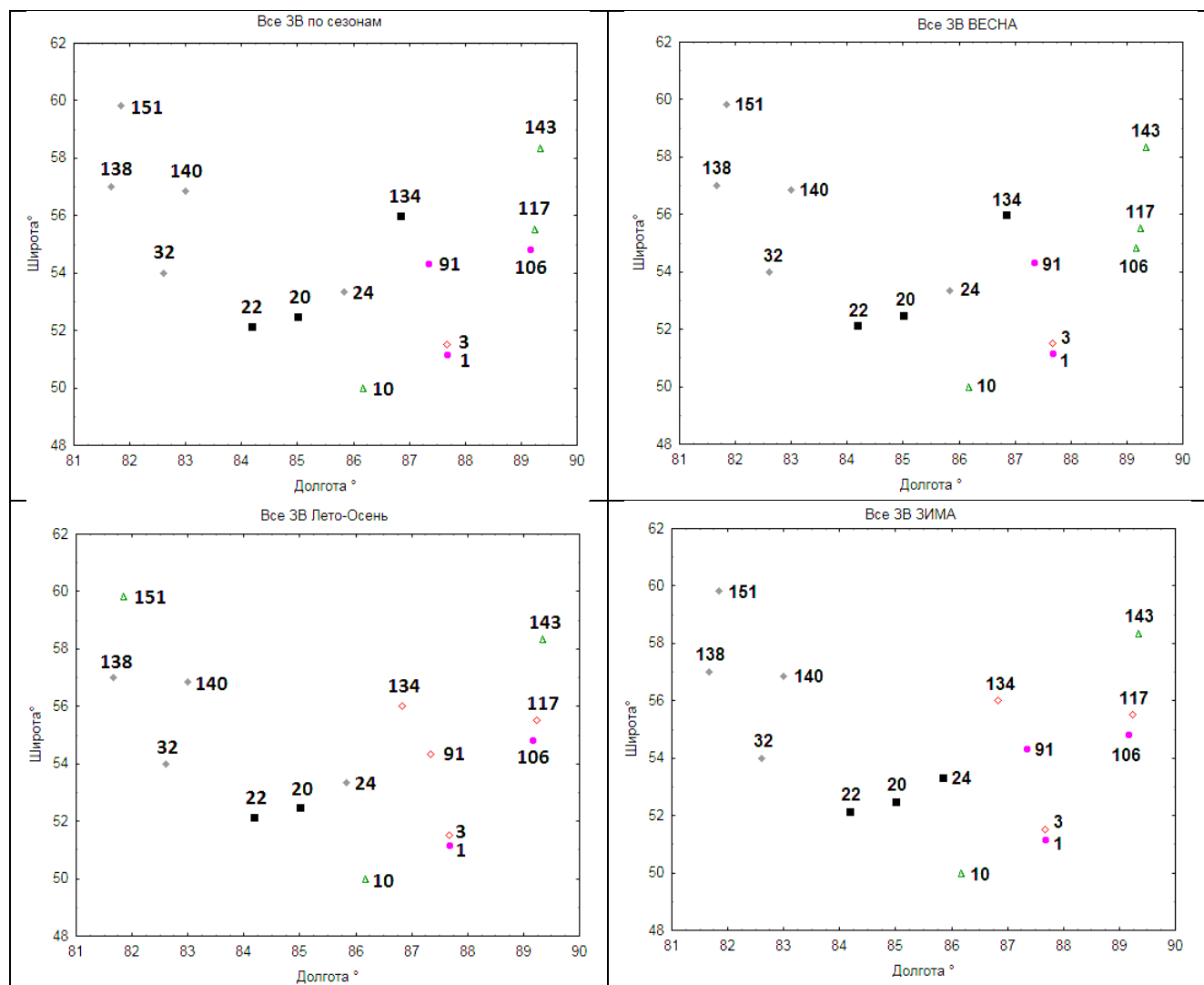
П. 4.4. Результаты кластерного анализа по методу К-средних

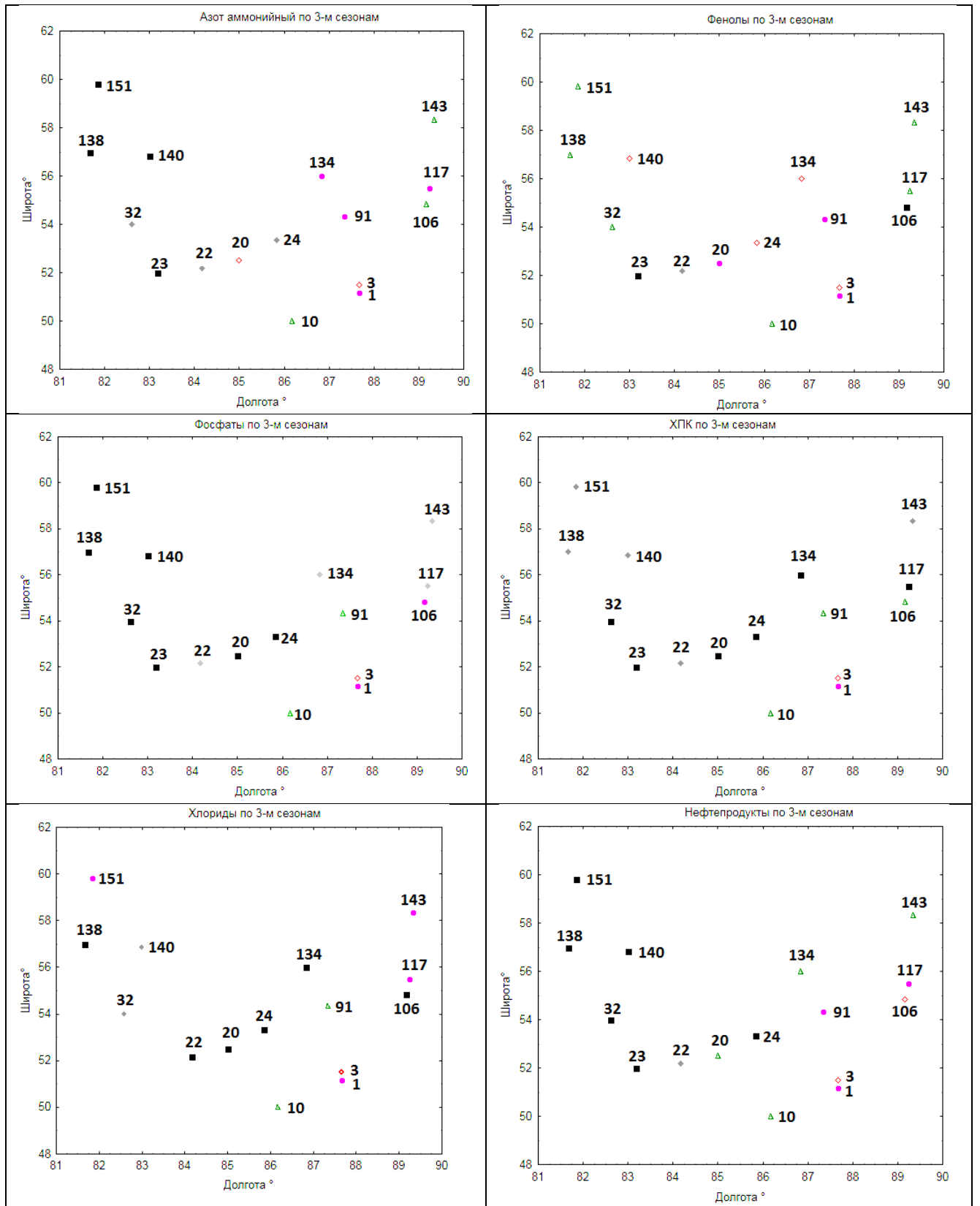
Приведем примеры результатов кластерного анализа, представленные в системе географических координат (Таблица 41). Два примера были представлены в основном тексте (Рисунок 28). Комментарии по способам агрегации данных наблюдений см. выше (Приложение 4.П. 4.3).

Приняты следующие обозначения: Широта^o – градусы северной широты; Долгота^o – градусы восточной долготы; ■ 134 – ПКК и его номер (Рисунок 20, Приложение 2); начертание и цвет точки соответствует принадлежности ПКК к кластеру:

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

Таблица 41 – Географическое представление результатов кластерного анализа по методу К-средних





Приложение 5. Значения целевых показателей качества воды

В настоящем Приложении представлены следующие результаты расчета ЦП, не включенные в основной текст (п. 4.2):

- значения ЦП по гидрологическим сезонам по РУ (Таблица 42), по СУ (Таблица 43) и крупным озерам (Таблица 44);
- значения уточненных ЦП по всем ПКК с указанием приоритетности ЗВ (Таблица 45).

Таблица 42 – Значения сезонных ЦП по расчетным участкам (кратно ПДК_{рх})

Р У	Сезон	ЗВ																										
		NH ₄	NO ₃	NO ₂	Al	АСПАВ	БПК ₅	Fe	Cd	Ca	O ₂	Mg	Mn	Cu	Нфт	Ni	ХПК	Hg	Pb	SO ₄	Na+K	Mnp	Фнл	PO ₄	F	Cl	Cr	Zn
1	В	1	0	0	1	0	1	1	0	0	2	0	1	5	4	1	1	2	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
	Л-О	0	0	0	1	0	1	0	0	0	3	0	1	1	5	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	З	1	0	0	1	0	1	1	0	0	2	0	1	3	2	1	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
2	В	1	0	1	0	0	1	3	0	0	2	0	1	2	4	1	1	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0
	Л-О	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	0	1	1	4	1	1	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0
	З	0	0	0	0	0	2	1	0	0	3	0	1	1	5	1	1	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0
3	В	1	0	0	1	0	2	1	0	0	3	0	0	2	4	1	1	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
	Л-О	1	0	1	1	0	2	0	0	1	3	1	0	0	4	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0
	З	2	0	1	1	0	3	1	0	1	3	1	5	1	6	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
4	В	1	0	0	1	0	1	5	0	0	3	0	1	3	8	1	1	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0
	Л-О	0	0	0	1	0	1	1	0	0	2	0	1	2	9	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
	З	0	0	0	1	0	1	2	0	0	3	0	1	3	7	1	1	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0
5	В	1	0	0	0	0	1	2	0	0	2	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	1
	Л-О	1	0	0	0	0	1	1	0	0	2	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
	З	1	0	0	0	0	2	1	0	0	2	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	1
6	В	0	0	0	1	0	1	8	0	0	3	0	7	6	1	1	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	5
	Л-О	0	0	0	1	0	1	5	0	0	3	0	5	6	2	1	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	4
	З	0	0	0	1	0	1	4	0	0	4	0	7	5	1	1	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	2

Р у	Сезон	ЗВ																											
		NH ₄	NO ₃	NO ₂	Al	АСПАВ	БПК ₅	Fe	Cd	Ca	O ₂	Mg	Mn	Cu	Нфт	Ni	XПК	Hg	Pb	SO ₄	Na+K	Mnr	Фнл	PO ₄	F	Cl	Cr	Zn	
7	В	2	0	1	1	0	1	7	0	0	2	0	9	1	8	1	5	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	
	Л-О	2	0	1	1	0	2	10	0	0	2	0	6	2	8	1	5	0	0	1	0	0	3	1	0	0	0	0	
	З	2	0	1	1	0	2	2	0	1	2	1	8	2	9	1	3	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	
8	В	1	0	0	1	0	2	5	0	0	3	0	0	0	4	1	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0		
	Л-О	0	0	0	1	0	2	2	0	0	2	0	0	0	4	1	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0		
	З	0	0	0	1	0	2	1	0	0	2	0	4	0	5	1	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0		
10	В	2	0	0	1	0	1	10	1	0	1	0	1	1	7	1	3	1	1	0	0	0	3	0	1	0	1	1	
	Л-О	2	0	0	1	0	1	14	1	0	1	0	1	1	10	1	3	1	1	1	0	0	2	0	1	0	1	1	
	З	3	0	0	1	0	1	13	1	0	1	0	1	1	9	1	1	1	1	0	0	0	2	0	1	0	1	1	

Примечания:

	- значение ЦП определено по эталонным ПКК типа «а»;
	- значение ЦП определено по эталонным ПКК типа «б»;
	- значение ЦП определено по эталонным ПКК типа «в»;
	- значение ЦП определено по ПКК, выше которых имеются выпуски сточных вод (по причине отсутствия информации по эталонным ПКК);
	- значение ЦП установлено на уровне ПДК _{рх} по причине отсутствия информации по ПКК;

В - гидрологический сезон «весна»;

Л-О - гидрологический сезон «лето-осень»;

З - гидрологический сезон «зима»;

Нфт - нефтепродукты;

XПК - окисляемость бихроматная;

Mnr - сумма ионов;

Фнл - фенолы;

Fe и пр. - в соответствии с принятыми химическими обозначениями

Наименование ЗВ	Обь 1			Обь 2			Обь 3			Обь 4			Кеть		
	В	Л-О	З	В	Л-О	З	В	Л-О	З	В	Л-О	З	В	Л-О	З
Хром 6+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Цинк	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	8	4

Примечание:

- значение ЦП для СУ вычислено по значениям ЦП на границах РУ и СУ. Остальные обозначения те же (Таблица 42).

Таблица 44 – Значения сезонных ЦП для крупных озер в долях ПДК_{рх}

Озеро	Сезон	ЗВ																							
		Белое	В	0	0	0	0	1	2	1	0	2	1	4	6	2	3	1	1	1	1	0	1	0	0
Л-О	0		0	0	0	1	3	1	0	3	1	2	3	1	2	1	1	1	1	1	1	0	0	1	
З	0		0	3	0	1	1	1	0	3	1	4	4	1	2	1	1	2	1	1	2	0	0	1	
Большое	В	0	0	0	1	1	2	1	1	3	1	2	6	0	2	1	1	2	1	1	2	0	0	6	
	Л-О	0	0	0	1	1	1	1	1	3	1	1	4	1	2	1	1	2	1	1	0	0	0	4	
	З	0	0	0	1	1	1	1	1	3	1	2	5	1	1	1	1	2	1	1	2	0	0	1	
Большое Островное	В	2	0	1	1	2	2	1	0	2	1	1	1	10	8	1	1	1	1	1	5	0	0	1	
	Л-О	2	0	0	1	3	2	1	0	2	1	1	1	6	8	1	1	1	1	1	3	0	0	1	
	З	6	0	1	1	2	2	1	0	2	2	1	1	9	7	1	1	1	1	1	3	1	0	1	
	Л-О	2	0	0	0	1	0	0	0	2	6	1	0	5	1	0	0	7	6	4	2	0	4	0	
	З	2	0	0	0	0	0	0	0	1	10	1	2	6	1	0	0	10	9	6	1	0	7	0	
Телецкое	В	0	0	0	0	1	0	1	1	3	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	3	0	0	1	
	Л-О	0	0	0	0	1	0	1	1	2	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	2	0	0	1	
	З	0	0	0	0	1	0	1	1	2	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	3	0	0	1	
Учум	В	0	0	0	0	1	3	1	0	2	6	2	24	0	1	1	1	12	4	1	27	0	0	10	3
	Л-О	0	0	0	0	1	2	1	0	2	8	1	21	1	1	1	1	15	0	1	33	1	0	12	3
	З	0	0	0	0	1	2	1	0	3	9	2	14	1	1	1	1	17	1	1	37	2	0	14	3

Примечание: обозначения те же (Таблица 42).

Таблица 45 - Уточненные ЦП (годовые, кратно ПДК_{рх}) и приоритетные ЗВ по пунктам контроля качества воды

№	ВХУ (13.01...	РУ/СУ/Озеро	Al	Ca	Cd	Cl	Cr6+	Cu	Fe	Hg	Mg	Mn	NH4	NO3	NO2	Na+K	Ni	O2	Pb	PO4	SO4	Zn	АСПАВ	БПК	Мнр	Нфт	Фнл	ХПК
1	01.001	1			0			1	0			1	0	0	0		2		0	0			1	0	2	3	1	
2	01.001	оз. Телецкое		0	0			0	0			0	0	0	0		3		0	0			0	1	0	1	3	1
3	01.001	1			0			0	0			1	0	0	0		2		0	0				1	0	3	3	1
4	01.001	оз. Телецкое			0			0	0			0	0	0	0		3		0	0				1	0	1	3	1
5	01.001	оз. Телецкое			0			0	0			0	0	0	0		2		0	0				1	0	1	3	0
6	01.001	оз. Телецкое		0	0			0	0			0	0	0	0		2		0	0			0	1	0	1	3	1
7	01.002	1			0	0	3	1	0			1	0	0	0		2		0	0	0			1	0	2	3	1
8	01.002	1			0	0	3	1	0			1	0	0	0		2		0	0	0			1	0	2	3	1
9	01.003	1			0			0	0			1	0	0	0		2		0	0				1	0	3	2	1
10	01.003	1			0			3	1			0	0	0	0		2		0	0	0			1	0	3	3	1
11	01.003	1			0			1	0			1	0	0	0		2		0	0				1	0	3	3	1
12	01.003	1			0			1	0			1	0	0	0		2		0	0				1	0	2	3	1
13	01.003	1			0			3	1			1	0	0	0		2		0	0	0			1	0	2	3	1
14	01.003	1			0			1	0			1	0	0	0		2		0	0				1	0	2	3	1
15	02.002	2			0	0	1	2	0			0	0	0	0		3		0	0	0			1	0	5	2	1
16	02.002	2			0	0	1	2	0			0	0	0	0		3		0	0	0			1	0	5	2	1
17	02.002	2			0	0	1	2	0			0	0	0	0		3		0	0	0			1	0	5	2	1
18	02.002	2			0	0	1	2	0			0	0	0	0		3		0	0	0			1	0	5	2	1
19	02.003	Обь-1		0	0			1	0			1	0	1	0		2		0	0			0	1	0	2	2	1
20	02.003	3		0	0			1	0			1	0	1	0		3		0	0			0	2	0	4	1	1
21	02.003	2			0			2	0			0	0	0	0		3		0	0				1	0	5	2	1
22	02.003	2			0			2	0			0	0	0	0		3		0	0				1	0	5	2	1
23	02.003	2			0	0		2	0			0	0	0	0		3		0	0				1	0	5	2	1
24	02.004	4		0	0			2	0			1	0	0	0		3		1	0				1	0	8	2	1
25	02.004	4			0			3	2			1	0	0	0		3		1	0	0			1	0	8	2	1
26	02.004	4			0	0		2	0			1	0	0	0		3		1	0				1	0	7	2	1
27	02.005	Обь-1		0	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0	0		2	0	0	0	0	0	0	1	0	5	2	1
28	02.005	3			0	0	1	1	1			1	0	1	0		3		0	0	0			2	0	4	1	1
29-31	02.005	Обь-1		0	0	0	0	2	1	0	0	1	0	1	0		2	0	0	0	0	0	0	1	0	5	2	1
32	02.005	3			0			1	1		1	1	0	1	0		3		0	0	0			2	0	4	1	1
33	02.005	3			0			1	1		1	1	0	1	0		3		0	0	0			2	0	4	1	1
34	02.005	Обь-2			0	0	1	1	0			1	0	1	0		3		0	0	0			0	0	5	1	1

№	ВХУ (13.01...	РУ/СУ/Озеро	Al	Ca	Cd	Cl	Cr6+	Cu	Fe	Hg	Mg	Mn	NH4	NO3	NO2	Na+K	Ni	O2	Pb	PO4	SO4	Zn	АСПАВ	БПК	Мнр	Нфт	Фнл	ХПК
35	02.005	Обь-2				0	0	1	1		0		1	0	1	0		3		0	0	0		1	0	5	1	1
36	02.005	Обь-2				0	0	1	1		0		1	0	1	0		3		0	0	0		1	0	5	1	1
37	02.005	Обь-2				0	0	1	0		0		1	0	1	0		3		0	0	0		1	0	5	1	1
38	02.005	Обь-2				0	0	1	0		0		1	0	1	0		3		0	0	0		2	0	5	1	1
39	02.005	4				0		1	1		0		1	0	1	0		3		0	0	0		2	0	4	1	1
40	02.005	4				0	0	1	1		0		1	0	1	0		3		0	0	0		1	0	4	1	1
41	02.005	4				0	0	1	1		0		1	0	1	0		3		0	0	0		1	0	4	1	1
42	02.005	Обь-2				0	0	1	0		0		1	0	1	0		3		0	0	0		2	0	5	1	1
43	02.005	Обь-2		0	0	0	0	1	1	0	0		1	0	1	0		3	0	0	0	0	0	2	0	5	1	1
44	02.005	оз. Большое Островное		0		0			2		2		3	0	1	1		2		1	1			2	1	8	4	8
45	02.006	4				0	0	1	1		1	2	0	0	0	0		3		0	0	0		2	0	3	1	1
46	02.006	4				0	0	1	1		0	2	0	0	0	0		3		0	0	0		1	0	2	1	1
47	02.006	4				0	0	1	1		0	0	0	0	0	0		3		0	0	0		2	0	1	1	1
48	02.006	4				0	0	1	1		1	2	0	0	0	0		3		0	0	0		2	0	2	1	1
49*	02.006	4				0	0	1	1		1	2	0	0	0	0		3		0	0	0		2	0	2	1	1
50	02.006	4				0	0	1	1		1	2	1	0	1	0		3		0	0	0		2	0	3	1	1
51	02.006	4				0	0	1	1		0	2	1	0	1	0		3		0	0	0		2	0	3	1	1
52	02.006	4				0	0	1	1		0	2	1	0	1	0		3		0	0	0		2	0	3	1	1
53	02.006	4				0	0	1	1		1	2	1	0	1	0		3		0	0	0		2	0	3	1	1
54	02.006	4				0	0	1	1		1	2	1	0	1	0		3		0	0	0		2	0	4	1	1
55	02.006	4				0	0	1	1		1	2	1	0	1	0		3		0	0	0		2	0	3	1	1
56	02.006	4				0	0	1	1		0	2	0	0	0	0		3		0	0	0		1	0	3	1	1
57	02.006	4				0	0	1	0		0	2	1	0	1	0		3		0	0	0		2	0	4	1	1
58	02.007	Обь-3		0	0	0	0	1	1	0	0	3	1	0	1	0		2	0	0	0	0	0	2	0	6	2	1
59	02.007	4				0	0	0	1		0	1	0	0	0	0		3		0	0	0		2	0	4	2	1
60	02.007	4				0	0	0	1		0	1	0	0	0	0		3		0	0	0		2	0	4	3	1
61	02.007	4				0	0	0	1		0	1	0	0	0	0		3		0	0	0		2	0	4	2	1
62	02.007	4				0	0	1	1		0	2	1	0	1	0		3		0	0	0		2	0	4	1	1
63	02.007	7		0	0	0	0	2	1	0	0	7	2	0	1	0		2	0	0	1	0	0	2	0	8	2	1
64	02.007	8				0	0	0	1		0	1	0	0	0	0		2		0	0	0		2	0	4	3	1
65	02.007	8				0	0	0	1		0	1	0	0	0	0		3		0	0	0		2	0	4	3	1
66	02.007	8				0	0	0	1		0	1	0	0	0	0		3		0	0	0		2	0	4	3	1

№	ВХУ (13.01...	РУ/СУ/Озеро	Al	Ca	Cd	Cl	Cr6+	Cu	Fe	Hg	Mg	Mn	NH4	NO3	NO2	Na+K	Ni	O2	Pb	PO4	SO4	Zn	АСПАВ	БПК	Мнр	Нфт	Фнл	ХПК
67	02.007	Обь-3		0	0	0	0	1	1	0	0	3	1	0	1	0		2	0	0	0	0	0	2	0	6	2	1
68	02.007	Обь-3		0	0	0	0	1	1	0	0	3	1	0	1	0		2	0	0	0	0	0	2	0	6	2	1
69	02.007	Обь-3		0	0	0	0	1	1	0	0	3	1	0	1	0		2	0	0	0	0	0	2	0	6	2	1
70	02.007	8				0		0	1		0		0	0	0	0		3		0	0	0		2	0	4	2	1
71	02.007	7		0		0			3		0		2	0	1	0		2		0	1		0	1	0	8	2	4
72	03.001	5				0	0	0	1		0	0	1	0	0			2		0	0	0		1	0	1	1	1
73	03.001	5				0	0	0	1		0	0	1	0	0			2		0	0	0		1	0	2	4	1
74	03.001	5				0	0	0	1		0	0	1	0	0			2		0	0	0		1	0	2	3	1
75	03.001	5				0	0	0	1		0	0	1	0	0			2		0	0	0		1	0	2	4	1
76	03.002	5	0			0		0	1		0	0	0	0	0			3		0	0	0		1	0	2	2	1
77	03.002	5				0	0	0	1		0	0	1	0	0			2		0	0	0		1	0	2	2	1
78	03.002	5				0		0	1		0	0	1	0	0			2		0	0	0		1	0	1	4	1
79	03.002	5				0	0	0	1		0	0	1	0	0			2		0	0	0		1	0	2	4	1
80	03.002	5				0	0	0	1		0	0	1	0	0			2		0	0	0		1	0	2	3	1
81	03.002	5				0	0	0	1		0	0	1	0	0			2		0	0	0		1	0	2	3	1
82	03.002	5				0	0	0	1		0	0	1	0	0			2		0	0	0		1	0	2	3	1
83	03.002	5				0	0	0	1		0	0	1	0	0			2		0	0	0		1	0	2	4	1
84	03.002	5				0	0	0	1		0	0	1	0	0			2		0	0	0		1	0	2	3	1
85	03.002	5				0	0	0	1		0	0	1	0	0			2		0	0	0		1	0	2	4	1
86	03.002	5				0	0	0	1		0	0	1	0	0			2		0	0	0		1	0	2	3	1
87	03.002	5				0	0	0	1		0	0	1	0	0			2		0	0	0		1	0	2	4	1
88	03.002	5				0	0	0	1		0	0	1	0	0			2		0	0	0		1	0	2	4	1
89	03.003	5				0	0	0	1		0	0	1	0	0			2		0	0	0		1	0	2	4	1
90	03.003	5				0	0	0	1		0	0	1	0	0			2		0	0	0		1	0	2	4	1
91	03.003	5				0	0	0	1		0	0	1	0	0			2		0	0	0		1	0	2	4	1
92	03.003	5	0	0	0	0		0	1	0	0	0	0	0	0			2	0	0	0	0	0	1	0	2	4	1
93	03.003	5				0	0	0	1		0	0	1	0	0			2		0	0	0		1	0	2	4	1
94	03.003	5				0	0	0	1		0	0	0	0	0	0		2		0	0	0		1	0	2	4	1
95	03.003	5				0	0	0	1		0	0	1	0	0	0		2		0	0	0		1	0	2	4	1
96	03.004	5				0	0	0	1		0	0	0	0	0	0		2		0	0	0		1	0	2	4	1
97	03.004	5				0	0	0	1		0	0	0	0	0	0		2		0	0	0		1	0	2	4	1
98	03.004	5				0	0	0	1		0		1	0	0	0		2		0	0	0		1	0	2	2	1
99	03.004	5				0	0	0	1		0		1	0	0	0		2		0	0	0		1	0	2	1	1

№	ВХУ (13.01...	РУ/СУ/Озеро	Al	Ca	Cd	Cl	Cr6+	Cu	Fe	Hg	Mg	Mn	NH4	NO3	NO2	Na+K	Ni	O2	Pb	PO4	SO4	Zn	АСПАВ	БПК	Мнр	Нфт	Фнл	ХПК
100	03.004	9				0	0	0	2		0		0	0	0	0	2		0	0	0			2	0	4	2	1
101-103*	03.004	5				0	0	0	1		0		1	0	0	0	2		0	0	0			1	0	2	2	1
104	03.004	5				0			1		0		1	0	0	0	2		0	0				1	0	2	2	1
105	04.001	6	1			0		6	2		0	2	0	0	0		3		0	0	4			1	0	1	2	1
106	04.001	6	1			0		5	2		0	3	0	0	0		3		0	0	4			1	0	1	2	1
107	04.001	6	1			0		6	3		0	3	0	0	0		3		0	0	4			1	0	1	2	1
108	04.001	6				0		6	5		0	6	0	0	0		3		0	0	4			1	0	1	2	1
109	04.001	6				0		6	5		0	6	0	0	0		3		0	0	4			1	0	1	2	1
110	04.001	оз. Белое		0		0		4	2		1	3	0	0	1		3		0	1	1	0		1	1	1	1	2
111	04.001	6	1			0		6	5		0	6	0	0	0		3		0	0	3			1	0	1	2	1
112	04.001	6	1			0	0	6	5		0	4	0	0	0		3		0	0	2			1	0	1	2	1
113	04.001	6				0		6	5		0	6	0	0	0		3		0	0	3			1	0	1	2	1
114	04.001	6	1			0	0	6	5		0	5	0	0	0		3		0	0	2			1	0	1	2	1
115	04.001	6				0		6	5		0	6	0	0	0		3		0	0	3			1	0	1	2	1
116	04.001	оз. Большое				0		5	1		1	2	0	0	0		3		0	2	4			1	1	1	1	2
117	04.001	6				0		6	5		0	6	0	0	0		3		0	0	3			1	0	1	2	1
118	04.001	6				0		6	5		0	6	0	0	0		3		0	0	4			1	0	1	2	1
119	04.001	6				0		6	5		0	5	0	0	0		3		0	0	3			1	0	1	2	1
120	04.001	6	1			0	0	6	5		0	5	0	0	0		3		0	0	2			1	0	1	2	1
121	04.001	оз. Учум		0		12		19	2		8	2	0	0	0		3		0	150	3	0		1	33	1	1	
122	04.002	6	1			0	0	6	5		0	6	0	0	0		3		0	0	2			1	0	1	2	1
123	04.002	8	1			0		0	2		0	1	0	0	0		3		0	0	0			1	0	2	2	1
124	04.002	8				0		0	2		0	1	0	0	0		3		0	0	0			1	0	2	3	1
125	04.002	8				0			2		0		0	0	0	0	3		0	0				2	0	4	2	1
126	04.002	6		0	0	0		3	4	0	0		0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1
127	04.002	6				0	0	1	3		0	1	0	0	0	0	3		0	0	0			1	0	1	2	1
128	04.002	6				0	0	0	3		0	2	0	0	0	0	3		0	0	0			1	0	1	2	1
129	04.002	6				0	0	0	2		0	2	0	0	0	0	3		0	0	0			1	0	1	2	1
130	04.002	8				0			2		0		0	0	0	0	3		0	0				2	0	4	3	1
131	04.002	8				0			2		0		0	0	0	0	2		0	0				1	0	4	1	1
132	04.003	8				0	0	0	2		0	1	0	0	0	0	3		0	0	0			2	0	4	3	1
133	04.003	8				0	0	0	2		0	0	0	0	0	0	3		0	0	0			2	0	4	3	1
134	04.003	8				0	0	0	2		0	1	0	0	0	0	3		0	0	0			2	0	4	3	1

№	ВХУ (13.01...	РУ/СУ/Озеро	Al	Ca	Cd	Cl	Cr6+	Cu	Fe	Hg	Mg	Mn	NH4	NO3	NO2	Na+K	Ni	O2	Pb	PO4	SO4	Zn	АСПАВ	БПК	Мнр	Нфт	Фнл	ХПК
135	04.003	8				0			2		0		0	0	0	0		2		0	0			1	0	4	2	1
136	05.001	Обь-4		0		0	0		2		0		1	0	0	0		2		0	0		0	1	0	5	2	1
137	05.001	Обь-4		0		0	0		3		0		1	0	0	0		2		0	0		0	1	0	5	2	1
138	05.001	7		0		0			5		0		2	0	1	0		2		0	1		0	2	0	8	2	4
139	05.001	7				0			6		0		2	0	1	0		2		0	1		0	0	0	8	2	4
140	05.001	7		0		0			6		0		2	0	1	0		2		0	1		0	2	0	8	2	4
141	05.001	7		0		0			6		0		2	0	1	0		2		0	0		0	1	0	8	1	3
142	05.001	7		0		0			6		0		2	0	1	0		2		0	1		0	1	0	8	2	4
143	06.001	Кеть	3	0		0		5	22		0	24	0	0	0			2		0	0	5	0	1	0	2	4	3
144	06.001	Кеть		0		0			14		0		0	0	0	0		2		0	0		0	1	0	2	2	3
145	06.001	Кеть		0		0			6		0		2	0	1	0		2		0	0		0	2	0	8	2	4
146	07.001	7		0		0			6		0		2	0	1	0		3		0	1		0	1	0	8	2	4
147	07.001	7		0		0			6		0		2	0	1	0		3		0	1		0	1	0	8	2	4
148	08.001	7				0			6		0		2	0	1	0		2		0	1			1	0	8	2	4
149	08.001	7				0			6		0		2	0	1	0		2		0	1			1	0	8	2	4
150	08.001	7		0		0			6		0		2	0	0	0		2		0	0		0	2	0	8	0	3
151	09.001	10		0		0			8		0		2	0	0	0		1		0	0		0	1	0	6	0	1
152	09.001	Обь-6		0	0	0	0	3	6	0	0		1	0	0	0		2	0	0	0	0	0	1	0	8	2	2
153	09.001	Обь-6		0		0		11	14			14	2	0	0		0	2	1	0	0	1	0	1	0	1	2	2
154	09.001	Обь-6		0	1	0		5	14	1		14	1	0	0		1		1	0	0	1	0	1	0	1	1	1
155	10.001	Вах		0		0		12	18		0		1	0	1	0		2		0	0	2	0	1	0	6	3	3
156	10.001	Вах		0		0	0	12	16		0	10	1	0	0	0	0	2		0	0	2	0	0	0	6	2	2
157	10.001	Вах		0		0	0	10	13		0	10	1	0	0	0	0	2		0	0	1	0	1	0	3	3	3
158	11.001	Обь-7		0	1	0		4	17	1		14	1	0	0		0		1	0	0	1	0	1	0	1	1	2
159	11.001	Обь-7		0		0		14	16		0	14	2	0	0	0	0	2		0	0	1	0	1	0	7	2	3
160	11.001	Обь-7				0		14	17			14	2	0	0		0	2	1	0	0	1	0	1	0	4	2	1
161	11.001	Обь-7				0		14	17				2	0	0			2		0	0		0	1	0	3	1	1
162	11.001	Обь-7				0		14	17				2	0	0			2		0	0		0	1	0	4	1	1
163	11.001	11		0		0	0	16	17		0		1	0	0	0		2		0	0	2	1	1	0	2	1	3
164	11.001	11		0		0	0	15	10		0	9	1	0	0	0		2		0	0	2	0	1	0	1	1	3
165	11.001	Обь-7		0		0		12	13		0	10	2	0	0	0	0	2		0	0	1	0	1	0	7	2	3
166	11.002	11		0		0		4	12		0	11	0	0	0	0	0	2		0	0	2	0	1	0	2	1	3
167	11.001	9		0		0		19	18		0	17	4	0	0	0	0	2		1	0	3	1	1	0	10	3	4

№	ВХУ (13.01...)	РУ/СУ/Озеро	Al	Ca	Cd	Cl	Cr6+	Cu	Fe	Hg	Mg	Mn	NH4	NO3	NO2	Na+K	Ni	O2	Pb	PO4	SO4	Zn	АСПАВ	БПК	Мнр	Нфт	Фнл	ХПК
168	11.002	Обь-7		0		0		14	12		0	14	2	0	0	0	0	2		0	0	2	1	1	0	7	2	3
169	11.002	Обь-7		0		0		14	10		0	13	2	0	0	0	0	2		0	0	2	1	1	0	7	2	3
170	11.002	11		0		0	0	16	17		0		1	0	0	0		2		0	0	2	1	0	0	2	1	3

Примечания:

№ – номер ПКК (см. Приложение 2);

■ – так выделены номера ПКК, на которых не выявлено ни одного приоритетного ЗВ;

■ – так выделены ПКК, на которых выявлены ЗВ с приоритетом не выше 3, а также ЗВ с приоритетом 3 на ПКК;

■ – так выделены ПКК, на которых выявлены ЗВ с приоритетом не выше 2, а также ЗВ с приоритетом 2 на ПКК;

■ – так выделены ПКК, на которых выявлены ЗВ с приоритетом 1, а также ЗВ с приоритетом 1 на ПКК;

* – данные по ПКК объединены в один ряд (ПКК являются вертикалями на одном речном створе, или смежными створами со взаимодополняющей информацией).

Пустые ячейки свидетельствуют об отсутствии данных наблюдений за соответствующим ЗВ на ПКК, либо об отсутствии данных для установления ЦП.

