

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения
Российской академии наук

На правах рукописи

РЫБКИНА Ирина Дмитриевна

ВОДОРЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДОЛГОСРОЧНОГО
РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ
(НА ПРИМЕРЕ ОБЬ-ИРТЫШСКОГО БАССЕЙНА)

Специальность 25.00.36 – Геоэкология (науки о Земле)

Диссертация на соискание ученой степени
доктора географических наук

Барнаул
2020

Содержание

Введение.....	5
Глава 1. Методологические основы диссертационного исследования	16
1.1. Концепция водной безопасности и современные оценки водообеспеченности регионального развития	16
1.2. Понятие устойчивого регионального развития: триада экологии, экономики и социума	22
1.3. Использование принципов рационального природопользования в оценках водоресурсного обеспечения устойчивого регионального развития	27
1.3.1. Категория природообусловленности, значение наличия водных ресурсов при формировании и функционировании систем водопользования	30
1.3.2. Оценка антропогенной нагрузки в географии и гидрологии, принцип снижения антропогенных воздействий	31
1.3.3. Учет использования водных ресурсов и оценка эффективности водопользования	39
1.4. Территориальная организация природо- и водопользования в целях управления водными ресурсами регионов	44
Выводы по главе 1	51
Глава 2. Регионы Западной Сибири: объектно-методические особенности оценок водоресурсной обеспеченности в целях устойчивого развития.....	52
2.1. Природные факторы формирования водных ресурсов, физико- географическое районирование и бассейновый принцип.....	52
2.2. Анализ современной социально-экономической ситуации, особенностей природопользования и антропогенных нагрузок на водные ресурсы.....	61
2.3. Качество природных вод и уровень их антропогенного загрязнения	71
2.4. Методический подход и алгоритм оценки водоресурсной обеспеченности территорий	81

Выводы по главе 2.....	93
Глава 3. Природообусловленный характер водоресурсного обеспечения регионального развития.....	94
3.1. Анализ и оценка водно-ресурсного потенциала регионов: макрорегиональный, региональный и субрегиональный уровни исследования .	94
3.2. Оценка водообеспеченности регионов с учетом изменчивости водных ресурсов в разные периоды водности	112
3.3. Водообеспеченность бессточной области Обь-Иртышского междуречья .	119
3.4. Анализ водохозяйственной безопасности регионов по уровню потенциальной водообеспеченности территорий, населения и экономики	127
Выводы по главе 3	132
Глава 4. Антропогенная нагрузка и территориальная организация водопользования.....	133
4.1. Водохозяйственный комплекс регионов и территориальная организация водопользования.....	133
4.2. Анализ использования водных ресурсов и оценка степени их изъятия (прямые нагрузки).....	146
4.3. Оценка антропогенной нагрузки на водосборах речных бассейнов (косвенные и совокупные нагрузки)	150
4.4. Оценка эффективности использования водных ресурсов	156
Выводы по главе 4.....	165
Глава 5. Прогноз целевого использования водных ресурсов в регионах на период 2020-2035 гг.	166
5.1. Целевые показатели социально-экономического развития регионов на примере бассейна Верхней Оби.....	166
5.2. Прогноз использования водных ресурсов в хозяйственно-питьевых, производственных и иных целях	170

5.3. Оценка водообеспеченности и прогноз водопотребления в Омской области	178
5.4. Сценарии водообеспечения и управление водными ресурсами в целях устойчивого социально-экономического развития регионов.....	186
Выводы по главе 5.....	195
Заключение	196
Список литературы	202
Приложения	232
Приложение 1. Водные ресурсы и характеристики их использования по ландшафтным провинциям Западной Сибири	233
Приложение 2. Численность населения по ландшафтным провинциям Западной Сибири	238
Приложение 3. Характеристики совокупной антропогенной нагрузки на водосборах рек Оби Иртыша в границах водохозяйственных участков.....	240
Приложение 4. Исходная водохозяйственная информация для выделения региональных систем водопользования в бассейне Верхней Оби.....	243
Приложение 5. Промежуточные результаты расчета перспективного водопотребления в регионах Верхней Оби	246

Введение

Актуальность темы исследования. Современное состояние проблем управления водными ресурсами и водохозяйственной отраслью в России, на наш взгляд, характеризуется определенным застоем или стагнацией происходящих процессов. Последствия этого проявляются, прежде всего, в ухудшении водохозяйственной и водно-экологической ситуаций в регионах, которое сопровождается формированием локальных вододефицитов, повышением антропогенной нагрузки на водные объекты и их водосборные территории, несоблюдением норм водоподготовки питьевых вод и требований очистки сточных вод при их сбросе в поверхностные водные объекты, вынужденной заменой водопроводной воды бутилированной для использования в питьевых целях, ростом износа водопроводных сетей, отказом от централизованного водоснабжения в сельской местности и другими инфраструктурными проблемами.

Вопросы обеспечения населения и экономики водными ресурсами гарантированного качества, их теоретико-методологическое обоснование поставлены перед научным сообществом правительством страны в Водной стратегии Российской Федерации и ФЦП «Развитие водохозяйственного комплекса РФ на период до 2030 года», нацпроекте «Экология» (федеральный проект «Чистая вода»), стратегических и программных документах регионов. Решение этих задач в долгосрочной перспективе осложняется многолетней и внутригодовой изменчивостью водных ресурсов, несоответствием природных вод питьевому качеству, нарастающей интенсивностью антропогенных воздействий, территориальным несовпадением распределения ресурса и потребителя. Тенденции сжатия социально-экономического пространства, обсуждаемые экспертным сообществом (XXVII ежегодная сессия экономико-географической секции МАРС, 2010; 54th Congress ERSА, 2014), усугубляют водохозяйственную и водно-экологическую ситуации территорий, а сложившиеся проблемы водообеспечения уже в ближайшее время

могут стать сдерживающим фактором в развитии отдельных субъектов федерации (Демин, 2011).

Применяемые в современной водохозяйственной практике подходы и методы, например, комплексного использования и охраны водных объектов, не дают ожидаемого положительного результата. Широко распространенные – проблемный и программно-целевой подходы – признаны фрагментированными и малоэффективными для решения данных проблем. Недостаточность использования только методов гидрологического прогнозирования подтверждена временем. Их точность и перспективность подверглась сомнению в связи с недавними чрезвычайными ситуациями в Крымске, предгорьях Алтая, бассейне Амура. Очевидно, что возрастающие проблемы водопользования требуют иных подходов к их оценке и решению.

В качестве нового подхода мировая наука предлагает методологию интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР), в рамках которой разработаны критерии оценки водообеспечения регионов (Falkenmark et al., 1989, 2019), и которая в свете Концепции устойчивого развития позволяет более эффективно решать проблемы рационального водопользования. Преимуществом ИУВР является возможность интегрированного, включенного в систему принятия решения, рассмотрения вопросов дефицита или нехватки вод питьевого качества, других водохозяйственных проблем на равных условиях с проблемами охраны и восстановления водных ресурсов, экологической реабилитации водных объектов (GWP, 2000; WWDR, 2012-2019).

В целях водоресурсного обеспечения долгосрочного социально-экономического развития России и ее регионов предлагается использовать методологии ИУВР и устойчивого развития в рамках ландшафтно-бассейнового подхода с учетом ключевых принципов рационального природопользования, в том числе использования водных ресурсов. Это позволит дифференцировать водохозяйственные проблемы регионов в зависимости от природно-экологических и социально-экономических условий, что в дальнейшем приведет к внедрению на практике механизмов целевого использования водных объектов в зависимости от

их значимости с учетом оценок водно-экологического состояния, уровня антропогенных нагрузок, а также других важных характеристик местоположения источников хозяйственно-питьевого водоснабжения с обязательным определением регламента экономической деятельности на водосборах.

Степень разработанности темы исследования. Оценка состояния водных ресурсов, их качества и рационального использования, устойчивого развития регионов во второй половине XX в. – начале XXI в. является одной из самых актуальных тем международных научно-практических конференций (Мардель-Плата, 1977; Дублин, 1992; Рио, 1992; Гаага, 2000; Бонн, 2001, Мехико, 2006; Стамбул, 2009; Марсель, 2012; Тэгу-Кёнгбукэ, 2015 и др.). За последние годы по этой проблематике вышла серия докладов под эгидой ООН. Начиная с 2000-х гг., UN-Water (Программа оценки водных ресурсов ЮНЕСКО) готовит доклады об освоении водных ресурсов мира (The United Nations World Water Development Report (WWDR)). Такое пристальное внимание научной общественности к проблемам использования и доступности водных ресурсов, прежде всего, питьевого качества не могло не сказаться на степени разработанности указанной тематики.

Усилиями ведущих научно-исследовательских учреждений (World Resources Institute, Stockholm International Water Institute, Государственный гидрологический институт, Институт водных проблем РАН, Институт географии РАН и др.) получены достоверные результаты высокого уровня. К настоящему времени признано, что кризис водных ресурсов – это, в первую очередь, кризис управления, вода имеет решающее значение для благосостояния людей, является важным ресурсом экономической деятельности стран (WWDR-2012). В оценках водообеспеченности населения и экономики уже традиционно используются критерий Фалькенмарк (Falkenmark et al., 1989), индекс устойчивости (Raskin et al., 1997), показатель водного стресса (Entekhabi et al., 1999; Данилов-Данильян, Лосев, 2006), коэффициенты изъятия водных ресурсов и разбавления сточных вод (Шикломанов и др., 2011 и др.). Среди полученных достоверных результатов – сравнительные оценки современной и перспективной водообеспеченности стран мира и территорий России (Раткович, 2003; Максаковский, 2008; Шикломанов и

др., 2011; Джамалов, Фролова и др., 2012; Демин, 2012; Данилов-Данильян и др., 2013; Безруков и др., 2014; Коронкевич и др., 2014; Георгиади, Кашутина, 2016). Региональному уровню исследований устойчивого водопользования России в последние годы посвящены многочисленные работы отечественных авторов (Корытный, 2001; Лукашевич, 2005; Данилов-Данильян, Хранович, 2010; Винокуров, Краснаярова, 2011; Заносова, 2011; Духовный и др., 2014; Парфенова, Осипова, 2015; Сдасюк, 2015; Стоящева, 2018; Рыбкина, Сивохип, 2019 и др.).

В основу оценок водообеспеченности территорий положены: накопленный обширный банк наблюденных гидрологических данных, принципиальные подходы к изучению многолетней и внутригодовой изменчивости режима водных объектов, ретроспективный и перспективный анализ использования водных ресурсов и антропогенных воздействий на них, прогноз потребления свежей воды и учет доли безвозвратного водопотребления. Вместе с тем, дальнейшее развитие исследований данной тематики требует повышения корректности проводимых оценок на региональном уровне. Для этого нами предлагается использовать более подробные сведения о природной дифференциации территорий (например, полученные ранее материалы физико-географического районирования зонально-провинциального уровня); продолжить работы по обобщению накопленных гидролого-климатических и водохозяйственных данных (в частности, детализировать расчеты водоемкости валового регионального продукта); применять информационные технологии, позволяющие устранить трудности совмещения ландшафтных, административно-территориальных и водохозяйственных границ, а также разнородность анализируемой информации; разработать рекомендации по повышению доступности вод питьевого качества. Этим аспектам водообеспечения населения и экономики посвящено настоящее исследование.

Целью диссертационного исследования является разработка теоретико-методологического подхода к оценке водно-ресурсного потенциала долгосрочного развития регионов Западной Сибири для обеспечения рационального использования водных ресурсов Обь-Иртышского бассейна.

При достижении указанной цели были решены следующие ***задачи***:

1. Анализ и обобщение концептуальных подходов и принципов оценок водообеспеченности стран и регионов мира. Разработка собственной методологии исследования в целях оценки водно-ресурсного потенциала территорий Западной Сибири.

2. Разработка алгоритма оценки водоресурсного обеспечения долгосрочного регионального развития и его применение для регионов Западной Сибири в соответствии с пространственно-таксономическими уровнями географических и геоэкологических исследований.

3. Анализ и оценка природных и антропогенных факторов при формировании и функционировании региональных систем водопользования, характеристика их особенностей в зависимости от ландшафтно-бассейновой иерархии исследуемых территорий, административно-территориального деления и водохозяйственного районирования.

4. Пространственный анализ водопотребления и оценка эффективности использования водных ресурсов, расчет водоемкости валового регионального продукта и прогноз водообеспеченности территорий с учетом сложившейся динамики водопользования в регионах.

5. Разработка предложений и рекомендаций для стратегий развития регионов в целях рационального использования и управления водными ресурсами, урегулирования водохозяйственных проблем.

Объектами исследования являются регионы Западной Сибири и Обь-Иртышского бассейна и их системы водопользования как исторически сложившиеся формы использования водных ресурсов, нашедшие отражение в особенностях территориальной структуры водопользования, обусловленные зонально-провинциальными различиями, уровнем и характером социально-экономического развития регионов, общностью культурных и национально-этнических условий проживания населения. **Предмет исследования** – водно-ресурсный потенциал регионов и их водообеспеченность как факторы долгосрочного развития с признанием равной важности воды в аспекте триады экологии (как основы жизни на

Земле), экономики (как ресурса хозяйственной деятельности) и социума (как важного условия поддержания общественного здоровья).

Научная новизна. Впервые исследование состояния водных ресурсов и региональных систем водопользования Западной Сибири проведено в рамках сочетанного использования концепции устойчивого развития территорий, методологий ИУВР и ландшафтно-бассейновой организации территорий. Предложен теоретико-методологический подход и алгоритм оценки водообеспеченности территорий в соответствии с пространственно-таксономическими уровнями проведения географических и геоэкологических исследований регионов. Представлена иерархия региональных систем водопользования, выполнена пофакторная оценка условий их формирования, доказана природообусловленность и антропогенная детерминация их развития. Осуществлен прогноз перспективного водопотребления в регионах Верхней Оби с применением показателей эффективности использования водных ресурсов и с учетом зонально-провинциального деления территорий. Представлена оценка перспективной водообеспеченности регионов Верхней Оби, выполненная на основе показателей современного водопользования (водного стресса, коэффициента изъятия водных ресурсов, водоемкости произведенной продукции, степени доступности водных ресурсов питьевого качества, объемов целевого использования и др.).

Теоретическая и практическая значимость. Доказана возможность использования ландшафтно-бассейнового подхода в целях детализации региональных оценок водообеспеченности территорий. Выявлены тенденции развития региональных систем водопользования Западной Сибири и Обь-Иртышского бассейна за 1995-2017 гг. Получены принципиально новые современные и перспективные оценки водообеспеченности населения регионов, осуществлен анализ использования водных ресурсов в границах ландшафтно-бассейновой иерархии территорий, выполнен прогноз основных видов целевого водопотребления. Разработаны сценарии водообеспечения территорий на примере регионов Верхней Оби на средне- и долгосрочный период развития. Полученные результаты использованы при разработке СКИОВО р. Обь, в целях научного обоснования функционирования

ния водохозяйственного комплекса Обь-Иртышского бассейна, а также могут быть применены при разработке документов стратегического планирования регионов Верхней Оби.

Методология и методы исследования. Среди подходов и методов, предлагаемых к решению поставленных задач, в качестве основных использованы: ландшафтно-бассейновый подход, концепция устойчивого развития, методология интегрированного управления водными ресурсами, современные методики оценки водообеспеченности населения и экономики вододефицитных территорий (реальная водообеспеченность), способы и приемы определения антропогенных нагрузок на водные объекты и их водосборные территории (прямые и косвенные воздействия), картографическое моделирование и ГИС-технологии, а также широко применяемые в научных исследованиях статистический и системный анализ.

Положения, выносимые на защиту:

1. Оценка водно-ресурсного потенциала Западной Сибири выполняется по следующей структурно-логической схеме: природообусловленность систем водопользования, их детерминированность действием антропогенных факторов, эффективность использования водных ресурсов, перспективное водопотребление и водообеспеченность, территориальная организация и управление водопользованием.

2. Водные ресурсы Западной Сибири являются стратегическим резервом развития страны, их пространственно-временная дифференциация, обусловленная совокупным проявлением зональных и аazonальных условий формирования водно-ресурсного потенциала, выступает определяющим фактором социально-экономического развития регионов.

3. Современные системы водопользования в регионах имеют природообусловленный характер формирования, существенно детерминированный действием антропогенных факторов; особенностью их функционирования является территориальное несоответствие водно-ресурсного потенциала потребностям населения и экономики.

4. Эффективность использования водных ресурсов Западной Сибири и Обь-Иртышского бассейна характеризуется сравнительно низким уровнем; при этом решающее значение в оценках имеет отраслевая специализация экономик регионов.

5. Перспективное водопотребление в регионах определяется, в первую очередь, изменением водоемкости валового регионального продукта, энергетических и добывающих отраслей и лишь затем инфраструктурной и демографической составляющей развития; важным условием прогноза является учет величины экологического стока.

Степень достоверности и апробация результатов. Исходные материалы получены в ходе работ автора по темам госбюджетных НИР Института водных и экологических проблем СО РАН. С 2007 по 2018 гг. автор являлся ответственным исполнителем блока проектов «Разработка научных основ, выявление предпосылок и экологических ограничений регионального природопользования с учетом ландшафтной дифференциации территорий Сибири» (науч. рук. д.б.н., проф. А.В. Пузанов, д.г.н., проф. Б.А. Красноярова), «Формирование, трансформация и использование водных ресурсов, разработка научных основ их охраны и управления на базе бассейнового подхода (с учетом природных, антропогенных факторов и особенностей природопользования)» (науч. рук. д.г.н., проф. Ю.И. Винокуров, д.б.н., проф. А.В. Пузанов); «Пространственно-временная организация природных и природно-хозяйственных систем в водосборных бассейнах: стратегия водопользования и обеспечения гидроэкологической безопасности Сибири» (науч. рук. д.г.н., проф. Ю.И. Винокуров); «Изучение гидрологических и гидрофизических процессов в водных объектах и на водосборах Сибири и их математическое моделирование для стратегии водопользования и охраны водных ресурсов» (науч. рук. д.т.н. А.Т. Зиновьев). В годы подготовки диссертационного исследования автор руководил грантами РГНФ № 07-02-00057а «Оценка демографической емкости регионов Сибири в условиях дестабилизации их производственной структуры» и № 13-42-93002 «Концепция качества жизни в геоэкологическом пространстве Сибири», являлся исполнителем грантов РФФИ № 08-02-60202 а/Т «Развитие кла-

стерной модели природопользования в особых экономических зонах (на примере рекреационно-аграрного освоения Алтайского края)», № 09-05-00920 «Гидроэкологический анализ бассейна Оби для организации безопасного водопользования», № 12-05-11508-д_с «Проблемы водообеспечения в регионах Обь-Иртышского бассейна: вымысел или реальность?», № 13-05-98003 р_сибирь_a «Геоэкологические аспекты эффективного энергообеспечения удаленных территорий на основе использования возобновляемых источников энергии (на примере развития малой гидроэнергетики в Алтайском крае)», участвовал в выполнении интеграционных проектов ОНЗ РАН и СО РАН «Трансграничные территории Азиатской части России и сопредельных государств: геоэкологические и геополитические проблемы и предпосылки устойчивого развития», «Предпосылки, проблемы и геоинформационная основа формирования структур устойчивого природопользования в трансграничных регионах Азиатской России и сопредельных стран», «Процессы интеграции и трансформации трансграничных геосистем Большого Алтая», «Экологические риски в трансграничных бассейнах рек: проблемы межгосударственного и межрегионального сотрудничества». Как основной исполнитель разделов автор принимал участие в крупных государственных контрактах ИВЭП СО РАН, в том числе выполняемых по заказу Верхне- и Нижне-Обского БВУ: «Исследование современного состояния и научное обоснование методов и средств обеспечения устойчивого функционирования водохозяйственного комплекса в бассейнах рек Оби и Иртыша», «Проект Схемы комплексного использования и охраны водных объектов (СКИОВО) бассейна реки Обь». Автор имеет опыт работ по проектированию и установлению границ водоохранных зон и прибрежных защитных полос; по разработке схем территориального планирования муниципальных образований; по созданию, расширению и изменению границ особо охраняемых природных территорий.

Материалы диссертации прошли апробацию более чем на 40 международных и всероссийских конференциях, среди которых следует отметить: XIII и XIV научное совещание географов Сибири и Дальнего Востока (Иркутск, 2007, 2011); II Санкт-Петербургский экологический форум (Санкт-Петербург, 2008); Эконо-

мика. Сервис. Туризм. Культура (Барнаул, 2008, 2009, 2010); Гуманитарные ресурсы регионального развития (на примере естественно-природного и культурного наследия) (Москва, 2009); Питьевые воды Сибири (Барнаул, 2010, 2011, 2014); Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов (Барнаул, 2010; Москва, 2015); Устойчивость водных объектов, водосборных и прибрежных территорий; риски их использования (Калининград, 2011); Third Global Conference on Economic Geography «Space, Economy and Environment» (COEX, Seoul, Korea, 2011); Природные условия, история и культура Западной Монголии и сопредельных регионов (Ховд, Монголия, 2011, 2015); Историческая география Азиатской России (Иркутск, 2011); ИнтерКарто/ИнтерГИС 17: Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт (Барнаул, 2011); Современные проблемы общественной географии (Москва, 2011); Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии (Барнаул, 2012, 2014, 2017); XII симпозиум «Чистая вода России» (Екатеринбург, 2013); Социально-экономическая география в XXI веке: вызовы и возможные ответы (Москва, 2013); Обработка пространственных данных и дистанционный мониторинг природной среды и масштабных антропогенных процессов (DPRS'2013) (Новосибирск, 2013, 2015); Биоразнообразие, проблемы экологии Горного Алтая и сопредельных регионов (Горно-Алтайск, 2013; 2016); Эволюция регионов России и стратегии их социокультурной модернизации (Вологда, 2013); Трансформация социально-экономического пространства Евразии в постсоветское время (Барнаул, 2014); ERSA 54th Congress «Cities & Regions: Smart, Sustainable, Inclusive?» (Санкт-Петербург, 2014); Гео- и экосистемы трансграничных речных бассейнов на востоке России (Новосибирск, 2014); Экологические аспекты природопользования в Алтае-Саянском регионе (Барнаул, 2014); Алтай – Гималаи: традиционные знания и инновации в развитии горных и предгорных регионов Евразии (Барнаул, 2015); Water resources of Central Asia and their use (Almaty, 2016); Водный форум БРИКС (Москва, 2016); ИнтерКарто/ИнтерГИС 22. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий в условиях глобальных изменений климата (Москва, 2016); Пространственный анализ социально-экономических систем: история и современность (Новосибирск, 2017);

Экологический риск (Иркутск, 2017); Рациональное использование и охрана водных ресурсов (Барнаул, 2017); Practical Geography and XXI Century Challenges (Москва, 2018); Староосвоенные районы: генезис, исторические судьбы, современные тренды развития (Тверь, 2018)); Географические основы и экологические принципы региональной политики природопользования (Иркутск, 2019) и др.

Личный вклад автора состоит в постановке цели и задач исследования, формулировке основных научных положений, выносимых на защиту, разработке теоретико-методологического подхода и алгоритма оценки водообеспеченности территорий, анализе и теоретическом обобщении полученных результатов, формулировках выводов и направлений дальнейших исследований, подготовке научных отчетов и публикаций в рецензируемых научных изданиях.

Публикации. Автором опубликовано более 170 научных работ, из них непосредственно по теме диссертационного исследования – 120, в том числе 7 коллективных и 1 авторская монографии, 33 статьи в рецензируемых журналах, рекомендуемых ВАК (5 – в изданиях, индексируемых Web of Science и Scopus).

Структура работы. Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения и списка литературы из 300 наименований, в том числе 23 источника на иностранном языке. Общий объем работы составляет 249 страниц текста, включая 62 рисунка, 25 таблиц, 5 приложений.

Автор выражает благодарность доктору биологических наук, профессору А.В. Пузанову, доктору географических наук, профессору Ю.И. Винокурову, доктору биологических наук, доценту Безматерных Д.М., доктору технических наук А.Т. Зиновьеву, доктору географических наук, профессору Б.А. Краснояровой, доктору географических наук, доценту Черных Д.В., кандидатам географических наук Н.В. Стоящевой и Н.Ю. Курепиной, а также В.Ф. Резникову, М.С. Губареву и другим сотрудниками лаборатории водных ресурсов и водопользования за конструктивную критику, полезные замечания и помощь в работе.

Глава 1. Методологические основы диссертационного исследования

1.1. Концепция водной безопасности и современные оценки водообеспеченности регионального развития

Концепция водной безопасности России имеет сравнительно сжатое и формализованное представление в Водной стратегии РФ (2009), которая является основным государственным документом в области водных отношений и водной политики страны. Стратегия констатирует современное состояние в сфере использования водных ресурсов Российской Федерации и намечает комплексное решение проблем водопользования, основными из которых признаются нерациональное использование водных ресурсов, наличие в отдельных регионах вододефицита, несоответствие качества питьевой воды, потребляемой значительной частью населения, гигиеническим нормативам, а также ограниченный уровень доступа населения к централизованным системам водоснабжения.

Как отмечают В.И. Данилов-Данильян и А.Н. Гельфан (2015), проблемы водной безопасности стран и регионов включают в себя три источника угроз: вододефицит и антропогенная нагрузка на водные ресурсы; катастрофические наводнения и паводки; неудовлетворительное обеспечение населения питьевой водой и другими услугами. О разрушительных наводнениях и паводках известно многим, они случаются ежегодно и широко освещаются в средствах массовой информации¹. Неудовлетворительное обеспечение гарантированного качества питьевых вод в сочетании с высоким износом сооружений водоподготовки, магистральных и разводящих сетей признано в Российской Федерации как наиболее актуальная проблема функционирования водохозяйственных комплексов регионов. И те, и другие проблемы достаточно эффективно решаются программными методами, как на государственном, так и региональном уровнях. А вот то, что

¹ Автор также имеет опыт оценки ущерба населению и объектам экономики от негативного воздействия природных вод на примере бассейнов рр. Камы, Енисея, Оби и Лены (Рыбкина, Хабидов, 2012; Рыбкина и др., 2016). Однако эта часть исследований лежит вне предмета (оценка водно-ресурсного потенциала и водообеспеченности территорий) диссертации.

России грозит нехватка пресных вод, пока воспринимается маловероятным. Общеизвестно (например, по данным FAO-AQUASTAT database, accessed in March 2013, Российская Федерация имеет общие возобновляемые водные ресурсы в количестве 4508 км³ (<http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm>)), что страна богата водными ресурсами и вододефицит может угрожать лишь небольшой части ее территорий. По мнению экспертов, такая близорукая точка зрения может в долгосрочной перспективе привести к чрезвычайно сложным водохозяйственным ситуациям.

В связи с этим, в последние годы в научной литературе широко обсуждается проблема современной и перспективной оценки водных ресурсов и водообеспеченности территорий России, в том числе в сравнении с другими странами мира (Раткович, 2003; Максаковский, 2008, 2009; Шикломанов, Бабкин, Балонишникова, 2011; Джамалов, Фролова и др., 2012; Данилов-Данильян и др., 2013; Безруков и др., 2014; Коронкевич и др., 2014; Георгиади, Кашутина, 2016). Анализ этих работ показывает, что изобилие водных ресурсов России величина весьма условная.

Современные оценки водных ресурсов России, выполненные на основе данных М.И. Львовича (Мировой водный..., 1974) и расчетов ГГИ за периоды 1930-2005 гг. (Шикломанов, Бабкин, Балонишникова, 2011) и 1936-2012 гг. (Георгиевский, Коронкевич, Алексеевский, 2013), свидетельствуют, что среднемноголетние возобновляемые водные ресурсы России составляют соответственно 4324 или 4344 км³/год, из которых 95 % сформированы на территории страны и представляют местный сток, а остальная часть – это приток с сопредельных территорий.

Россия занимает второе место в мире после Бразилии по общему объему ресурсов полного речного стока (Максаковский, 2008). Обеспеченность населения РФ ресурсами полного речного стока в 2,2 раза превышает среднюю обеспеченность стран «большой восьмерки» и почти в 5 раз – обеспеченность стран мира в целом. Несмотря на это, удельная обеспеченность территории России соответственно в 1,2 и почти в 1,4 раза ниже. Еще ниже удельная обеспеченность ресурсами подземного стока: почти в 1,4 раза по сравнению со странами «большой восьмерки» и в 1,8 раза мира в целом, хотя в расчете на душу населения обеспе-

ченность РФ остается более высокой, чем в других странах мира (Коронкевич и др., 2014).

По удельной потенциальной водообеспеченности на человека Россия (29,8 тыс. м³/год суммарными водными ресурсами и 28,4 тыс. м³/год ресурсами местного стока (Шикломанов, Бабкин, Балонишникова, 2011)) уступает, например, отдельным странам экваториальных и тропических, а также северных широт, в том числе Суринам, Конго, Гайана, Бразилия, Канада, Новая Зеландия и др. Однако эта величина превышает аналогичный показатель Китая и Индии почти в 15 раз. Так что высокая водообеспеченность населения РФ связана, прежде всего, с ее большой территорией и малой заселенностью столь обширных пространств.

Территориальная неравномерность распределения водных ресурсов в России усиливается сезонной или внутригодовой динамикой речного стока. По данным (Шикломанов, Бабкин, Балонишникова, 2011; Данилов-Данильян и др., 2013), от 60 % до 70 % речного стока РФ приходится на весеннее половодье. При этом регулирование речного стока путем создания водохранилищ позволяет существенно накапливать водные ресурсы, а также перекрывать возможные сезонные пики водопотребления, нивелируя вододефицит, сформированный за счет неравномерности внутригодового распределения речных вод. Так, Россия выгодно отличается по количеству и объему созданных водохранилищ на своей территории, полный и полезный объем которых составляет соответственно 790 и 324 км³ (Шикломанов, Бабкин, Балонишникова, 2011). Однако по возможностям и эффективности регулирования водных ресурсов, как считают эксперты, Россия находится на уровне Китая и Индии и значительно отстает от США и Канады. Отношение полезного объема водохранилищ к водным ресурсам этих стран (Индии и Китая) не превышает 8-10 %, в то время как в США и Канаде достигает 17 % и 23 % соответственно (Шикломанов, Бабкин, Балонишникова, 2011).

Оценка водообеспеченности федеральных округов и субъектов федерации позволяет продемонстрировать ситуацию внутри страны. Низкой удельной водообеспеченностью характеризуются Центральный и Северо-Кавказский федеральные округа (соответственно 3,29 и 2,92 тыс. м³/год на человека), наивысшие зна-

чения этого показателя – в Дальневосточном округе (294 тыс. м³/год на человека). 23 субъекта федерации имеют низкую водообеспеченность – менее 5 тыс. м³/год на человека, из них пять (республики Башкортостан и Ингушетия, Белгородская, Курская и Оренбургская области) – очень низкую, то есть от 1 до 2 тыс. м³/год на человека, а еще шесть (Республика Калмыкия, Ставропольский край, Курганская, Московская и Челябинская области, г. Москва) – катастрофически низкую, то есть менее 1 тыс. м³/год на человека (Данилов-Данильян и др., 2013).

Оценка водных ресурсов и водообеспеченности невозможна без учета ее изменчивости под действием природно-климатических факторов. Исследования, проведенные в ГГИ, показывают, что в последние десятилетия наметилась тенденция некоторого увеличения суммарных водных ресурсов РФ (Шикломанов, Бабкин, Балонишникова, 2011). Сравнение величин местных водных ресурсов за два многолетних периода (1939-1984 гг. и 1985-2005 гг.) показывает их увеличение в целом для России приблизительно на 5 %, причем это увеличение, хотя и в разной степени, имеет место во всех федеральных округах (табл. 1.2.1).

Таблица 1.2.1.

Водные ресурсы России (местные) по федеральным округам (Шикломанов, Бабкин, Балонишникова, 2011)

Федеральный округ	Местные водные ресурсы, км ³ /год		Изменение местных водных ресурсов	
	1936-1984 гг.	1985-2005 гг.	км ³ /год	%
Центральный	105	113	8	8
Северо-Западный	546	581	35	6
Южный	51,1	58,9	7,8	15
Приволжский	166	199	33	20
Уральский	372	420	48	13
Сибирский	1230	1293	63	5
Дальневосточный	1558	1576	18	1
Российская Федерация	4028	4241	213	5

За последние десятилетия также произошло значительное увеличение прогнозных ресурсов и эксплуатационных запасов подземных вод. Так, по данным, приведенным в 1987 г. (Водные ресурсы, 1987), на 01.01.1983 г. потенциальные

подземные водные ресурсы России (РСФСР) составляли 175,0 км³/год, а утвержденные эксплуатационные запасы – 17,9 км³/год. По данным на 01.01.2015 г. (Ресурсы поверхностных..., 2015) эти величины соответственно составляют 317,2 и 31,4 км³/год, то есть имеет место увеличение их объемов практически в 2 раза.

Анализ данных многолетних наблюдений гидрологической сети позволил выявить заметную тенденцию увеличения годового стока за рассматриваемый период в большинстве крупнейших речных бассейнов нашей страны. Как показали исследования российских и зарубежных ученых (Шикломанов, Георгиевский, 2008; Peterson, Holmes, Mc.Clelland et al., 2002), суммарный сток шести российских рек, впадающих в Северный Ледовитый океан (Енисей, Лена, Обь, Колыма, Печора, Северная Двина) с начала наблюдений (1936 г.) по настоящее время увеличился почти на 140 км³/год или на 8 %. Эта тенденция имеет хорошую прямую корреляцию с повышением глобальной температуры воздуха (Шикломанов, Бабкин, Балонишникова, 2011). В последние десятилетия, не смотря на маловодный период, выше нормы был сток Волги (по сравнению с другими такими же по водности периодами), а в бассейнах Дона, Верхней Оби и Иртыша отмечалось снижение водности рек (Георгиевский, Коронкевич, Алексеевский, 2013).

Следует подчеркнуть, многими авторами признается, что потенциальная водообеспеченность, рассчитанная по среднемноголетним данным ресурсов речного и подземного стока, дает лишь общее представление о территориальном распределении водных ресурсов и не может являться основой водохозяйственных расчетов, поэтому чаще используется для макрорегиональных оценок водно-ресурсного потенциала, при сравнении водообеспеченности стран и континентов, может быть применима в целях сравнительного анализа водообеспеченности экономических районов или таких обширных территорий, как федеральные округа России.

Для более детальной оценки предлагается использовать показатель реальной водообеспеченности (Максаковский, 2008; Водные ресурсы..., 2008), который определяется как разность возобновляемых водных ресурсов за трехлетний маловодный период и объемов безвозвратного водопотребления. Этот показатель поз-

воляет учесть не только природно-климатическую изменчивость возобновляемых речных вод, но и антропогенную составляющую водно-ресурсного потенциала территорий. Например, коллективом ГГИ произведен расчет реальной водообеспеченности для субъектов РФ с высокой нагрузкой на водные ресурсы, результаты оценки представлены в монографии (Водные ресурсы, 2008).

Справедливости ради отметим, что задача региональной оценки реальных водных ресурсов крупных речных бассейнов страны в настоящий момент во многом трудноразрешима, поскольку для ее решения требуются многолетние ряды данных (желательно 100 лет и более), а такие длительные наблюдения имеются не для всех речных систем. Не охвачены такими наблюдениями бассейны сибирских рек, в пределах которых гидрологическая сеть крайне разряжена, нет данных и по малым водотокам. В связи с этим, расчеты реальной водообеспеченности могут быть проведены только на примере отдельных речных бассейнов или даже участков рек, обеспеченных исходной гидрологической информацией. Рекомендуются такие расчеты проводить и для территорий с ограниченными водными ресурсами, что повышает корректность оценок водообеспеченности. Так, по данным ГГИ водообеспеченность Омской области, рассчитанная по средним многолетним наблюдениям общего стока, составляет 18,8 тыс. м³/год на человека, при этом в маловодный период она снижается до 4,6 тыс. м³/год на человека. А если в расчет брать только ресурсы местного стока, то показатели сократятся соответственно до 2,72 и 0,64 тыс. м³/год на человека (Водные ресурсы, 2008).

Уровень региональных оценок водообеспеченности в полной мере не обеспечен также информацией о качестве природных вод и уровне загрязнения водных объектов. Неразрешимость данной задачи на региональном уровне исследований определяется сложностью и невозможностью одновременного повсеместного оценивания крупных речных бассейнов на предмет загрязнения водотоков и преломления этой информации в область оценок водообеспеченности населения и экономики регионов. Между тем, подобные исследования крайне важны и имеют смысл для отдельных водотоков и водоемов, месторождений подземных вод, поскольку это напрямую связано с обеспечением водоснабжения населения и объек-

тов экономики водой гарантированного качества. Очевидно, что поставленная задача требует решения на принципиально ином уровне исследования при переходе от региональных оценок водообеспеченности на уровень локального рассмотрения проблемы.

Еще более сложной задачей в оценках водообеспеченности остается комплексное или интегрированное водоресурсное обеспечение долгосрочного социально-экономического развития муниципальных образований (МО). В этих целях, на наш взгляд, требуется разработка принципиально нового методического подхода к водоресурсному обоснованию документов стратегического планирования регионов (ФЗ №172 «О стратегическом планировании в Российской Федерации»). Подход должен позволить в долгосрочной перспективе повысить эффективность использования водных ресурсов, оптимизировать соотношение используемых вод из поверхностных и подземных водных источников, рационально спланировать территориальную структуру водопотребления на различные нужды в соответствии с заявленными планами социально-экономического развития и предложить новые способы территориальной организации водопользования с учетом возрастающих потребностей населения в доступных и качественных водных ресурсах для перспективного развития регионов.

1.2. Понятие устойчивого регионального развития: триада экологии, экономики и социума

Термин «устойчивое развитие» в региональном приложении обязан своему широкому применению Концепции устойчивого развития (далее – Концепция), которая получила распространение в последние три десятилетия. В Докладе «Наше общее будущее» (Our Common Future, 1987) устойчивое развитие трактуется как развитие, способствующее удовлетворению потребностей нынешнего поколения людей без уменьшения возможностей будущих поколений удовлетворять их собственные потребности. Такая трактовка имеет скорее философский или общечеловеческий, а также общенаучный смысл, нежели практический или научно-методический.

Для развития общества была предложена новая парадигма на основе согласования хозяйственной деятельности с законами природы, которая рассматривала Концепцию как руководство к действию в решении возникающих экологических проблем (Титенберг, 2001). В настоящее время Концепция по-прежнему продолжает активно обсуждаться научной и политической элитой мирового сообщества, но мало применяется на практике и реализовываться в целях устойчивого регионального развития. Остаются понятны лишь причины ее появления и развития: угроза полного истощения природно-ресурсного потенциала Земли, значительная дифференциация экономического роста между развитыми и развивающимися странами, а в последние годы еще и усилившаяся социально-политическая нестабильность отдельных государств.

В современной научной литературе концепция устойчивого развития трактуется как нормативистская теория, предполагающая регулирование условий жизни на базе широко известных принципов в соответствии с идеей ограниченной способности природных комплексов адаптироваться к хозяйственным нагрузкам (Концепция устойчивого развития, 2007). Еще ранее была высказана известная мысль В.И. Вернадского (1989) о, так называемой, «вписанности» хозяйства в геохимические циклы Земли, нисколько не противоречащая современным принципам устойчивого развития.

Концепция изначально была ориентирована на свод правил и норм по ее применению. В первую очередь был провозглашен принцип о том, что люди имеют право на здоровую и плодотворную жизнь в гармонии с природой. Отмечалось, что для достижения устойчивого развития защита (охрана) окружающей среды должна составлять неотъемлемую часть процесса развития и не может рассматриваться в отрыве от него. Государства имеют право разрабатывать свои собственные ресурсы, но без ущерба окружающей среде за пределами их границ. Страны должны сотрудничать в целях создания открытой международной экономической системы. Были сформулированы и другие принципы устойчивого развития: принцип готовности платить за загрязнение и использование, принцип заменимости или замещаемости ресурсов развития, принцип ограничения и ликви-

дации нежизнеспособных моделей производства и потребления, принцип принятия мер предосторожности для охраны окружающей среды и т.д. (Коптюг, 1992).

Подобных правил и принципов устойчивого развития достаточно много, не будем приводить их полный перечень. Но все они лишь декларация о намерениях, свод правил, которые требуется учитывать и применять при решении конкретных задач социально-экономического и экологического развития территорий. Таких правил и принципов достаточно много написано для глобального, мирового развития, но их вне сравнения меньше для учета и руководства на региональном уровне. В конкретных условиях часто остается неясным, как совместить сохранение экологического баланса и равновесия планеты с удовлетворением растущих потребностей населения отдельно взятых территорий, обычно в этом случае рекомендуется использовать принцип «мысли глобально – действуй локально».

Следует констатировать, что и провозглашенный приоритет экологического развития над социально-экономическим ростом так и остался декларацией о намерениях. Как отмечают Г.А. Приваловская и И.Н. Волкова (2010), наблюдаемые изменения в развитии общества и его взаимодействия с природой не соответствуют основному принципу устойчивого развития, который подразумевает сбалансированность развития его экономических, социальных и экологических составляющих. Основная цель устойчивого развития по-прежнему не достигнута и крайне сложна для понимания с точки зрения механизмов ее реализации.

Обобщение точек зрения экономического, экологического и социального плана послужило некой отправляющей для формирования триады или триединого подхода в устойчивом развитии стран и регионов. Этот подход нашел отражение в многообразии определений устойчивого состояния, которые подробно обсуждаются в работах (Красноярова, 2005; Экономика природных..., 2006; Красноярова, 2009; Приваловская, Волкова, 2010 и др.). При этом устойчивость воспринимается как статическая категория, а развитие как ее динамическая часть. Резюмируя определения этих категорий, следует отметить, что общей идеей в них является то, что с течением времени природный, человеческий и материальный (или материальных ценностей) капитал не должен уменьшаться при его передаче от по-

коления к поколению. Только в этом случае удастся сохранить устойчивое состояние и развитие общества.

Согласно (Daly, 1990), различают две стадии устойчивости – слабую и сильную. Под слабой устойчивостью понимается вынужденная необходимость замещения выбывающих природных компонентов общего, суммарного капитала региона материальным и человеческим капиталом. Такая возможность была доказана зарубежными учеными (Hartwick, 1977; Solow, 1974) и обсуждалась в отечественной научной литературе (например, Рянский, 1995). При сильной или строгой устойчивости предполагается, что некоторые экологически значимые виды природных условий и ресурсов ни при каких обстоятельствах не могут и не должны быть заменены другими видами капитала. Стадиальный характер устойчивого развития отмечается во времени и в пространстве. Так, в одно и то же время в регионах одновременно могут и уже фактически существуют, по мнению Г.А. Приваловской и И.Н. Волковой (2010), обе стадии устойчивого развития.

За последние годы в целях устойчивого регионального развития сделаны неоднократные попытки по достижению сбалансированности экономической, экологической и социальной составляющих. Такие многочисленные примеры можно найти в работах разных авторов, представляющих на обсуждение характеристику отдельных регионов (Бакланов, 2002; Баринова, Краснов, Ушакова, 2017; Василенко, 2008; Винокуров и др., 2003; Гук, Дышлюк, Сухорукова, 2012; Кузьмин, Кузнецова, 2016; Мирзеханова, Климина, 2011; Тикун, Черешня, 2017; Федотов, Куролап, Нестеров, 2003; Чибилев, 2017 и др.). Составлены аналитические обобщения по регионам России и мира (Бобылев и др., 2011; Бобылев и др., 2012; Зубаревич, 2010; и др.). Некоторыми авторами отмечается спад интереса к данной проблематике исследований, другие, наоборот, утверждают важность и актуальность этой тематики.

Применительно к вопросам изучения водных ресурсов и проблемам их использования в рамках концепции устойчивого развития разработана и активно внедряется идеология интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР). На наш взгляд, интегрированность следует понимать как включенность проблем

использования водных ресурсов в триаду устойчивого развития территорий (экологии, экономики, социума) или как комплексный подход в приложении к водным ресурсам, именно так его оценивает ООН (<http://www.un.org/waterforlifedecade/iwrm.shtml>). В регионах России и мира ведутся тематические исследования устойчивого регионального водопользования (Лукашевич, 2005; Винокуров, Краснаярова, 2011; Воистинова, Парфенова, 2010; Данилов-Данильян, Хранович, 2010; Духовный и др., 2014; Парфенова, Осипова, 2015; Сдасюк, 2015; Сивохиц, 2015 и др.).

Методология ИУВР имеет собственное значение в контексте триады устойчивого развития – экология, экономика, социум (рис. 1.2.1).



Рисунок 1.2.1. – Достижение целей устойчивого регионального развития в сфере водопользования и оценки состояния водных ресурсов (ВР)

В экологии это означает применение принципа «вода для жизни» в самом широком смысле понимания, как основы всего живущего на планете, как основы для развития биосферы. В этих целях выполняются исследования по оценке «*blue and green water*», «*water resilience*» как адаптационные способности экосистем к изменениям (Falkenmark et al., 2019). Принцип «вода как ресурс» отражает экономический смысл понятия. При этом признается, что вода имеет стоимость как любой ресурс развития, рассматриваются возможности управления водными ресурсами, а если быть точнее, то управления процессом использования и потребления

водных ресурсов. В подобных исследованиях авторами (Franke et al., 2013) оцениваются «grey water» (сточные воды всех категорий) и «water dilution» (степень разбавления сточных вод). И, наконец, третий принцип «вода для человека» подчеркивает значение воды для здоровья и жизни людей, удовлетворения потребностей в питьевой воде, создания благоприятных жизнеобеспечивающих условий окружающей человека среды («water access and sanitation») (WWRD, 2003, 2012). Таким образом, в системе устойчивого регионального развития «экология – экономика – социум» наметился явный перевес в сторону экосистемного значения водных ресурсов при продолжающейся доминанте экономической и социальной составляющих.

1.3. Использование принципов рационального природопользования в оценках водоресурсного обеспечения устойчивого регионального развития

Близость понятий устойчивого развития и рационального природопользования, которое убедительно показано в работах (Данилов-Данильян, Залиханов, Лосев, 2000; Касимов, Мазуров, Тикунов, 2004), позволяет нам вести рассуждение следующим образом. Устойчивое региональное развитие должно базироваться на известных принципах рационального природопользования. При этом геоэкологические основы формирования регионального природопользования представлены на схеме (рис. 1.3.1). Как утверждают Г.Г. Матишов с соавторами (2007), если изменить не вполне удачный перевод термина «sustainable» – «устойчивое» на «поддерживаемое развитие», то получим суть идеи рационального природопользования: ресурсы можно и нужно использовать, но при соблюдении трех условий: а) темпы потребления возобновляемых ресурсов не должны превышать темпов их восстановления; б) темпы потребления невозобновляемых ресурсов не должны превышать темпы разработки их устойчивых (возобновляемых) заменителей; в) объемы и интенсивность поступлений загрязняющих веществ в окружающую среду не должны превышать ее возможности поглотить их и переработать.

Исходя из этих ключевых позиций, следует обозначить основные принципы природопользования, которые требуется положить в основу оценок водоресурсного обеспечения устойчивого развития региона. К ним, в первую очередь, следу-

ет отнести наличие, а еще лучше экономически благоприятное сочетание природных ресурсов, их взаимозаменяемость и взаимодополняемость, например, поверхностных и подземных водных источников, пригодных для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Этот принцип достаточно давно известен в экономической географии в качестве сырьевого фактора размещения производства. Однако в нашем случае – признания равнозначной важности экологической, экономической и социальной составляющих развития региона, добавим к его значению системное понимание, что означает рассмотрение вопросов охраны и восстановления водных ресурсов, кроме оценки их наличия и использования.

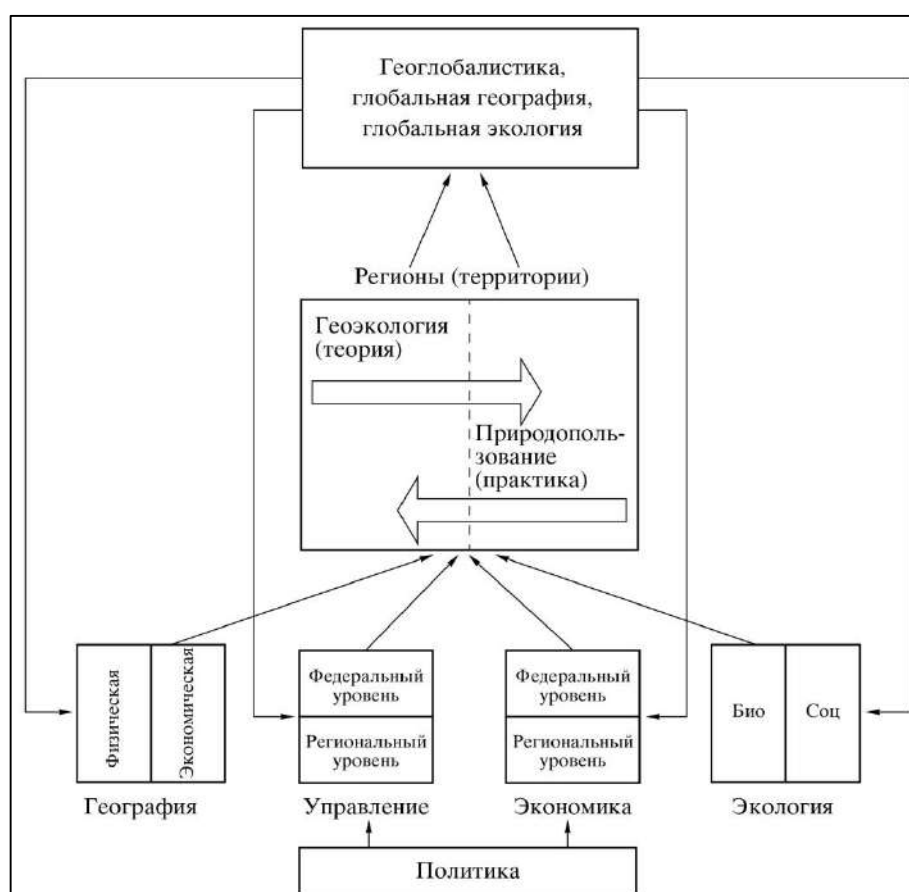


Рисунок 1.3.1. – Схема формирования геоэкологических основ регионального природопользования (Матишов и др., 2007)

Другим важным принципом природопользования в контексте поставленной цели и задач является необходимость снижения антропогенных нагрузок на водные ресурсы. Осуществление этого принципа на практике возможно путем совмещения двух уже названных приоритетных задач развития – не превышать пределы темпов возобновления водных ресурсов, путем замены или использования

альтернативных источников водоснабжения (например, сочетанное использование поверхностных и подземных вод, использование сточных вод после очистки, применение привозных бутилированных вод в случае нехватки природных вод питьевого качества и др.).

Эффективное, бережливое и экономное использование водных ресурсов – еще один принцип рационального природопользования, без которого нельзя обойтись современному обществу в его устойчивом развитии. Реализация этого принципа на практике означает учет и контроль использования всех видов водных ресурсов, разграничение питьевых и технических вод по целевому водопотреблению, рост оборотного и повторно-последовательного водоснабжения, снижение водоемкости производства и др.

Эффективное использование водных ресурсов может быть достигнуто за счет территориальной организации водопользования – четвертого принципа рационального природопользования. Само понятие территориальной организации широко известно в географической научной литературе и сравнительно давно применяется как инструмент получения экономической выгоды при сочетанном размещении тех или иных производств. В последние десятилетия термин расширил область своего практического использования и употребляется также в других сферах человеческой деятельности.

Территориальная организация производства, общества или природопользования тесно связана с понятиями территориальной и отраслевой структуры экономики, экономическими и производственными системами, системами природопользования. Наряду с устоявшимися понятиями вводят и новые термины, например, системы водопользования. Так, региональные системы водопользования воспринимаются как исторически сложившиеся формы использования водных ресурсов, нашедшие отражение в особенностях территориальной структуры водопользования, обусловленные природно-зональными чертами, уровнем и характером социально-экономического развития регионов, общностью культурных и национально-этнических условий проживания населения (Винокуров, Рыбкина, Стоящева, 2014).

Методологически изучение региональных систем водопользования определяется основными принципами концепции природопользования, в том числе перечисленными выше, и, по нашему мнению, должно отвечать следующей структурно-логической цепочке: природообусловленность; детерминированность действием антропогенных факторов; оценка эффективности использования водных ресурсов; перспективное водопотребление, территориальная организация водопользования и управление водными ресурсами.

1.3.1. Категория природообусловленности, значение наличия водных ресурсов при формировании и функционировании систем водопользования

Природообусловленность как научная категория используется широко, но при этом чаще всего при употреблении в тексте не имеет особых разъяснений. Возможно, это связано с тем, что в русском языке слово вполне понятно толкуется как «обусловленный природой».

Согласно Толковому словарю В.И. Даля (переиздание 2014 г.), природа отождествляется с естеством, всем вещественным и зримым, противопоставляется Создателю и духовности. В приложении к человеческой натуре понимается как «врожденные свойства, прирожденные качества, естественное состояние, стремление или наклонности» (Даль, 2014, С. 280).

В Толковом словаре С.И. Ожегова и Н.Ю. Шведовой понятие «природный» обозначает «естественный, натуральный» (1993, С. 616). При этом термин «природа» имеет несколько лексических значений: 1) все существующее во Вселенной, 2) весь органический и неорганический мир, в его противопоставлении человеку, 3) места вне городов, 4) в переносном значении – основное свойство чего-то, сущность. В качестве примеров использования приводится перечень слов, в котором употребляются также такие научные понятия, как природные условия и природные ресурсы.

В контексте рассмотрения систем природопользования, на наш взгляд, категория природообусловленности имеет свои оттенки смыслового значения. К ним, например, можно отнести противоположность положения природообусловленных

факторов формирования систем антропогенным или значение данности расположения по месту географического нахождения, которое имеет определенные выгодные или невыгодные последствия экономического характера. В последнем случае природообусловленность может быть использована как природно-историческая данность, предопределяющая развитие территории и хозяйственной деятельности. Наличие определенного вида природного ресурса, а еще лучше территориального сочетания природных ресурсов, является естественно-исторической основой развития экономики.

В известной работе Т.Г. Руновой с соавторами (1993) все отрасли хозяйства делятся на две группы в зависимости от их отношения к природе: тесно и менее тесно связанные с природой. Среди них выделены еще четыре вида природопользования, в том числе природно-ресурсный вид, к которому относятся сельское и лесное, водное хозяйство, гидроэнергетика и другие отрасли экономики. На наш взгляд, в понимании авторов, водопользование также является природно-ресурсным видом. При этом формирование и функционирование систем водопользования зависит от наличия ресурсов поверхностных или подземных вод, которые имеют широкое и в то же время неравномерное территориальное распространение. Основными критериями отнесения систем водопользования к природно-ресурсным или природообусловленным видам должны стать такие показатели, как водообеспеченность территории, ресурсы поверхностных и подземных вод, местный и транзитный речной сток, суммарные водные ресурсы региона.

1.3.2. Оценка антропогенной нагрузки в географии и гидрологии, принцип снижения антропогенных воздействий

В современных научных исследованиях рассмотрение только природных факторов формирования водных ресурсов вне изучения антропогенной составляющей невозможно. При этом следует отметить, что в географии и гидрологии есть определенные особенности оценок антропогенных нагрузок.

В географии чаще всего под антропогенной нагрузкой в самом широком понимании подразумевают количественную меру воздействия человека и его экономической деятельности на ландшафты и компоненты окружающей среды.

Анализ опубликованных литературных источников (Рябчиков, Ермакова, 1978; Израэль, 1984; Вторжение..., 1983; Оценка..., 1985; Шикломанов, 1989; Реймерс, 1990; Сорокикова, 1993; Тетиор, 1994) показывает, что нагрузка или воздействие рассматривается как изъятие природного вещества человеком с последующим его изменением и трансформацией в процессе осуществления экономической деятельности, а также поступление измененного или трансформированного вещества (например, воды) в природу.

Негативными последствиями антропогенных воздействий являются загрязнение, ухудшение или потеря качества окружающей среды, переход в качественно иное состояние природной системы и ее отдельных компонентов. Так, Н.Ф. Реймерс (1990) под антропогенной нагрузкой понимает количественное выражение воздействия, степень прямого и косвенного воздействия людей и их хозяйства на природу в целом или на ее отдельные экологические компоненты и элементы. Прямое – непосредственное воздействие, отнюдь не всегда планируемое и желаемое изменение природы в ходе хозяйственной деятельности (рис. 1.3.2). Опосредованным воздействием считается непреднамеренное изменение природы в результате цепных реакций или вторичных явлений, связанных с хозяйственными мероприятиями.

Ю.А. Израэль (1984) рассматривает хозяйственную нагрузку как весьма разнообразный комплекс антропогенных факторов, влияющих на состояние биосферы и здоровье населения. А.Н. Тетиор (1994) антропогенные воздействия делит на загрязнения (внесение в среду нехарактерных для нее новых физических, химических или биологических агентов или превышение имеющегося естественного уровня этих агентов), технические преобразования и разрушение природных систем и ландшафтов в процессе экономической деятельности, истощение природных ресурсов, глобальные климатические воздействия, эстетические воздей-

ствия. А.М. Рябчиков и Ю.Г. Ермакова (1978) загрязнение считают лишь следствием антропогенного воздействия.

Н.В. Сорокикова (1993) использует термины «нагрузка» и «воздействие» как синонимы, имея в виду, что между ними есть и тесная взаимосвязь, и некоторые различия. В понимании автора воздействие человека ассоциируется с хозяйственным воздействием и представляет собой совокупность факторов хозяйственной деятельности, вызывающих негативные изменения в природных компонентах ландшафта, и включает в себя: использование природных компонентов ландшафта (изъятие, трансформацию и нарушение земель в процессе хозяйственной деятельности, добычу полезных ископаемых, использование вод и т.д.), поступление отходов хозяйственной деятельности в ландшафты (выбросы вредных веществ в воздух промышленными, коммунально-бытовыми, сельскохозяйственными предприятиями и транспортом; сбросы сточных вод в водоемы, твердые отходы от различных источников и т.п.).

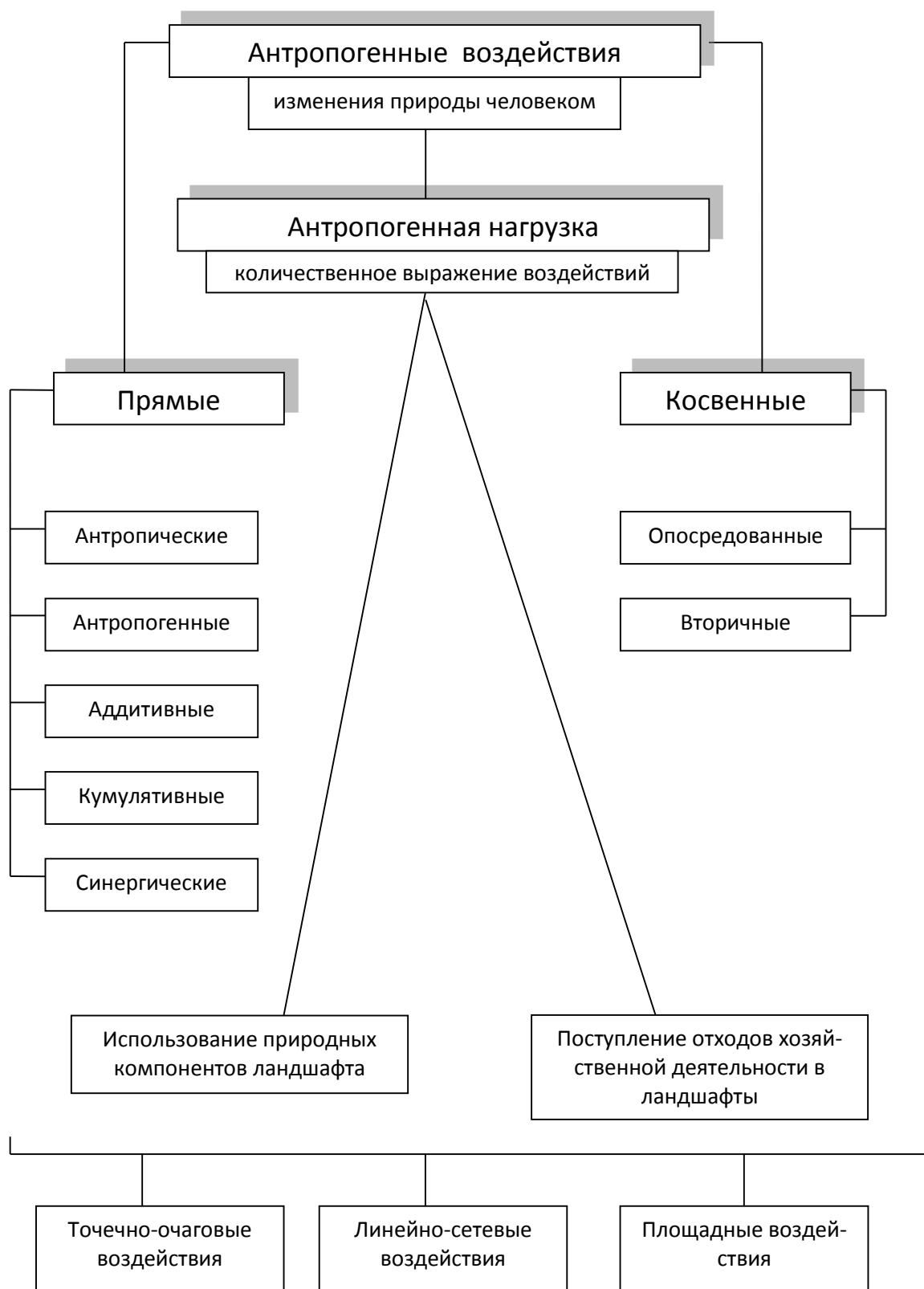


Рисунок 1.3.2. – Виды антропогенных воздействий (Рыбкина, 2005)

В территориальном аспекте могут различаться воздействия: точечно-очаговые (таковы воздействия промышленности и поселений), линейно-сетевые (транспорта), площадные (сельского хозяйства). Во временном аспекте различают

воздействия длительные и кратковременные, непрерывные и импульсные, сезонные и круглогодичные и т.п. (Оценка..., 1985). В качестве предмета оценки воздействий человека, как правило, выступают экономические, экологические и социальные последствия (Мухина, Рунова, 1980).

А.Г. Исаченко (2001) антропогенную нагрузку связывает с трансформацией ландшафта. В целях ее оценки предлагает использовать плотность городского и сельского населения, распаханность территории и животноводческую нагрузку. При этом плотность городского населения считает соответствующим индикатором очаговых нагрузок, создаваемых промышленным производством и урбанизацией, а плотность сельского населения и распаханность, по мнению ученого, наиболее репрезентативны в случае региональной оценки фоновых сельскохозяйственных нагрузок.

Следует сказать, что показатель плотности населения широко используется в современных исследованиях как индикатор антропогенных нагрузок и экологического состояния территорий, то есть как экологический критерий (Алаев, 1983; Владимиров, Микулина, Яргина, 1986; Неверов, 1990; Антипова, 1994; Кочуров, 2000; Исаченко, 2001, 2008; Рыбкина, 2005; Рыбкина, Стоящева, Курепина, 2011 и др.). В этих же целях разными авторами могут быть использованы плотность выбросов вредных веществ в атмосферу (Исаченко, 2001), плотность промышленного производства (Одессер, 1991), животноводческая нагрузка, площадь земель по видам и степени антропогенной нагрузки (Кочуров, Иванов, 1987), плотность автомобильных дорог и другие. Общим для показателей этой группы является то, что они используются в региональных оценках воздействий человека на ландшафты. Применительно к водным объектам могут быть использованы только как показатели косвенных видов антропогенных воздействий (Рыбкина, Стоящева, 2010; Рыбкина, Стоящева, Курепина, 2011; Стоящева, Рыбкина, 2014), например, в пределах водосборных бассейнов рек, поскольку именно водосборная территория во многом определяет не только количество, но и качество речных вод.

Прямые воздействия, т.е. непосредственные изъятия водного ресурса и сброс сточных вод в водные объекты, наиболее часто используются для оценки

антропогенных нагрузок в гидрологических исследованиях. Учитывать антропогенные изменения речного стока стало возможным после введения в действие системы государственного учета использования водных ресурсов. Как отмечает И.А. Шикломанов (1989), с 1950-1960-х гг. начались заметные антропогенные изменения стока больших речных систем, прежде всего, в районах недостаточного увлажнения.

В пределах речных водосборов, расположенных в наиболее освоенных в хозяйственном отношении регионов, на речной сток обычно влияют одновременно множество антропогенных факторов, основными из которых, с точки зрения воздействия на количественные характеристики речного стока, являются: русловое регулирование, орошаемое земледелие, переброски стока, промышленно-коммунальное и сельскохозяйственное водоснабжение, осушение болот и заболоченных земель, вырубки и посадки леса, другие агролесомелиоративные мероприятия, урбанизация, обвалование и выпрямление русел, выемка грунта и др. Масштабы воздействия указанных факторов на гидрологические характеристики и качество вод определяются основными показателями водопотребления (объемом водозабора, безвозвратным изъятием, объемом сброса или водоотведения) по отношению к естественному стоку реки или объему озера. В зависимости от указанных соотношений эти факторы хозяйственной деятельности могут оказывать заметное влияние на малые и средние, а иногда и большие реки, при этом условия формирования стока на водосборе практически не изменяются, а характеристики сброса или водоотведения являются важными в оценке загрязнения и изменения качества природных вод (Водные ресурсы..., 2008).

В разные годы изучением этой группы факторов занимались (Шикломанов, Маркова, 1987; Шикломанов, 1989; Раткович, 2003; Селезнева, 2003; Данилов-Данильян, Лосев, 2006; Григорьев, 2007; Королев, Розенберг, Гелашвили и др., 2007; Демин, 2011; Щерба, Абрамова, 2011 и др.). Только в последние годы выполнены исследования, позволяющие провести сравнение уровней изъятия водных ресурсов в России и за рубежом (Шикломанов, Бабкина, Балонишникова, 2011; Демин, 2011; Коронкевич и др., 2014 и др.), региональные оценки водопо-

требления и состояния водных ресурсов (Джамалов и др., 2012; Безруков и др., 2014; Стоящева, Рыбкина, 2014), фоновых и целевых гидрохимических показателей качества природных вод (Савичев, 2013; Беляев и др., 2013), долговременных изменений стока крупнейших рек (Георгиади, Кашутина, 2016), в том числе в результате антропогенных воздействий (Коронкевич, Мельник, 2017), а также оценки кратности разбавления сточных вод естественным речным стоком (Селезнев, Беспалова, 2015; Стоящева, 2015 и др.).

Коренное преобразование гидрологического режима, качества вод и суммарных водных ресурсов бассейна может быть вызвано созданием и эксплуатацией водохранилищ в регионе. Воздействие это обычно тем больше, чем больше отношение объема водохранилищ к общему стоку реки и чем значительнее суммарная дополнительная площадь водного зеркала водохранилищ (Водные ресурсы..., 2008). Создание большого количества прудов обычно оказывает заметное влияние на сток малых и средних рек. Самыми известными обобщениями по этой тематике в нашей стране являются работы С.Л. Вендрова (1979), А.Б. Авакяна с соавторами (1977, 1987), К.К. Эдельштейна (1991, 1998), Ю.М. Матарзина (2003). В региональном разрезе различные аспекты проблемы, прежде всего экологические последствия, представлены в работах Л.К. Малик (1978, 1990), О.Ф. Васильева с соавторами (1992, 1997), В.М. Савкина (2000), Т.С. Папиной (2004), В.В. Мешкова и С.В. Макарычева (2010), А.Т. Зиновьева (2014) и др., а также в коллективных монографиях (например, Многолетняя динамика..., 2014).

Исследования по оценке антропогенных нагрузок на водные ресурсы регионов часто имеют целевую направленность в зависимости от вида экономической деятельности. Так, лесозаготовка изменяет компоненты водного баланса малых и средних рек, гидрологический режим и качество вод (Водные ресурсы..., 2008); степень воздействия определяется типом и возрастом леса, сказывается на протяжении десятков лет и зависит от почвенно-климатических условий (Рахманов, 1952, 1984; Молчанов, 1960; Исаев, 1970; Данилик, 1979; Побединский, 1983; Побединский, Кречмер, 1984; Гидрологическая роль..., 1989; Стоящева, 2010; Лебе-

дев, Неклюдов, 2012; Побединский, 2013; Лаптева, и др., 2015; Парамонов, Рыбкина, 2016).

Мелиорация как вид экономической деятельности влияет на водные ресурсы путем осушения или обводнения территорий (Романов, 1961; Калинин, 1969; Иванов, 1975; Новиков, Гончарова, 1978, 1984; Шикломанов, 1979; Шикломанов, Фатулаев, 1983; Шикломанов, 1989; Маслов, 1995, 2005; Лапа, Кучеев, 1995; Фатулаев, 2003; Губарев, Магаева, Рыбкина, Шарабарина, 2014). Горнорудные разработки, понижающие уровни грунтовых вод на больших территориях, влияют на все характеристики режима водных объектов, испарение и суммарный годовой сток; изменяют количественные и качественные характеристики речного стока за счет сбросов в реки шахтных вод, а также в результате эрозии и размывов при горных выработках; особенно значительны воздействия на малые и средние водотоки (Водные ресурсы..., 2008). Остро стоит проблема водоотведения шахтных вод угольных разрезов, что увеличивает сток малых рек и значительно ухудшает качество речной воды. На примере речных бассейнов юга Сибири эта проблема также получила количественную оценку (Цибудеева, Рыбкина, 2014; Стоящева, 2015).

Урбанизация как фактор формирования речного и подземного стока изменяет все характеристики водного баланса территории, качество вод, особенно сильно для малых рек, менее значительно – для средних (Водные ресурсы..., 2008). Эти и другие последствия урбанизации показаны в работах известных гидрологов (Куприянов, 1977, 1978; Доброумов, Устюжанин, 1980, 1982; Львович, 1986; Стефенсон, 1986; Шикломанов, 1989; Коронкевич, Мельник, 2015 и др.) и молодых ученых-исследователей (Мельник, 2015).

В последние десятилетия актуальны гидрологические исследования, связанные с оценкой геохимической нагрузки на водные объекты (Ладога, 2013; Савичев, 2013, 2015) и климатическими изменениями (Шикломанов, Шикломанов, 2003; Shiklomanov, 2004; Шикломанов, Георгиевский, 2004).

При наличии обширного банка входной информации возможным становится решение задач детальной оценки и прогноза (изменения и корректировки) ан-

тропогенных нагрузок (Crawford, Linsley, 1960). Подобные работы достаточно эффективно выполняются в целях ИУВР на примере стран и регионов Западной Европы (Volk, Hirschfeld, Schmidt et al., 2007), для которых регулярная сетка наблюдений составляет 1 км × 1 км. В условиях недостатка исходных данных регионов Сибири осуществление таких оценок и прогнозов крайне затруднительно.

Многочисленные исследования по данной тематике в международном научном сообществе не позволяют привести их полный перечень. Между тем, анализ этих источников показывает, что современный кризис использования водных ресурсов – это кризис управления (WWDR, 2012). Проблемы управления водными ресурсами тесно связаны не только с оценками антропогенных нагрузок, но и с исследованиями территориальной организации водопользования, проблемами функционирования водохозяйственных систем регионов (потери воды при транспортировке, износ сооружений и водохозяйственных коммуникаций и др.).

1.3.3. Учет использования водных ресурсов и оценка эффективности водопользования

Вопросам эффективного и бережливого отношения к водным и другим ресурсам, политике ресурсосбережения в России уделяется пристальное внимание на федеральном и региональном уровнях. Особенно актуальны проблемы ресурсосбережения в контексте обеспечения инновационного развития страны. Задачи по достижению эффективного и рационального использования водных ресурсов поставлены Правительством Российской Федерации в Водной стратегии России и Федеральной целевой программе «Развитие водохозяйственного комплекса РФ в 2012-2020 гг.», других стратегических и программных документах.

В Российской Федерации государственное статистическое наблюдение ведется по следующим группам водохозяйственных показателей: забор воды из поверхностных и подземных водных источников (км³); использование воды на хозяйственно-питьевые, производственные, сельскохозяйственные, ирригационные нужды, в целях рыбоводства (км³) и др.; объемы переданной воды в результате переброски из одной речной системы в другую (км³); потери воды при транспор-

тировке (км^3); объемы сброса сточных вод по категориям очистки (км^3). Статистическая обработка данных производится ежегодно.

В качестве показателей эффективности использования водных ресурсов чаще всего используются объемы оборотного и повторно-последовательного водоснабжения (км^3) и водоемкость валового внутреннего продукта ($\text{м}^3/\text{тыс. руб.}$). В последние годы для сравнения России с другими странами мира применяется показатель водоемкости валового внутреннего продукта (ВВП) ($\text{м}^3/\text{тыс. руб.}$), рассчитанный по паритету покупательной способности (ППС) валют (Демин, 2012). ППС – статистическая категория, выступающая инструментом обеспечения международной сравнимости таких макроэкономических показателей, как валовой национальный продукт (ВНП) или валовой внутренний продукт (ВВП). ППС представляет собой коэффициенты, характеризующие соотношение между ценами сравниваемых стран, они позволяют проводить корректные межстрановые сопоставления общего объема ВВП, исчисленного методом конечного использования, и его основных составляющих. Например, возможно использование расчетов ВВП по ППС, проведенные Организацией стран экономического сотрудничества и развития (<http://www.oecd.org>), Всемирным валютным фондом (<http://www.imf.org>) или Всемирным банком (<http://www.worldbank.org>).

Для анализа различий в эффективности использования водных ресурсов субъектов РФ используется показатель водоемкости валового регионального продукта (ВРП) (например, научно-информационным агентством «Природа»). Отметим, что водоемкость характеризуется удельной (например, на единицу продукции) величиной использования водных ресурсов, единицами измерения которой выступают следующие размерности – $\text{м}^3/\text{т}$, $\text{м}^3/\text{шт.}$, $\text{м}^3/\text{тыс. руб.}$. Показатель введен еще в 1970-1980 гг. (Левин, 1973; Паписов, 1989).

Между тем, при оценке эффективности использования водных ресурсов первостепенное значение имеют характеристики водопотребления на промышленные и сельскохозяйственные нужды (особенно таких водоемких отраслей экономики, как электроэнергетика или мелиорация) (Демин, 2011), а также, так называемые, «неводные» показатели, определяющие степень модернизации экономи-

ки, уровень развития инженерно-производственной инфраструктуры, в том числе и водохозяйственной обустроенности территорий: доля используемых оборотных вод в промышленности и ЖКХ, потери воды при транспортировке, износ водопроводных сетей, охват жилых домов приборами учета воды, обеспеченность населения и охват населенных пунктов водой питьевого качества. Эти и другие показатели предоставляются территориальными органами Росводресурсов, Роспотребнадзора и других федеральных ведомств и учреждений РФ.

Согласно международной статистике ООН Aquastat FAO (<http://www.fao.org/nr/aquastat/>), в целях оценки современного состояния и эффективности использования водных ресурсов рекомендуется использовать такие общие показатели оценки водно-ресурсного потенциала стран, как среднемноголетние ресурсы поверхностных вод, ресурсы подземных вод (км^3); суммарная емкость водохранилищ, отнесенная к среднему значению ресурсов местного поверхностного стока в стране (%); доля или коэффициент изъятия возобновляемых водных ресурсов (water stress, %); использование водных ресурсов на различные нужды – сельскохозяйственные, жилищно-коммунальные, промышленные (% от общего объема используемых вод); рост численности населения и изменение величины общих возобновляемых водных ресурсов в расчете на одного жителя или удельная водообеспеченность на человека ($\text{м}^3/\text{чел}$); доля населения, обеспеченного водой питьевого качества и услугами централизованного водоснабжения (%).

Наряду с этими величинами, в зарубежной научной литературе широко используются и другие оценочные показатели эффективного использования водных ресурсов: водоемкость в сельском хозяйстве ($\text{м}^3/\text{долл.}$); водоемкость в промышленности ($\text{м}^3/\text{долл.}$); доля оборотного и повторно-последовательного использования водных ресурсов в общей структуре водопотребления (%); доля «голубой» (испарившейся с поверхности искусственного водоема в процессе производства), «зеленой» (дождевой, снеговой, испарившейся с листьев растений), «серой» (использованной ранее на другие цели и очищенной воды для повторного применения) и «виртуальной» (поглощенной в промышленных товарах и продуктах питания) воды (%).

Обсуждается в научной литературе и достоверность публикуемых международными организациями данных. Так, А.Д. Думнов (2009; 2011) отмечает, что, как правило, материалы Института мировых ресурсов статистически надежны, и приводит публикацию их результатов международных статистических сравнений для десяти стран мира с наибольшим водозабором (<http://www.priroda.ru/reviews/detail.php?ID=6608>).

В то же время А.П. Демин в своей докторской диссертации и ряде публикаций (например, Демин, 2010, 2012), упоминая Институт мировых ресурсов в контексте расчета показателя современной водоемкости стран мира, советует к этим данным относиться с большой осторожностью. По мнению этого автора, более надежными и современными следует считать данные по водопользованию Евростата (<http://ec.europa.eu/eurostat>), где дается разбивка объемов изымаемых водных ресурсов как по источникам водоснабжения, так и по секторам экономики.

Также надежны данные Организации стран экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), большинство из которых составляют данные по странам Европы (<http://www.oecd.org>), данные Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (<http://www.fao.org/nr/aquastat/>), охватывающие большинство стран мира, и Статистического комитета СНГ (<http://www.cisstat.com>).

Для сравнительного анализа значительную трудность составляет сопоставимость данных по использованию водных ресурсов стран мира. Причины этого – организационно-методологические различия учета использования воды в каждой стране. Общепризнанные международные стандарты и методы статистических сравнений до настоящего времени не выработаны. Например, в США организацией статистики использования воды занимается Геологическая служба, которая в отличие от российской и европейской статистик предоставляет данные обобщения не годовые, а пятилетние.

Кроме того, ряды данных большинства стран мира в значительной степени уступают многолетнему статистическому наблюдению в РФ. Отечественная учетно-отчетная система по использованию водных ресурсов, созданная в 1970-1980-е гг. – крупное достижение не только нашей, но и мировой статистической теории и

практики (Демин, 2012). Поэтому в число возможных для сравнения характеристик по странам мира чаще всего попадает ограниченное количество показателей, доступных для целей анализа и оценки эффективности использования водных ресурсов. Среди них объемы забранной и использованной воды на разные нужды, удельное водопотребление на жителя и др.

При этом базовой характеристикой эффективности использования водных ресурсов выступает водоемкость ВВП по ППС. По этому показателю страны варьируются в широких пределах: от 4 (Ирландия) до 911 (Узбекистан) м³/тыс. долл. (Демин, 2012). Отмечается существенная разница в водоемкости стран с высоким (более 20 тыс. долл. на человека), выше среднего (10-225 тыс. долл.), ниже среднего (4-10 тыс. долл.) и низким (менее 4 тыс. долл.) уровнем душевого производства ВВП.

Внутри каждой группы показатели эффективности зависят от структуры экономики (доли водоемких производств) и ее технологического уровня. В первой группе стран минимальные показатели водопотребления на производство единицы ВВП отмечаются в странах с небольшим потреблением воды сельским хозяйством (Норвегия, Ирландия, Швейцария, Англия, Германия и др.), а максимальные – в странах с развитой ирригацией и энергетикой (США, Канада, Италия, Греция, Португалия, Саудовская Аравия). Те же особенности характерны для стран второй группы.

Среди бедных стран максимальные показатели водоемкости регистрируются в странах Центральной Азии – Узбекистане, Кыргызстане и Таджикистане, причем они в 2-3 раза и более превышают показатели других стран. Так, в Узбекистане, несмотря на абсолютно схожие показатели душевого дохода с Индией и Вьетнамом и незначительные площади посевов самой влаголюбивой культуры – риса, затраты воды на единицу ВВП превышают показатели этих стран соответственно в 3,3 и 2,5 раза (Демин, 2012).

В Российской Федерации на общем фоне снижения водопотребления отмечается, по данным А.П. Демина (2011, 2012), стремительное сокращение водоемкости ВВП за период 1990-2008 гг. Рост водоемкости в 1990 гг. был вызван эко-

номическим кризисом тех лет. Последующий спад объемов водопотребления и рост ВВП привели к известному результату изменения водоемкости в стране: сокращению на 40 % за рассматриваемый период.

Однако динамика показателя не столь явна в регионах. Например, в некоторых субъектах СФО на фоне общего снижения объемов водопотребления в Сибири отмечается увеличение объемов использования водных ресурсов за 1995-2013 гг. (Тюменская и Томская области), приводящее к росту водоемкости валового регионального продукта (ВРП). Да и в тех регионах, где регистрировался спад экономики и водопотребления, к сожалению, не произошло адекватного снижения водоемкости ВРП (Рыбкина, 2015).

1.4. Территориальная организация природо- и водопользования в целях управления водными ресурсами регионов

Проблемам территориальной организации посвящены работы Э.Б. Алаева, Ю.П. Михайлова, Ю.Г. Саушкина, А.А. Ткаченко, Б.С. Хорева, А.Т. Хрущева, М.Д. Шарыгина и других авторов. В географии традиционно территория рассматривается как объект исследования. Отсюда и негласное правило о том, что любое географическое исследование имеет территориальную привязку или территориальную проекцию тех проблем, которые рассматриваются ученым в качестве предмета исследования. Территориальный подход и своего рода игра пространственно-территориальными масштабами – тоже прерогатива сугубо географической науки.

Изначально территориальная организация общества как научная категория сформировалась в рамках социально-экономической географии. Эта дефиниция сравнительно нова и впервые, как отмечает Т.Г. Рунова с соавторами (1993), представлена в словаре-справочнике Э.Б. Алаева как «сочетание функционирующих территориальных структур (расселения населения, производства, природопользования), объединяемых структурами управления в целях осуществления воспроизводства жизни общества в соответствии с целями и на основе действующих в данной общественной формации экономических законов» (Алаев, 1983,

С. 33). Однако в этом же издании Э.Б. Алаев ссылается на более раннюю работу Б.С. Хорева (1981), в которой автор понятие территориальной организации общества рассматривает в широком и узком смысле.

Согласно Б.С. Хореву (1981), в широком смысле слова территориальная организация общества охватывает все вопросы, касающиеся территориального разделения труда, размещения производительных сил, региональных различий в производственных отношениях, расселения людей, взаимоотношения общества и природы, а также проблемы региональной социально-экономической политики. В более узком смысле это понятие включает такие категории, как административно-территориальная организация государства, региональное управление производством, формирование территориальных организационно-хозяйственных образований, определение территориальных объектов управления, социально-экономическое районирование.

В.П. Максаковский (1998) указывает, что инициатором еще более широкой трактовки понятия о территориальной организации общества был Ю.Г. Саушкин. По его мнению, географы не должны ограничивать свои исследования только производительными силами. Они должны изучать также и другие сферы общественной жизни (жилища, зоны отдыха, учебные заведения, больницы и т.п.), причем не столько в плане их размещения, сколько с учетом взаимных связей, соподчиненности, взаимодополняемости, гибкости средств достижения целей и исторической смены этих целей, а также наложения точек и зон друг на друга (Саушкин, 1973).

Сконцентрируем свое внимание на понимании территориальной организации общества как сочетании территориальных структур расселения, производства и природопользования (по определению Э.Б. Алаева). Подобная трактовка предполагает использование системно-структурного подхода.

Применительно к территориальной структуре расселения это означает выделение систем расселения определенного иерархического уровня. Поскольку расселение не существует вне территории, то речь идет, как правило, о территориальных системах расселения разного уровня. При этом элементом любой си-

системы расселения является населенный пункт как место сосредоточения, концентрации населения с присущими ей формами и видами производственной и непроизводственной деятельности. Этому блоку исследований посвящены работы Г.М. Лаппо (1974), Б.С. Хорева и С.Г. Смидовича (1981), Ю.Д. Дмитриевского (1990) и других авторов.

Территориальная структура производства наиболее полно представлена в работах И.М. Маергойза как самого авторитетного ученого в области теории структур народного хозяйства. Автор выделяет четыре функциональные подсистемы народного хозяйства и соответствующие им территориальные структуры: материальное производство, производственная инфраструктура, население с социально-бытовой инфраструктурой и природные ресурсы. При этом природные ресурсы рассматриваются широко, как вся территория государства – носительница естественной основы производства (Маергойз, 1986).

Существуют и другие подходы к изучению территориальной структуры производства и хозяйства. Например, в рамках одного из них территориальная структура представлена взаимосвязанными подсистемами, так называемыми, сферами деятельности. В этом случае выделяются сфера услуг, сфера управления, сфера обращения, сфера культуры, сфера научной деятельности и другие (Василевский и др., 1979). Надо сказать, что такой подход получил развитие в дальнейшем и, пожалуй, можно с уверенностью утверждать, применяется сегодня федеральными статистическими службами в практике учета видов экономической деятельности (ОКВЭД). Понятие «сфера деятельности» также использовал В.С. Преображенский с соавторами (1985), определяя природопользование как особую сферу социально-экономической деятельности, направленную на решение трех основных задач – ресурсобеспечения, сохранения среды жизни людей, охраны разнообразия природы. Территориальной структуре природопользования посвящены работы Г.А. Приваловской (1984), в этом контексте автор рассматривает природные ресурсы, делая акцент на их использовании (ресурсный подход).

Интересен опыт территориальной организации природопользования Т.Г. Руновой с соавторами (1993). Изучая природопользование как сферу хозяй-

ственной деятельности, авторы выделяют его современную структуру – отрасли, тесно и менее тесно связанные с природой. Так, к тесно связанным с природой, по их мнению, относятся природно-ресурсные отрасли (природа – предмет и средство труда), в том числе сельское, лесное, водное хозяйство, гидроэнергетика, горнодобыча, промыслы, использующие природу как источник ресурсов.

В развитие представленных в данной работе понятий о природопользовании нами разработаны отдельные принципы территориальной организации водопользования в соавторстве (Винокуров, Рыбкина, Стоящева, 2013; Винокуров, Рыбкина и др., 2014). Под системами водопользования (ВП) понимаются исторически сложившиеся формы использования водных ресурсов, нашедшие отражение в особенностях территориальной структуры водопользования, обусловленные зонально-провинциальными различиями, уровнем и характером социально-экономического развития регионов, общностью культурных и национально-этнических условий проживания населения.

Формирование систем ВП имеет природообусловленный характер, поэтому их выделение предлагается производить с учетом ландшафтной дифференциации территорий на основе бассейнового подхода. Основным показателем для выделения систем ВП выступает удельная обеспеченность населения поверхностными и подземными водами в речном бассейне в пределах ландшафтных провинций. Характер формирования систем ВП существенно детерминирован действием антропогенных факторов, которые определяются видом целевого использования водных объектов, уровнем антропогенной нагрузки на водотоки и водоемы, их водосборные территории, современным состоянием водных экосистем и качеством речной воды.

Управление системами ВП осуществляется как в пределах административно-территориальных образований бассейна, так и в границах водохозяйственных участков (ВХУ) согласно существующему районированию РФ (Приказ МПР, 2007). Функционирование рассматриваемых систем зависит от сложившейся структуры хозяйственного использования территорий, расселения населения и особенностей развития водохозяйственной отрасли.

При этом следует отметить, что водопользование является одним из главных видов природопользования. В территориальной структуре имеет признаки как фоновых, так и очаговых форм его организации, поскольку обладает характеристиками, тесно связанными с проявлением зональности природной среды и формирования ареальных, узловых или групповых типов размещения хозяйства (Рунова, Волкова, Нефедова, 1993). Например, при выделении систем водопользования большое значение придается не только природным ландшафтам, в которых размещается (вмещается) водный ресурс, но и техническим условиям водоснабжения и водоочистки, которые применяются как характеристики функционирования водохозяйственных систем.

Территориальные системы водопользования в определенной степени определяют уровень и качество жизни проживающего населения, которое может быть выражено через охват жителей региона услугами централизованного водоснабжения и предоставления доброкачественных питьевых вод.

Применив методику Т.Г. Руновой с соавторами (1993), нами выделяются *крупноочаговые, очаговые, линейные, линейно-площадные и дисперсные системы* ВП (Винокуров, Рыбкина и др., 2014). Такой методологический подход прошел апробацию на примере речных бассейнов Верхней Оби.

Крупноочаговые системы ВП формируются в пределах основных ареалов расселения населения, главным образом приурочены к узловым элементам демоэкономического каркаса регионов и входят в состав агломерационно-групповых форм размещения населенных пунктов, обеспечивая функционирование важных сфер жизнедеятельности городского пространства. Отвечая за добычу, использование и передачу воды в пределах крупных промышленных узлов и центров расселения населения, а также за сброс и очистку сточных вод на их территории, они включают в себя несколько крупных водохозяйственных систем и/или гидротехнических сооружений, отличаются высокой степенью обеспеченности населения питьевой водой, отвечающей требованиям безопасности. Благоустройство жилого фонда населенных пунктов системами централизованного водоснабжения и водоотведения достигает 80-90 % и более.

Очаговые системы связаны с центрами локальных систем расселения, используют воду в качестве сырья в производственных процессах, а также в целях потребления с передачей ее на значительно меньшие, чем крупноочаговые системы, расстояния. Отличаются наличием одиночных водохозяйственных систем и объектов инженерно-производственной инфраструктуры, приурочены к малым и средним городским поселениям с невысокой степенью обустройства системами централизованного водоснабжения и водоотведения (до 50-70 %).

Линейные системы имеют функции передачи воды для ее использования в хозяйственно-питьевых и иных целях. Представленные чаще всего линейными водохозяйственными объектами такими, как крупные групповые водозаборы и водопроводы, забирающими и транспортирующими воду на большие расстояния, они охватывают десятки населенных пунктов и имеют протяженность сотни и тысячи километров. Небольшие по протяженности линейные объекты (водопроводные и канализационные сети) могут входить в состав крупноочаговых систем, без выделения их в качестве самостоятельных систем ВП.

Линейно-площадные системы формируются при условии необходимости строительства водохозяйственных объектов для целей орошения, характеризуются определенной пропускной способностью и площадью орошаемых земель. Используются преимущественно в сельскохозяйственных целях.

Существование *дисперсных* систем обусловлено наличием объектов водохозяйственной инфраструктуры, приуроченных преимущественно к сельским населенным пунктам: водонапорная башня, уличная водопроводная сеть, водоразборные колонки. Использование воды происходит для хозяйственно-питьевых нужд населения без предварительной водоподготовки.

Функционирование систем водопользования способствует формированию определенного уровня жизни проживающего на исследуемой территории населения. Так, по охвату населения качественной питьевой водой или обустроенности населенного пункта системами централизованного водоснабжения можно судить о качестве жизни населения.

В рамках устоявшегося понимания концепции качества жизни (подробный анализ приводится в (Рыбкина, 2013)), основанной не только на экономических и социокультурных критериях оценки, системы ВП выполняют ряд значимых экологических функций. Например, при водоподготовке происходит улучшение качества подаваемой населению питьевой воды. Решаются вопросы себестоимости в зависимости от затрат на очистку питьевых вод в сравнении с транспортными и производственными расходами бутилированных вод. Отдельным вопросам территориальной организации водопользования и управления водных ресурсов посвящены работы (Данилов-Данильян, Лосев, 2006; Данилов-Данильян, Хранович, 2010 и др.), в которых значительная часть проблем водопотребления решается с позиций бассейновой идеологии, отмечается формирование рынка водных ресурсов (Данилов-Данильян и др., 2015а, 2015б). С такими исследованиями, на наш взгляд, связаны вопросы перспективного водообеспечения территорий и долгосрочного социально-экономического развития регионов.

Выводы по главе 1

Проблема современной и перспективной оценки водных ресурсов и водообеспеченности территорий России крайне актуальна и широко обсуждаема в научной литературе. Анализ источников показывает, что высокая водообеспеченность населения России связана, прежде всего, с ее большой территорией и малой заселенностью обширных пространств. Накладывает отпечаток и территориальная неравномерность распределения водных ресурсов, которая усиливается многолетней и внутригодовой изменчивостью речного стока.

Для детализации региональных оценок водообеспеченности исследователи рекомендуют использовать понятие реальных водных ресурсов. Однако такие оценки трудновыполнимы в условиях Западной Сибири из-за отсутствия многолетних рядов гидрологических данных и достоверных сведений о водопользовании. Уровень региональных оценок также не обеспечен в полной мере информацией о качестве природных вод и загрязненности водных объектов.

В целях водоресурсного обеспечения долгосрочного социально-экономического развития территорий требуется разработка принципиально нового подхода к оценкам водообеспеченности, в том числе для использования в документах стратегического планирования регионов. Подход должен учитывать разработанные ранее принципы рационального природопользования в контексте концепции устойчивого развития и идеологии интегрированного управления водными ресурсами.

Методологически изучение региональных систем водопользования, по мнению автора, должно отвечать структурно-логической цепочке: природообусловленность; детерминированность действием антропогенных факторов; оценка эффективности использования водных ресурсов; перспективное водопотребление, территориальная организация водопользования и управление водными ресурсами. Каждый из названных элементов структурно-логической цепочки имеет четкие контуры описания, которые раскрываются в последующих главах.

Глава 2. Регионы Западной Сибири: объектно-методические особенности оценок водоресурсной обеспеченности в целях устойчивого развития

2.1. Природные факторы формирования водных ресурсов, физико-географическое районирование и бассейновый принцип

Регионы Западной Сибири преимущественно расположены в пределах Обь-Иртышского бассейна, который занимает в России площадь 2194,4 тыс. км² (включая бессточные области) и является ее крупнейшей водосборной территорией. Бассейн практически полностью находится в границах Западно-Сибирской низменности, обрамлен Алтае-Саянской горной системой на юге и Уральским хребтом на западе (Винокуров, Стоящева, 2010; Стоящева, Рыбкина, 2014).

Зональные и аazonальные факторы формирования. Значительная протяженность с севера на юг и с запада на восток обуславливает широкий спектр природно-зональных условий и аazonальных факторов формирования водных ресурсов. Среди них ключевую роль играют климатические условия – радиационный баланс, температурный режим и увлажнение, которые определяют на территории бассейна при продвижении с юга на север Западно-Сибирской низменности ряд плавно сменяющихся природных зон, различающихся по уровню водообеспеченности – от степных и лесостепных, сравнительно мало водообеспеченных, до высоко водообеспеченных лесных, лесотундровых и тундровых (табл. 2.1.1).

Неравномерность распределения водных ресурсов, которая отмечается всеми без исключения исследователями, основывается на физико-географических закономерностях их формирования. Климатическими условиями территорий Западной Сибири в значительной степени определены многолетние и сезонные колебания поверхностного и подземного стока, гидрологический режим водных объектов, их морфометрические показатели, тип питания, гидрохимические характеристики качества, а также формирующиеся в этих условиях особенности использования водных ресурсов.

Различным аспектам формирования водных ресурсов в последние десятилетия посвящены работы исследователей Западной Сибири: атмосферно-гидросферным (Трошкин и др., 2013; Романов и др., 2014), гидрологическим (Васильев и др., 1990; Савкин, 2000; Мезенцева, 2007; Зиновьев, 2014; Галахов, 2016; Кошелева, Зиновьев, 2018), гидрохимическим (Папина, 2004; Савичев, 2005; Двуреченская, 2007; Савичев, Мазуров, Пипко и др., 2016; Савичев, Мазуров, Семилетов и др., 2016; Беляев, 2018), гидробиологическим (Митрофанова, 2000; Котовщиков, 2012; Обзор..., 2015; Яныгина, 2014; Безматерных, 2017), ландшафтно-экологическим (Черных, 2010, 2017 и др.).

Таблица 2.1.1 – Характеристики водных ресурсов Обь-Иртышского бассейна по природным зонам (Современное состояние..., 2012)

Природные зоны (минерализация по Алекину, 1970)	Водоресурсные показатели		
	Потенциал возобновляемых водных ресурсов, тыс. м ³ /км ² в год	Потенциальная водообеспеченность на жителя, тыс. м ³ в год	Коэффициент изъятия возобновляемых водных ресурсов, %
Горно-тундровая, высокогорно-таежная, нивально-гляциальная (0,02-0,10 г/л)	358	Отсутствует потребитель	<1
Тундровая и лесотундровая (<0,1 г/л)	250	до 20000	<1
Таежная (0,1-0,3 г/л)	225	600-800	<10
Горно-таежная (Алтай) (0,1-0,3 г/л)	250	~500	<1
Лесостепная и горно-лесостепная (0,2-0,5 г/л)	38	20-50	10-20
Степная и горно-луговостепная (0,5-1,0 г/л)	15	1-2	менее 10...до 20
Бессточная область степной и лесостепной (1-200 г/л)	10-15	1	менее 10...до 20

Примечание: природные воды питьевого качества имеют минерализацию до 1 г/л

Действием природно-климатических факторов определяются маловодные и многоводные периоды, напрямую влияющие на условия водоснабжения населения и объектов экономики. Эти факторы «отвечают» за формирование качества природных вод (при этом «ответственное» участие также принимают и другие факторы, например, литологический состав горных пород). Они в большей степени «создают» и «поддерживают» существование бессточных областей речных бассейнов с характерными для них минимальными значениями используемых

речных вод и максимальными объемами водопотребления за счет подземных водных источников; «устанавливают правила» обводнения территорий, включая принципы ведения мелиоративной деятельности; формируют общий ландшафтный облик территорий; осложняют водохозяйственную обстановку путем проявления опасных гидрологических процессов (половодий, паводков).

Азональность факторов ландшафтной среды подчеркивает влияние местных условий на формирование и перераспределение речного и подземного стока. К ним, в первую очередь, следует отнести особенности рельефа местности и характер подстилающей поверхности, глубину залегания грунтовых вод, заболоченность, заозеренность, лесистость территорий и др. Изучению этой группы факторов в большей степени посвящены работы (Савичев, Мазуров, Семилетов и др., 2016; Чалов и др., 2017; Першин, 2018; и др.), в которых раскрываются местные условия формирования речного стока на заболоченных участках, при наличии деформации речных русел или в зависимости от особенностей локального увлажнения. Такие процессы (назовем их факторами локального действия) имеют важное значение для межсезонных (внутригодовых) колебаний стока и его территориального перераспределения. Они существенно влияют на экологическое состояние и режим водных объектов, качество природных вод, их использование в хозяйственных целях, а также определяют характерные особенности природопользования регионов.

В связи с вышесказанным, углубленный анализ зональных и азональных факторов, их сочетания и различий используется исследователями не только для характеристики ландшафтной дифференциации территорий, но и в целях рационализации природопользования и устойчивого развития регионов. Согласно схеме физико-географического районирования Сибири, выполненной в ИВЭП СО РАН (Винокуров, Цимбалей, 2006; Современное состояние..., 2012), на территории, подлежащей нашему изучению, располагаются Западно-Сибирская страна и ее зональные области: Западно-Сибирской степи и лесостепи, Приаргинской лесостепи, Западно-Сибирской тайги, лесотундры и тундры. В каждой из зональных областей выделяются ландшафтные провинции общим количеством на равнине:

степных – восемь, лесостепных – восемь, таежных – 33, лесотундровых – восемь, тундровых – 15 (всего 72 единицы районирования).

Зональные рубежи схемы определены климатическими особенностями территории. В качестве основных единиц климатического районирования или зональных типов климата авторами (Винокуров, Цимбaley, 2006) выбраны географические зоны, оптимальный ландшафтообразующий гидротермический режим которых характеризуется суммарной радиацией, радиационным балансом, суммами температур выше $+10^{\circ}\text{C}$ и ниже -10°C , испаряемостью, количеством осадков, балансом тепла и влаги (по Слядневу, 1972).

В силу выровненности рельефа поверхности большей части орографических элементов территории Западной Сибири (достаточно плоские плато, наклонные равнины, низменности) смена климатических параметров происходит постепенно, а надежная интерполяция перечисленных выше параметров климата для целей проведения зональных границ затруднена из-за разреженности сети метеостанций (Винокуров, Цимбaley, 2006). Более значимо их изменение происходит лишь на геолого-геоморфологических и орографических границах, которые усиливают, согласно формулировке Ф.Н. Милькова (1986, С. 106), «климатические и почвенно-растительные контрасты». Это, в свою очередь, во многом обуславливает специфику формирования систем природопользования, а вместе с ними и особенностей использования водных ресурсов.

Азональные факторы ландшафтной дифференциации выстроены на базе геоморфологических систем. Их упорядоченность согласуется с представлениями академика И.П. Герасимова о размерности геоморфологических форм (учение о геотектурах, морфоструктурах и морфоскульптурах). Между геоморфологическими формами и ландшафтными единицами авторами (Винокуров, Цимбaley, 2006) приняты следующие соотношения:

— мегаморфоструктурам (геоморфологическим странам) соответствуют физико-географические страны;

- макроморфоструктурам (геоморфологическим областям) соответствуют физико-географические провинции, а их структурным частям (геоморфологическим районам) – физико-географические районы;
- мезоморфоструктурам соответствуют местности;
- микроморфоскульптурам – урочища.

В горных условиях происходит выделение физико-географических единиц с учетом высотной поясности, уровню зональных областей равнин в горах соответствуют горные области. В пределах Алтае-Саянской горной страны на территории Западной Сибири и Обь-Иртышского бассейна выделяют две горных области. В границах Алтайской горной области расположены семь ландшафтных провинций (Предалтайская, Северо-Западная Алтайская, Северо-Алтайская, Северо-Восточная Алтайская, Центральная Алтайская, Восточная Алтайская, Юго-Восточная Алтайская). В пределах Салаиро-Кузнецко-Алатаусской горной области выделены еще пять провинций: Кузнецкая межгорно-котловинная, Кузнецко-Алатауская, Назаровская, Салаирская и Предсалаирская. На восточных склонах Урала, имеющих речной сток в Обь-Иртышский бассейн, определены девять провинций Уральской горной области Уральско-Новоземельской горной страны (Современное состояние..., 2012). Все провинции используются нами в качестве сетки, по которым производятся расчеты водообеспеченности.

Выделение горных провинций, кроме особенностей морфоструктуры, связано еще и с типом структуры высотной поясности (Гвоздецкий, 1972; Исаченко, 1991; Черных, 2012). По В.Б. Сочаве (1963) провинциям присущи общие черты природы, обусловленные геолого-геоморфологическими особенностями, нередко влияющими на климатообразование. Также он считал, что надежным признаком выделения провинции является общность гидрологического режима территорий.

Согласно общепринятому гидрогеологическому районированию (Гидрогеология СССР, 1970), Обь-Иртышский речной бассейн входит в Западно-Сибирский артезианский бассейн (в пределах Западно-Сибирской равнины) и ряд бассейнов трещинных вод, приуроченных к горному обрамлению (Урал, Казахский мелко-сопочник, Алтае-Саянская и Колывань-Томская складчатые области, Енисейский

кряж). Ресурсы подземных вод на территории исследования распределяются крайне неравномерно, их оценка приводится в частности в обобщающей работе (Современное состояние..., 2012). При формировании подземных вод гидродинамической зоны интенсивного водообмена, которая охватывает верхний ярус сравнительно неглубоко залегающих безнапорных и напорных подземных горизонтов, в первую очередь, учитываются инфильтрация атмосферных осадков, конденсация водяных паров, просачивание поверхностных вод рек, озер и других водоемов, перетекание подземных вод из одних горизонтов в другие. В целом режимные характеристики безнапорных подземных вод тесно связаны с изменениями современных климатических факторов и подчинены географической зональности. Более глубокие, напорные горизонты также зональны, однако изменчивость их режимных характеристик определяется многолетними циклическими колебаниями климата (Морозов, 1975).

В целях рационализации природопользования предлагается использовать единицы физико-географического районирования, которым присущи специфика формирования и функционирования региональных систем природопользования (Винокуров, Цимбалей, Красноярова, 2005; Красноярова, 2005), особенностей ведения хозяйственной деятельности (Черных, 2012) или природно-хозяйственных систем (Красноярова и др., 2018). При этом системы природопользования, в авторском понимании Б.А. Краснояровой (2005), могут различаться по типу и виду. Так, по типу они разделяются на природообусловленные и целевые. Целевые в свою очередь делятся на объектно- и программно-целевые (Красноярова, 1997, 1999) системы. В основе формирования природообусловленных систем, в частности аграрного природопользования, лежат, как считает автор, зонально-провинциальные особенности территории и соответствующие им виды систем природопользования. Различают степные, лесостепные, лесные, таежные, горные и т.п. (Красноярова, 2005). Природообусловленные системы рассматриваются как более устойчивые образования по сравнению с другими социально-экономическими или производственными системами, в том числе объектно- и программно-целевыми (Винокуров, Цимбалей, Красноярова, 2005).

В большинстве случаев выше названными авторами признается, что ландшафтные провинции могут выступать теми единицами физико-географического районирования, в границах которых формируются региональные системы природопользования, для устойчивого развития которых используются водные ресурсы соответствующих территорий. На равнине ландшафтные провинции соответствуют геоморфологическим структурам третьего порядка (плато, возвышенности, наклонные равнины и т.д.) (Цимбале, 2008) и являются собой те единицы пространственно-территориальной иерархии ландшафтов, в пределах которых сочетание зональных и азональных факторов существенным образом определяет виды экономической деятельности. Этот же уровень геоморфологических структур зачастую используется для характеристики территориальных ресурсов и соответствующей оценки потенциала возможностей и развития регионов (например, Кривцов, Водорезов, 2017). Равнинные провинции, как правило, однородны и в отношении режимов природопользования.

Охарактеризовать провинцию в горах стандартным набором параметров, как это делается для равнин, не представляется возможным. В работе (Черных, 2012) для характеристики горных природно-хозяйственных систем предложен прием выделения центров тяготения, имеющих, наряду с четкими, также и размытые границы. При условии четких границ в качестве центров тяготения рассматриваются конкретные геосистемы (например, долинно-речные или нивально-гляциальные), во втором случае – отдельные характерные особенности ландшафтной структуры. В обоих случаях параметры центров тяготения определяют важнейшие с точки зрения природопользования характеристики территории. При наличии в пределах одной территории нескольких центров тяготения с взаимоисключающей содержательной основой возникает вероятность развития территории по нескольким вариантам (сценариям). Именно в случае попыток реализации более чем одного из них и возникают конфликты природопользования.

В наших исследованиях физико-географические провинции используются как основные ландшафтные единицы для оценки состояния водных ресурсов и расчета водообеспеченности территорий. Общность гидрологического режима (по

мнению В.Б. Сочавы) в пределах одной и той же провинции дает основание полагать, что условия формирования ресурсов, по крайней мере, местного стока имеют однотипные черты и характеристики. Между тем, отмечаются существенные различия в формировании суммарного и транзитного стока регионов, которые представляется возможным учесть за счет бассейнового принципа или подхода. В связи с этим, наряду с ландшафтными провинциями в качестве основных операционных единиц применяются речные и артезианские бассейны (Винокуров, Рыбкина, Стоящева и др., 2018).

Бассейновый принцип (подход) в современных исследованиях имеет достаточно четкую концептуальную основу (Ретеюм, 1988; Коротный, 2001). В целях водохозяйственной практики нашел свое применение в форме районирования, используемого Федеральным агентством водных ресурсов (Приказ МПР, 2007).

Системы водопользования обладают чертами природообусловленности, которая находит отражение в характеристиках водообеспеченности, выраженной удельными показателями на единицу территории или на одного жителя региона. Поэтому в пределах одного крупного речного бассейна целесообразно представлять параметры водообеспеченности в границах зональных областей и ландшафтных провинций, то есть с учетом зонально-провинциального уровня формирования водных ресурсов.

Вместе с тем, имеет смысл также показывать различия в формировании водных ресурсов внутри одной и той же провинции, обусловленные азональными факторами или факторами локального воздействия. Именно эти факторы зачастую определяют конкретные условия, в которых и происходит создание и последующее функционирование водохозяйственных систем регионов. В любом случае природообусловленность, имеющая зональные и азональные черты, накладывает отпечаток на формирование систем водопользования и устойчивое функционирование водохозяйственного комплекса рассматриваемых регионов.

Если рассуждать в общих чертах, то в пределах Западно-Сибирской низменности и в горах юга Западной Сибири и Урала прослеживается одна и та же закономерность, характеризующая соответствующий вид систем водопользования

(в трактовке Б.А. Краснояровой, приведенной ранее). Наибольшие объемы водных ресурсов соответствуют таежным и горно-таежным, тундровым и горно-тундровым системам и ландшафтными провинциям; наименьшие – степным и горно-степным, лесостепным и горно-лесостепным. Минимальные значения водных ресурсов, связанные с проявлением зональных и аazonальных факторов, приурочены к бессточной области Обь-Иртышского междуречья (результаты расчетов по ландшафтными провинциям приведены в Приложении 1 и подробно анализируются в главе 3.1).

В целом же отмечается крайняя неравномерность распределения водных ресурсов по территории: значительное уменьшение при продвижении с севера на юг в равнинной части Обь-Иртышского бассейна (Стоящева, Рыбкина, 2014). Исключением являются высотные пояса гор юга Сибири, для которых присуще увеличение водных ресурсов по сравнению с прилегающей равниной (в этом собственно проявляется водоформирующая роль горного обрамления по сравнению с равнинными территориями). Однако в условиях гор лесостепные и степные ландшафтные провинции также имеют минимальные значения водных ресурсов по сравнению с горно-таежными и горно-тундровыми провинциями.

По подземным водным ресурсам наибольшей водообеспеченностью отличаются территории, приуроченные к структурам Западно-Сибирского артезианского бассейна. Резерв использования подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения и орошения значителен (Современное состояние..., 2012, С. 23-25). Однако следует указать, что в западной части Новосибирской области и Алтайского края, а также частично юга Омской области (Барабинская степь и Кулундинская равнина) наблюдается дефицит подземного стока, обусловленный геологическим строением и особенностями гидрогеологических условий. Здесь отмечены минимальные значения подземного стока.

Несмотря на значительную мозаичность провинциального деления Западной Сибири, формирование водных ресурсов находится в строгом соответствии с общими физико-географическими особенностями и закономерностями территорий, построенными на принципах проявления зональных и аazonальных факторов.

В целом наличие ресурса определяется количеством выпавших осадков, особенностями испарения и увлажнения территорий, условиями перераспределения стока за счет рельефа местности, почвенного и растительного покрова и других факторов. Свой вклад в формирование и использование стока вносит антропогенная составляющая.

2.2. Анализ современной социально-экономической ситуации, особенностей природопользования и антропогенных нагрузок на водные ресурсы

Широкий спектр природно-климатических условий Западной Сибири и Обь-Иртышского бассейна обусловил разнообразие видов хозяйственной освоенности и степени заселенности территорий. В границах бассейна выделяются индустриально-развитые Челябинская, Свердловская, Кемеровская, Тюменская и Томская области с угле-, нефте- и газодобычей, черной металлургией, машиностроением и химической промышленностью, а также аграрно-развитые Алтайский край, Омская, Курганская и Новосибирская области. В последние десятилетия получили инновационное развитие отдельные отрасли и регионы (нефтехимия в Томской области, машиностроение в Новосибирской области и т.д.).

Анализ современной социально-экономической ситуации, проведенный в рамках работы по гранту РГНФ № 13-42-93002, показывает, что среди регионов Западной Сибири по численности населения лидируют (без учета уральских регионов, расположенных в Обь-Иртышском бассейне): Новосибирская (2,8 млн чел.) и Кемеровская (2,7 млн чел.) области, а также Алтайский край и Омская область. Свои коррективы вносят Свердловская и Челябинская области с числом жителей 4,3 и 3,5 млн чел. соответственно, однако эти субъекты федерации не полностью расположены в границах Обь-Иртышского бассейна.

Степень хозяйственной освоенности территорий наглядно демонстрирует показатель плотности населения (рис. 2.2.1). На общем фоне выделяются Челябинская, Кемеровская и Свердловская области с высокой для сибирских регионов плотностью населения 20,0-40,0 чел./км². К числу средне-заселенных (10,0-15,0 чел./км²) можно отнести Новосибирскую, Омскую и Курганскую области, Алтай-

ский край. Территориями мало освоенными и соответственно слабозаселенными (до 5,0 чел./км²) являются Томская и Тюменская области (включая ХМАО и ЯНАО), Республика Алтай.

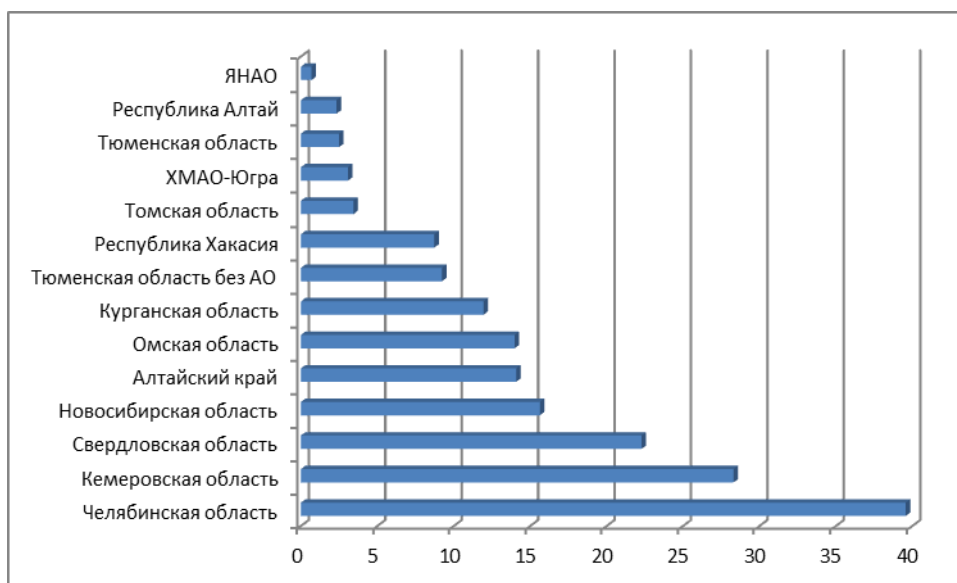


Рисунок 2.1.1. – Плотность населения регионов Обь-Иртышского бассейна, чел. /км² (рассчитано по: Регионы России, 2017)

Вместе с тем, к освоенным территориям Сибири не следует относить названные регионы целиком. Значительные по площади части субъектов (особенно на севере или в горных районах) остаются малоосвоенными и слабозаселенными территориями. Неравномерность хозяйственного освоения Сибири, связанная с природно-климатической суровостью территорий, особенностями рельефа и гидрографической сети, плохой транспортной доступностью и значительной удаленностью отдельных муниципальных образований, имеет отражение в виде основной полосы расселения (рис. 2.2.2).

В основной полосе расселения Западной Сибири расположены наиболее крупные городские и сельские населенные пункты, административные центры субъектов (Омск, Новосибирск, Кемерово, Новокузнецк, Томск, Барнаул и другие). Именно к ней приурочены групповые системы расселения с крупными агломерационными и промышленными центрами, являющимися по существу форпостами экономического развития, в том числе города-миллионера Новосибирск и Омск. Севернее полосы расселения и в горах юга Сибири получило развитие очаговое расселение.

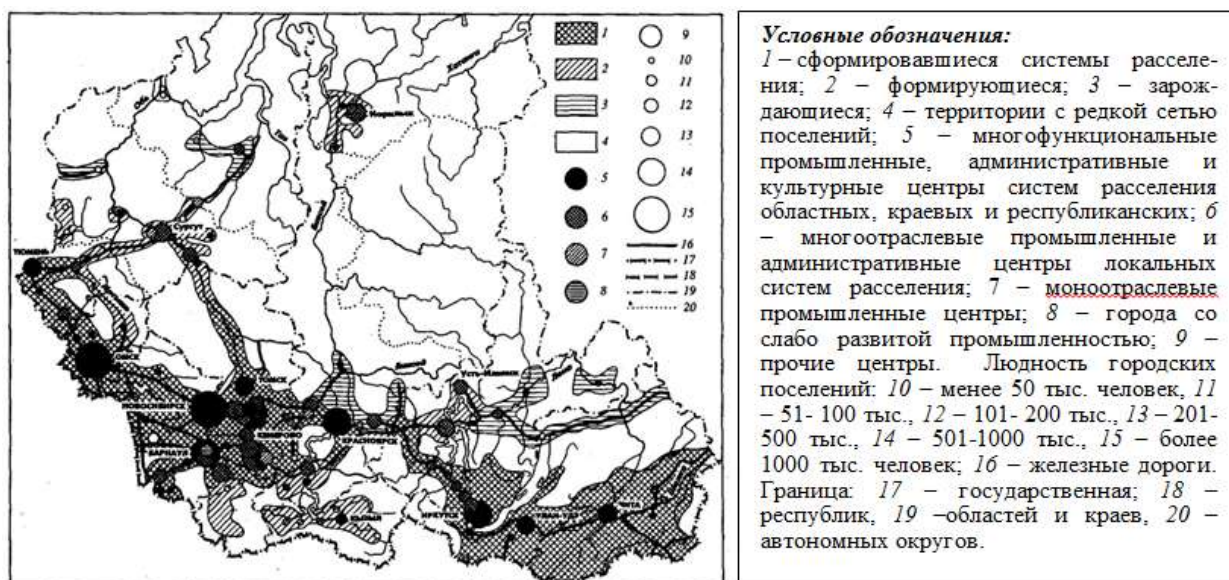


Рисунок 2.2.2. Системы расселения Сибири (по К.Н. Мисевичу (Лаппо, 1997))

Урбанизационные процессы и трансформацию расселения Западной Сибири характеризуют следующие цифры (без учета уральских регионов). Первое место занимает крупнейшая агломерация макрорегиона – Новосибирская, затем следуют близкие по численности населения Омская и Новокузнецкая. Замыкают список Барнаульская и Томская агломерации.

На сибирских просторах, при разреженности «точек» с незаурядным экономико-географическим положением, дефиците демографических ресурсов, как отмечают эксперты (Емельянова, 2010), необходима сеть очень крупных многофункциональных городов, соединенных мощными магистралями. Потребность Сибири в крупных центрах по сравнению с Европейской частью России гораздо больше. Формирование крупных городских агломераций является важным процессом в развитии экономики страны и ее пространственной структуры. В настоящее время ситуация в Сибири неустойчива, внешние факторы могут задержать диктуемые стадияльной логикой развития суб- и конурбацию или ускорить их. Малая плотность населения вместе с суровым климатом, бедностью и «дачной» традицией осложняет и замедляет переход к новой стадии расселения. Наши собственные исследования качества жизни населения регионов Сибири (Рыбкина, 2013) полностью подтверждают приведенные здесь и полученные ранее выводы, особенно в части необходимости сети крупных многофункциональных центров.

С развитием городов Сибири тесно связано промышленное освоение ее территорий. Каждому городу соответствует одно или несколько крупных, в некоторых случаях даже комплекс предприятий, ориентированных на выпуск промышленной продукции: Норильск – Норильскникель, Омск – Омский шинный и нефтеперерабатывающий заводы и т.д. В настоящее время промышленное производство регионов Западной Сибири характеризуют следующие цифры: на их долю с учетом территорий Обь-Иртышского бассейна приходится более 20,0 % российского объема отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг за 2016 г. (Регионы России, 2017). В структуре валовой добавленной стоимости регионов промышленное производство превышает 95,0 %. При этом добывающие и обрабатывающие производства по данным за 2016 г. имеют соответствующие доли – 40,0 % и 50,0 %. Это подчеркивает значительную роль обрабатывающих производств в экономике Западной Сибири на фоне продолжающихся оставаться существенными по значению и доле добывающих отраслей хозяйства (рис. 2.2.3).

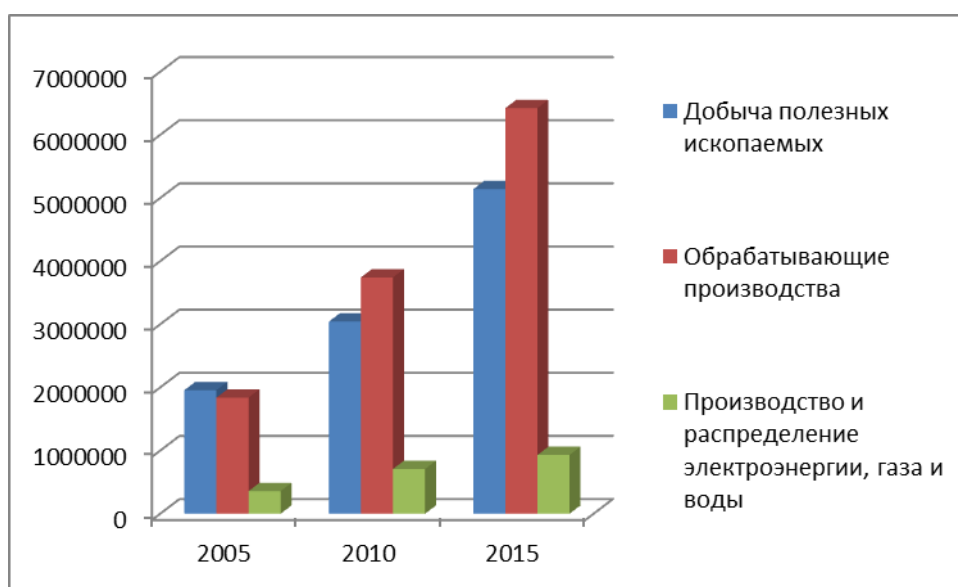


Рисунок 2.2.3. – Отгружено товаров собственного производства, выполненных работ и услуг своими силами по видам экономической деятельности в текущих ценах, млн рублей (Регионы России, 2017)

Среди регионов наибольшее развитие промышленность получила в Тюменской, Свердловской, Челябинской и Кемеровской областях (рис. 2.2.4), на долю

которых приходится, соответственно, 47 %, 14 %, 11 % и 10 % выпускаемой продукции Западной Сибири и регионов, расположенных в бассейне Оби и Иртыша (рис. 2.2.4). Тюменская (вместе с АО) и Кемеровская области являются лидерами по развитию добывающих отраслей: их суммарная доля составляет более 90 % продукции в стоимостном выражении.

По уровню развития обрабатывающих производств выделяются Тюменская, Свердловская, Челябинская, Омская, Кемеровская и Новосибирская области (рис. 2.2.5). При этом только Тюменская область выпускает около 20,0 % продукции обрабатывающих отраслей промышленности Западной Сибири и Обь-Иртышского бассейна. Эти же промышленные гиганты первенствуют в производстве и распределении электроэнергии, газа и воды. Доля Тюменской области в этом виде экономической деятельности превышает 32,0 %.

Вместе с тем, стоимостные объемы промышленного производства, отнесенные к площади регионов, детализируют и уточняют картину пространственного распределения промышленных видов экономической деятельности субъектов. Сравнительный анализ показывает, что наиболее велика промышленная нагрузка в пределах Челябинской и Кемеровской областей, превышая среднее значение в 2,4-3,0 раза.

В Свердловской и Омской областях промышленная нагрузка достигает, соответственно, 182 % и 102 % среднего уровня (5314, 55 тыс. руб. / км²). В остальных регионах «нагруженность» территории промышленным производством либо приравнивается к среднему значению, либо находится на отметках ниже него (рис. 2.2.6).

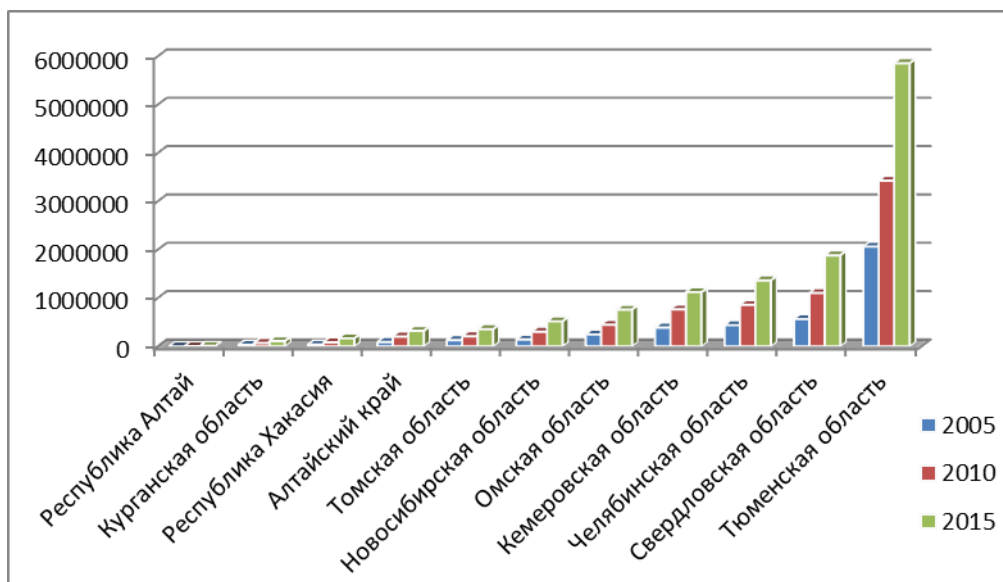


Рисунок 2.2.4. – Объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами по видам экономической деятельности «Добыча полезных ископаемых», «Обрабатывающие производства», «Производство и распределение электроэнергии, газа и воды» в сумме, млн рублей (Регионы России, 2017)

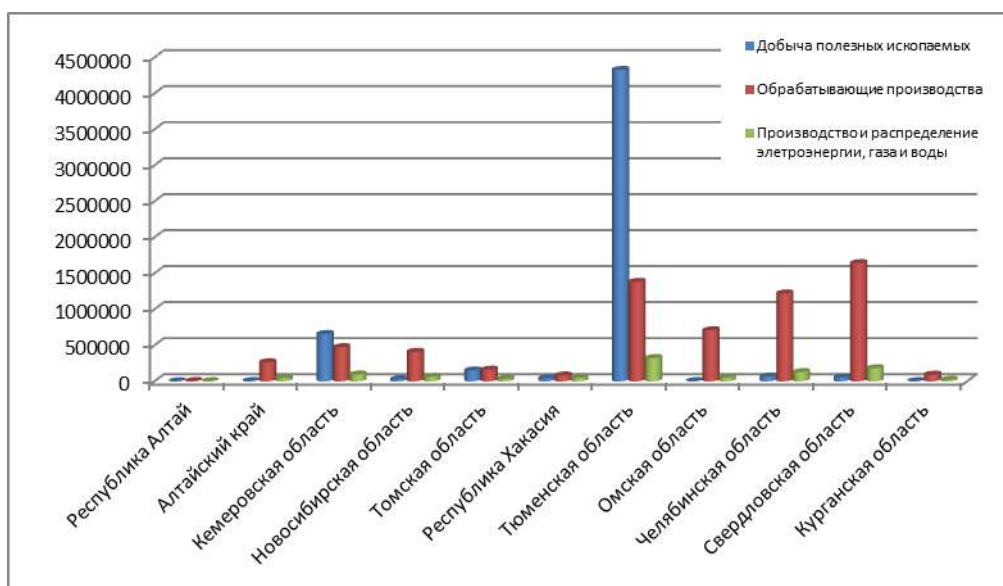


Рисунок 2.2.5. – Объемы промышленного производства регионов по видам экономической деятельности (Регионы России, 2017)

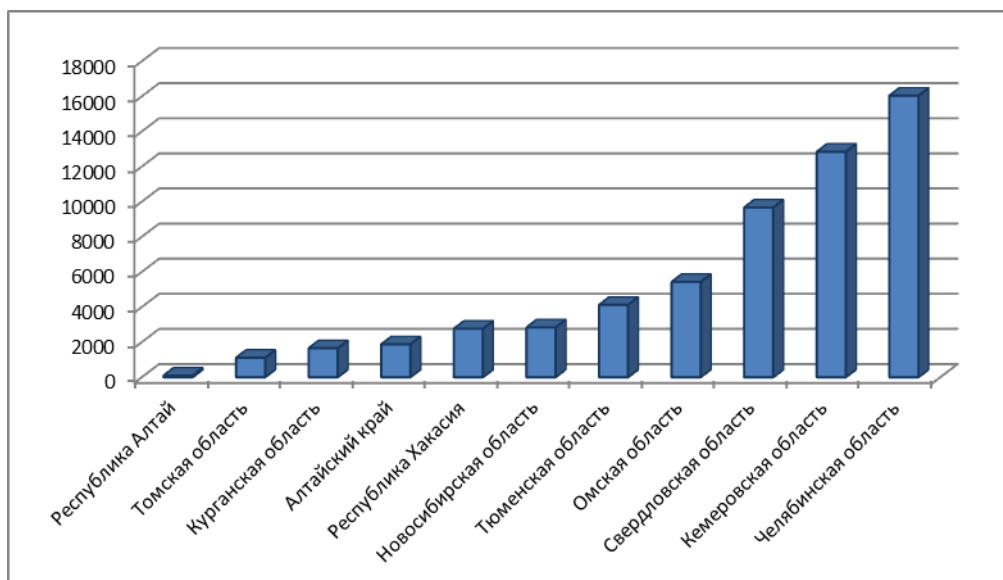


Рисунок 2.2.6. – Промышленная нагрузка в регионах, тыс. руб./км²

Уровень развития сельскохозяйственного производства определяется сравнительно неблагоприятными природными условиями регионов. Несмотря на это, по данным за 2016 г. регионы Западной Сибири занимают около 10,0 % российского рынка сельскохозяйственной продукции, а если учесть частично и уральские регионы, имеющие отношение к Обь-Иртышскому бассейну, то их доля возрастет до 14,0 %.

Наибольшими объемами сельскохозяйственного производства характеризуется Алтайский край, которому по праву принадлежит 8 место в рейтинге субъектов РФ. Челябинская, Омская, Новосибирская, Тюменская (юг) области существенно опережают другие регионы по валовым объемам произведенной сельскохозяйственной продукции (рис. 2.2.7), занимая в общероссийском рейтинге регионов, соответственно, 12, 21, 22 и 28 места.

Анализ доли посевных площадей в общей площади регионов показывает, что наибольшую сельскохозяйственную нагрузку (распаханность) испытывают территории Алтайского края (32,2 % по данным за 2016 г.), Омской (21,5 %), Челябинской (21,2 %), Курганской (19,7 %), Новосибирской (13,2 %) и Кемеровской (10,0 %) областей (рис. 2.2.8).

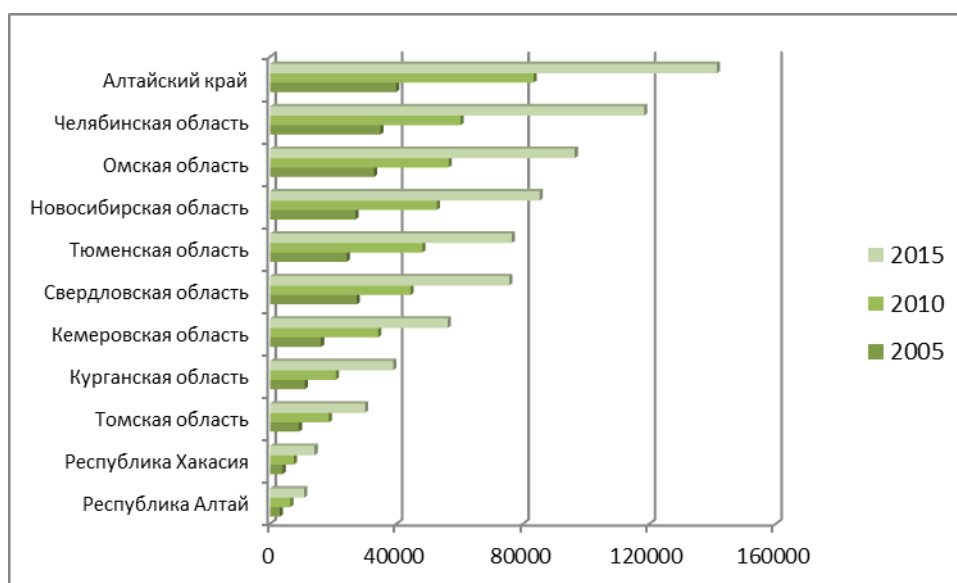


Рисунок 2.2.7. – Продукция сельского хозяйства в фактически действовавших ценах, млн руб. (Регионы России, 2017)

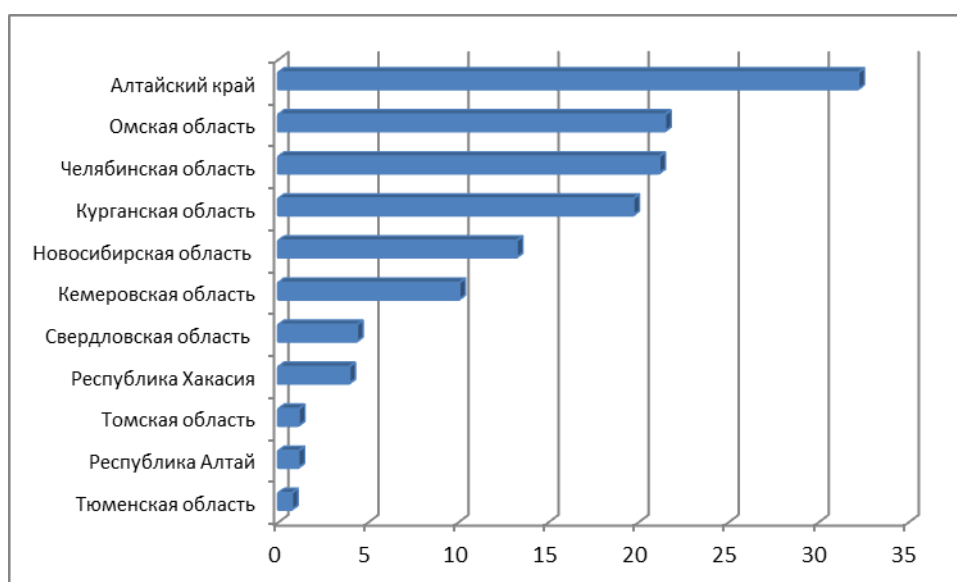


Рисунок 2.2.8. – Доля посевных площадей в общей площади регионов, % (рассчитано по данным: Регионы России, 2017)

В структуре сельскохозяйственного производства таких регионов, как Алтайский край, Омская и Новосибирская области важную роль играют зерновые культуры. В валовом сборе зерна эти субъекты занимают по данным за 2016 г. 4, 12 и 18 места в рейтинге регионов России.

По поголовью крупного рогатого скота (КРС) выделяются Алтайский край (4 место в рейтинге регионов РФ), Новосибирская (10 место) и Омская области

(15 место). При этом животноводческая нагрузка, измеряемая как количество голов КРС на единицу площади, распределяется между регионами следующим образом: от максимальных значений в Алтайском крае до минимума на территории Тюменской области (рис. 2.2.9).

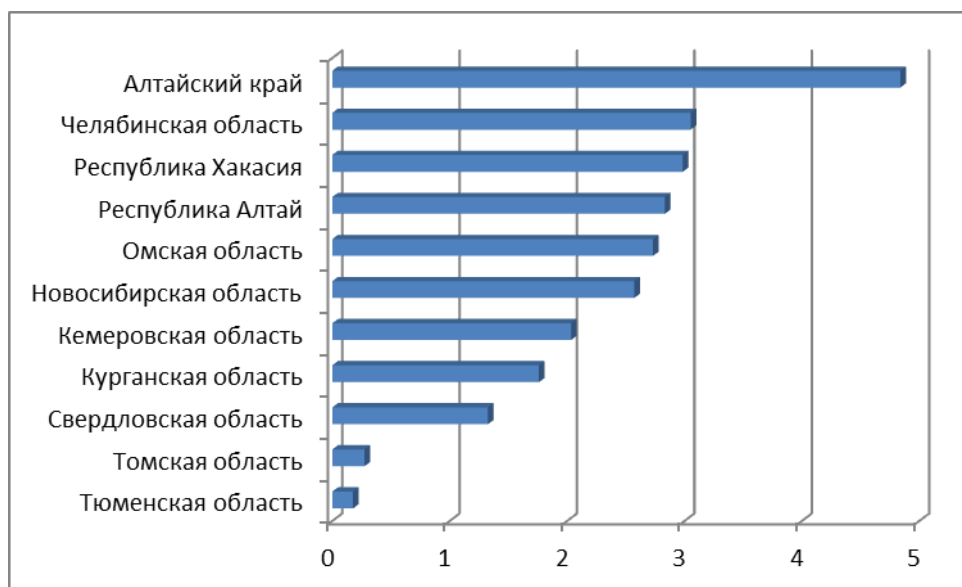


Рисунок 2.2.9. – Животноводческая нагрузка, гол./км²
(рассчитано по данным: Регионы России, 2017)

В целом по специфике территориальной организации экономики и природопользования, уровню социально-экономического развития территорий в Западной Сибири было предложено выделить три группы регионов и их районов (Экономика Сибири, 2009):

- с относительно высокой плотностью населения, вполне диверсифицированной экономикой и сравнительно высоким уровнем развития инфраструктуры и освоенности территории (Алтайский край, Новосибирская и Омская области). Здесь сосредоточен основной научно-образовательный и аграрный потенциал, перерабатывающий сектор промышленности Сибири;
- освоенные ресурсодобывающей направленности с относительно высоким уровнем развития промышленности и ее ресурсных отраслей и имеющие ярко выраженную специализацию (Кемеровская, Томская, Тюменская области). Здесь формируются основные источники доходов бюджетной системы Российской Федерации;

- малоосвоенные с низким уровнем социально-экономического развития (например, Республика Алтай). Перспективы развития связаны с рекреационной деятельностью и животноводческой отраслью хозяйства.

Подход разработан коллективом Института экономики и организации промышленного производства СО РАН. Планировалось, что развитие высокотехнологичных наукоемких отраслей и производств будет происходить в наиболее развитых регионах, прежде всего, юга Западной Сибири. В ресурсодобывающих регионах усиление комплексного развития территорий связывалось со стабилизацией их присутствия на мировых и отечественных рынках топливно-сырьевых ресурсов, что должно было обеспечить приток валюты в страну и Сибирь. Для слаборазвитых регионов предлагалась адресная государственная поддержка с целью создания экономических условий саморазвития на базе комбинированного использования элементов ресурсного и инновационного компонента развития.

Позднее, в рамках Стратегии развития Сибири–2020, ее основные положения имели четкую географическую привязку в виде трех поясов роста и развития: Арктический, Северный и Южный. Причем надо отметить, что это не означало территориального совпадения с границами субъектов. Преследовалась цель обозначить перспективные части регионов, поэтому указывались районы с высоким уровнем развития (например, центральные и южные районы Омской области, которые были включены в Южный пояс развития) или территории субъектов, ограниченные природными рубежами и приуроченные к конкретным природным объектам (как Среднее Приобье, Средний Иртыш, которые вошли в состав Северного пояса развития). Оконтуренные пространства вполне логично вписывались в общую идеологию Стратегии–2020, а их названия образно представляли перспективные территории – векторы роста экономики Сибири.

В Стратегии пространственного развития страны детальность географической привязки экономического роста регионов имеет еще более высокий уровень. Уже в констатирующей аналитической части речь идет о крупных экономических центрах и городских агломерациях, средних и малых городах, территориях без выраженной хозяйственной специализации. На общем фоне наметившихся трен-

дов развития отмечаются перспективные центры экономического роста, к которым отнесены «ядра» крупнейших и крупных городских агломераций (порядка 20 согласно Приложению 2 документа).

Кроме этого, выделены макрорегионы страны, в том числе Уральский (Курганская, Свердловская и Челябинская области), Западно-Сибирский (Тюменская область с автономными округами), Южная Сибирь (Республика Алтай, Алтайский край, Кемеровская, Новосибирская, Омская и Томская области), Енисейский (Республика Хакасия, Республика Тыва и Красноярский край) и др. Целевыми показателями развития регионов признается, что среднегодовой темп роста валового регионального продукта должен достичь к 2025 г. по инерционному сценарию 102,6 %, по целевому – 103,7% при существующем уровне за 2017 год – 101,0 %.

Сложившаяся территориальная структура населения и экономики регионов Западной Сибири во многом определяет особенности использования водных ресурсов, способствует формированию основных факторов воздействия на водные объекты, дифференцирует системы водопользования по качественным и количественным признакам ведения водного хозяйства.

2.3. Качество природных вод и уровень их антропогенного загрязнения

По данным литературных источников и последних обобщений, выполненных отдельными учеными и группами авторов (Современное состояние..., 2012), следует, что качество используемых водных ресурсов в регионах Западной Сибири по-прежнему определяется преимущественно природной составляющей и лишь частично антропогенной. Основными факторами, определяющими гидрохимический режим поверхностных вод, являются климатические условия, геологическое и геоморфологическое строение территории, характер почв и растительного покрова (Государственный доклад, 2017), лишь частично воздействие неочищенных и загрязненных сточных вод предприятий различной хозяйственной направленности. Как один из крупнейших на земном шаре Обь-Иртышский бассейн объединяет территории с различной орографией и широким биоклиматическим диапазоном, характерной особенностью является его исключительная забо-

лоченность (особенно в нижнем течении). В связи с этим, природные факторы формирования качества вод признаны многими исследователями как ведущие. Так, С.Д. Беляев (2017) считает, что минерализация и химический состав речной воды здесь являются исключительно функцией природной среды. С этих позиций автор рассматривает такие характеристики поверхностных вод бассейна, как минерализация речных вод, показатель ионного стока, модуль речного стока органических веществ.

Общая тенденция в распределении минерализации речной воды в бассейне Оби выражается в ее уменьшении с юга на север, что обусловлено бóльшей увлажненностью водосборов рек на севере, преобладанием там менее минерализующих воду лесных, болотных, тундровых почв, наличия многолетнемерзлых пород. На юге равнинной части бассейна сухость климата возрастает, подзолистые почвы сменяются черноземными и каштановыми, что приводит к росту минерализации речных вод (Беляев, 2017). В горных и предгорных районах бассейна минерализация крайне мала, воды относятся к ультрапресным (Современное состояние..., 2012).

Большинство рек России (Национальный атлас, 2007) имеют воды гидрокарбонатного класса, не исключение и речные воды Оби и Иртыша (рис. 2.3.1). Результаты исследований, выполненных в ИВЭП СО РАН, подтверждают данную закономерность (табл. 2.3.1). В частности нами, в ходе проведения экспедиционных работ, на примере бассейна озера Чаны было показано, что речные воды Каргата, Чулыма и других водотоков, имеющих внутренний сток в пределах Обь-Иртышского междуречья, характеризуются повышенными значениями минерализации и относятся к гидрокарбонатному классу кальциево-магниевой группы (Рыбкина, Магаева, Губарев, 2015). Однако часть Обь-Иртышского бассейна, приуроченная к области внутреннего стока и частично к левобережным притокам Иртыша, относится к хлоридному классу речных вод. Еще меньшую распространенность имеют речные воды сульфатного класса (рис. 2.3.1).



Рисунок 2.3.1. – Минерализация речных вод Обь-Иртышского бассейна (Национальный атлас, 2007)

Таблица 2.3.1. – Химический состав поверхностных вод бассейна р. Катунь (Папина, 2004)

Точка отбора	pH	O ₂	Жесткость, мг-экв/л	Ca ²⁺	HCO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	БПК ₅	ХПК
	Eh, mV	Cl ⁻	Минерализация, мг/л	Mg ²⁺	SO ₄ ²⁻	NO ₂ ⁻	PO ₄ ³⁻	ПО	C _{орг}
р. Ярлы-Амры, устье	7,70	13,5	2,23	28	140	0,10	0,1	0,40	12,0
	+ 290	1,30	186	10	10	0,01	0,005	0,51	4,5
р. Чибитка, устье	7,60	13,0	2,43	32	150	0,05	0,3	0,32	10,1
	+ 300	1,50	200	10	11	0,01	0,008	0,85	3,79
р. Чуя, устье	7,50	13,4	2,72	36	170	< 0,05	0,25	0,80	14,4
	+ 260	1,20	227	11	12	0,01	0,01	1,0	5,4
р. Катунь, створ Иня	7,70	13,5	1,67	25	106	0,10	0,6	1,80	10,3
	+ 260	0,60	142	5,0	5,3	0,01	0,02	1,0	3,9
р. Катунь, створ Анос	8,10	12,5	1,45	22	90	< 0,05	1,5	1,4	15,2
	+ 200	0,50	121	4,2	7,5	0,01	0,03	1,3	5,7

В целом минерализация речных вод колеблется в широких пределах от минимальных значений в горах и верховьях рек (100-200 мг/л), где фактором опреснения выступают талые ледниковые воды, до 1000 мг/л и более при условии засоления почв и привнесением макро– и микрокомпонентов внешними снеговыми водами. По катионному составу речные воды относятся преимущественно к кальциевой группе, реже – имеют натриевую.

Пространственные изменения химического состава речных вод существенным образом определяются зональными и азональными факторами их формирования. При изучении пространственных изменений химического состава речных вод, по утверждению О.Г. Савичева (2005), целесообразно отдельно рассматривать большие, средние и малые реки, поскольку каждая из этих групп водотоков характеризуется разным соотношением зональных и азональных факторов, определяющих различия в химическом составе речных вод. Наиболее полное отражение действия зональных факторов, согласно сложившимся в отечественной гидрологии представлениям, характерно для средних рек (Ресурсы поверхностных..., 1972; Кузин, Бабкин, 1979; Никитин, Земцов, 1986 и др.), водный и гидрохимический сток которых формируется обычно в пределах одной природной зоны с присущими для нее ландшафтами. Малые реки в большей степени испытывают влияние азональных факторов, представляющих собой отклонения от зональной нормы, вызванные «различным генезисом развития территорий» (Кузин, Бабкин, 1979, с. 19), на их примере в большей степени изучается влияние факторов локального воздействия. Большие же реки, напротив, формируются в пределах нескольких природных зон, причем, их гидрохимические показатели не являются простой суммой соответствующих показателей малых и средних притоков большой реки, поэтому для их водосборов характерны значительные влияния проявления зональности, в том числе и для химического состава вод. Так, для больших рек Томь и Чулым наблюдаются: увеличение содержаний макрокомпонентов от верховий к створам в среднем течении (в среднем от 80...100 мг/дм³ до 160...180 мг/дм³ в водах Томи и 190...210 мг/дм³ в Чулыме), их уменьшение в переходной зоне участков среднего и нижнего течения (до 140...150 мг/дм³ в Томи у гг. Юрга и Томск и 170 мг/дм³ в Чулыме у с. Зырянское) и некоторое возрастание концентраций по мере приближения к устью (153 мг/дм³ в устье Томи и 188 мг/дм³ в 143 км от устья Чулыма) (Савичев, 2005). В зависимости от гидрологического режима водных объектов колебания общей минерализации могут варьировать в значительных пределах (рис. 2.3.2-2.3.3). В межень минерализация воды рек возрастает, например, до 90-230 мг/дм³ – в бассейнах Катунь и Бии (при

наименьших значениях 31-130 мг/дм³) и до 500 мг/дм³ – для рр. Ануй, Иша, Песчаная (при наименьших значениях 45-274 мг/дм³) (Беляев, 2017).

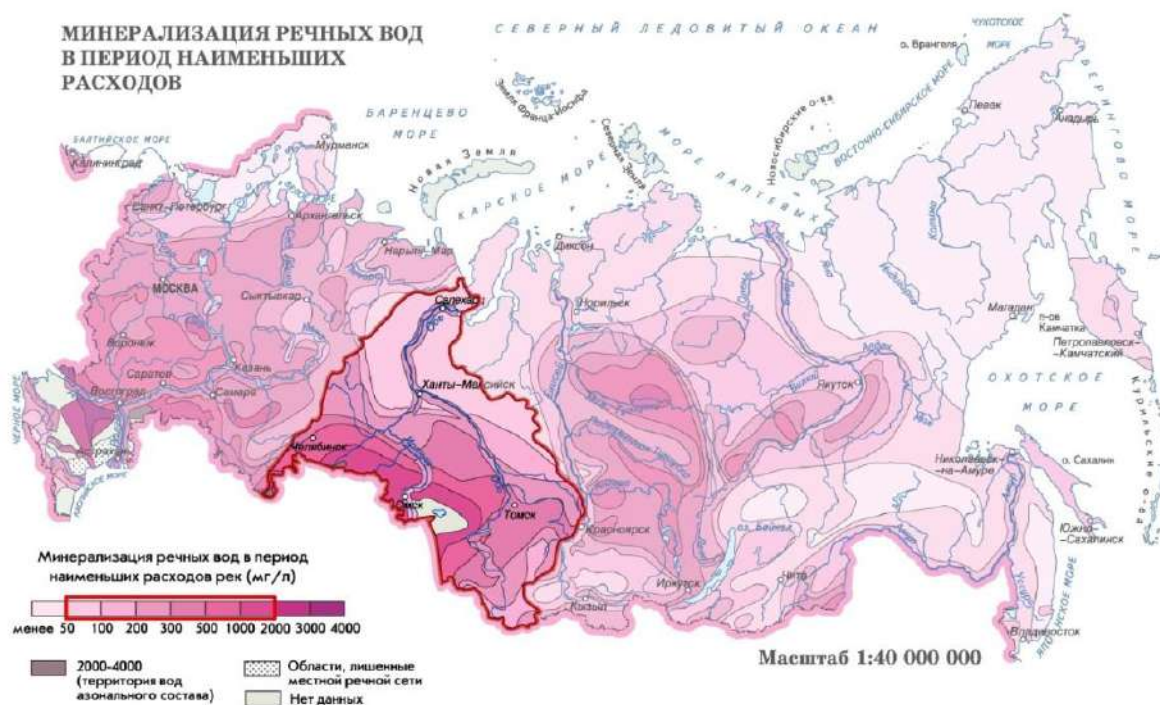


Рисунок 2.3.2. – Минерализация речных вод в период наименьших расходов рек Обь-Иртышского бассейна (Национальный атлас, 2007)

Для использования воды в целях питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения важное значение имеют и такие показатели, как органические и неорганические примеси, взвешенные вещества и мутность речного потока. Модуль ионного речного стока относительно равномерен по территории Обь-Иртышского бассейна (рис. 2.3.4). В то время как органических веществ в разы отличается: от минимальных значений в более северных широтах и высокогорных районах с замедленными темпами биологического круговорота до максимальных – в границах степных и лесостепных участков (рис. 2.3.5).

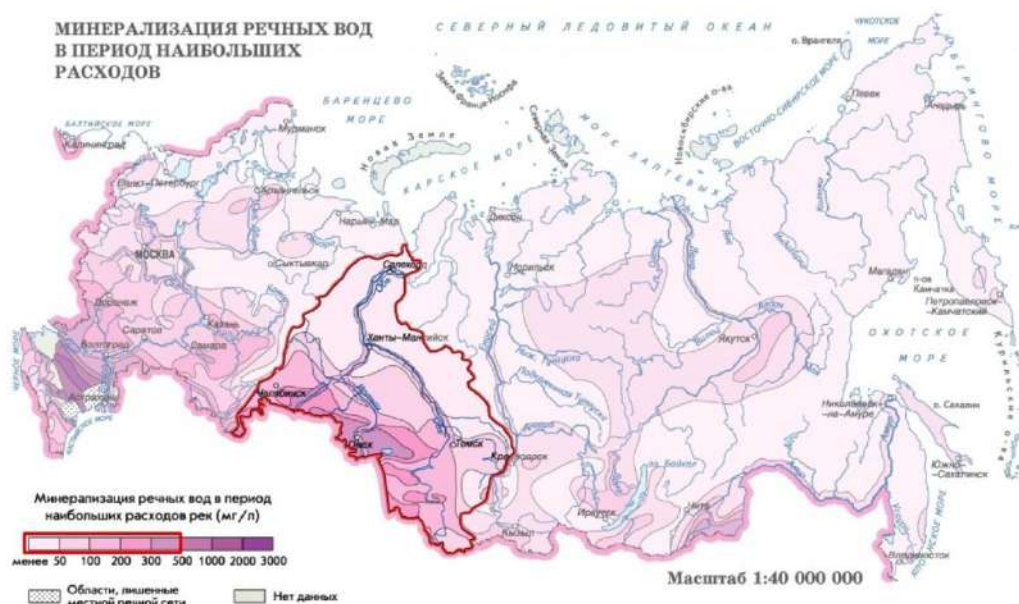


Рисунок 2.3.3. – Минерализация речных вод в период наибольших расходов рек
Обь-Иртышского бассейна (Национальный атлас, 2007)

Модуль стока взвешенных веществ имеет некоторые общие закономерности: с повышением значений в горных и предгорных районах с большими уклонами поверхности, скоростью речного потока и понижением величины модуля на равнинных участках рек (рис. 2.3.6). Среднеголетний сток взвешенных наносов увеличивается от слияния Бии и Катуни до Камня-на-Оби с 5 до 17,9 млн т/год. До создания водохранилища к Новосибирску он убывал на 4,5 млн т/год и возрастал к г. Колпашева на 3,3 млн т/год под влиянием притоков (Томь и Чулым приносят 6 млн т наносов в год). В естественных условиях от Камня-на-Оби до Колпашева отлагалось около 7 млн т/год взвешенных наносов. В настоящее время сток взвешенных наносов увеличивается от Новосибирска до Колпашева с 4 до 16 млн т/год (вследствие размыва русла в нижнем бьефе ГЭС) и до Салехарда практически не изменяется. Сток влекомых наносов, составляя 6–17% стока взвешенных, равен у слияния Бии и Катуни 650 тыс. т, в Камне-на-Оби – 1 млн т/год, в Колпашеве – 2,9 млн т/год (Беркович, Рулева, Чалов, 2018).

Среднеголетняя мутность воды ниже слияния Бии и Катуни – 140 г/м^3 , наибольшая – 1400 г/м^3 ; на протяжении 60–70 км различается в право- и левобережной частях реки вследствие различий мутности Бии и Катуни. У г. Камня-на-Оби мутность воды достигает 350 г/м^3 . Новосибирское водохранилище снижает

мутность воды в три раза. Вниз по течению она убывает у г. Колпашева до 120, в низовьях до 40 г/м³ (Беркович, Рулева, Чалов, 2018).

Для Иртыша максимальные значения мутности наблюдаются на пике – начале спада половодья и достигают 2-3 тыс. г/м³. В зимний период мутность мала – 2-15 г/м³, а в меженный летний период достигает 10-50 г/м³. В среднемноголетних значениях мутность воды Иртыша до впадения р. Тобол возрастает до 200 г/м³, затем в нижнем течении уменьшается до 75 г/м³ (Фролова, 2018).

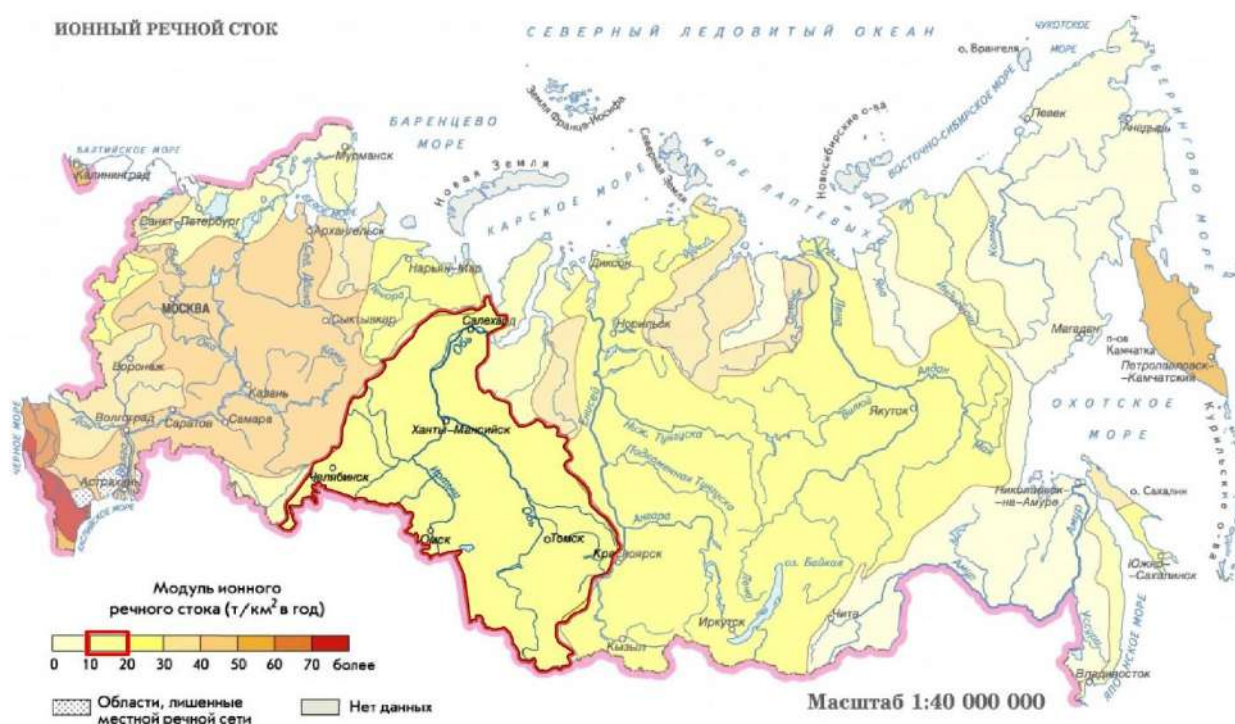


Рисунок 2.3.4. – Ионный речной сток Обь-Иртышского бассейна (Национальный атлас, 2007)

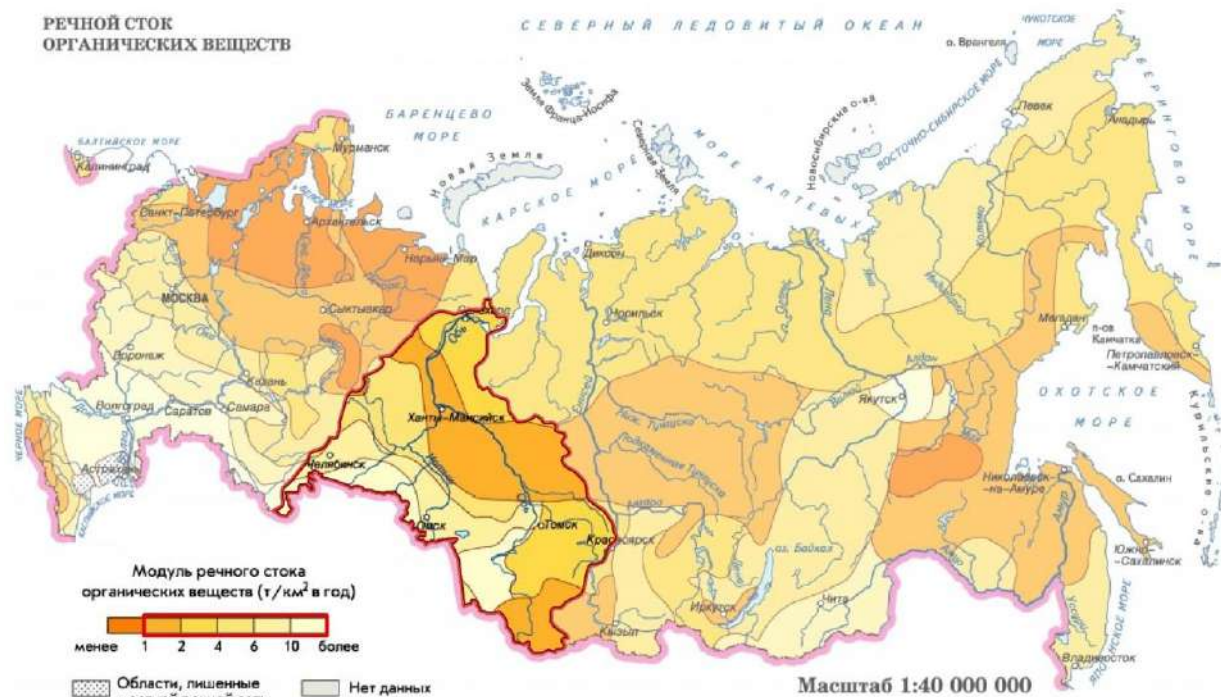


Рисунок 2.3.5. – Речной сток органических веществ в Обь-Иртышском бассейне (Национальный атлас, 2007)



Рисунок 2.3.6. – Сток речных взвешенных веществ в Обь-Иртышском бассейне (Национальный атлас, 2007)



Рисунок 2.3.7. – Мутность речных вод в Обь-Иртышском бассейне (Национальный атлас, 2007)

Неоднородность химического состава подземных вод еще более значительная в сравнении с речными водами. Характеристика качества подземных вод базируется на ежегодных данных мониторинга, содержащих информацию о состоянии и уровне загрязнения подземных вод, обобщенную по субъектам РФ в рамках системы государственного мониторинга состояния недр. В регионах Западной Сибири результаты исследований свидетельствуют о том, что качественный состав подземных вод не изменился относительно предыдущих лет, за исключением Республики Алтай, где под влиянием афтершоковых событий эти изменения регистрируются (Государственный доклад, 2017).

Минерализация подземных вод в целом растет от складчатых областей Урала, Алтая и Саян в направлении к центру и северу Западно-Сибирской артезианской области (до 70 г/л). В пределах чехла артезианской области выделяются шесть основных водоносных комплексов, неоген-четвертичный распространен практически повсеместно. В северной части области четвертичные отложения полностью заморожены, в южной части дренируются крупными реками. Грун-

товые воды аллювиальных и озерных отложений обычно пресные. На юге Тобольского и Кулундино-Барнаульского артезианских бассейнов (в условиях засушливого климата) минерализация вод возрастает до 50 г/л, а на севере артезианской области, в районе Салехарда, воды морских четвертичных отложений имеют минерализацию более 30 г/л. В неогеновых горизонтах пресные воды распространены в северных и восточных районах, к югу их минерализация увеличивается за счет сульфатов и хлоридов. Солоноватые воды (до 10 г/л) преобладают на водоразделах Тобола, Ишима и Иртыша. Южнее 56° с.ш. воды в наиболее обильных олигоценых отложениях часто имеют разнообразный состав и минерализацию до 10–12 г/л, а севернее развиты преимущественно пресные воды (Джамалов и др., 2018). Для использования в хозяйственно-питьевых целях подземные и речные воды в большинстве случаев следует водоподготавливать.

По данным Росгидромет и Федерального агентства водных ресурсов (ФАВР) России, в последние годы вода р. Обь в верхнем течении в большинстве створов на участке с. Фоминское – г. Камень-на-Оби (Алтайский край), в фоновом створе г. Барнаул и в районе г. Камень-на-Оби оценивалась как «слабо загрязненная» (2015 г.) или «загрязненная» (2016 г.); в контрольном створе г. Барнаул – как «грязная» (2016 г.) или «загрязненная» (2017 г.). Ухудшение качества воды от «слабо загрязненной» (в 2016 г.) до «загрязненной» (2017 г.) зафиксировано в районе с. Фоминское. Характерными загрязняющими веществами этого участка являются нефтепродукты и соединения железа, в отдельных створах к ним добавляются легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅), фенолы и нитритный азот. В среднем течении р. Обь и Новосибирском водохранилище (Томская, Новосибирская обл.) вода в большинстве створов (54%) оценивается как «загрязненная», в остальных створах – как «грязная». В Ханты-Мансийском и Ямало-Ненецком автономных округах в нижнем течении р. Обь на участке г. Нижневартовск – г. Салехард вода оценивается как «грязная». В многолетнем плане ниже г. Салехард вода оценивается как «грязная», в отдельные ранние годы – «экстремально грязная» (например, в 2010 г.). Критического уровня загрязненности воды достигали соединения железа, в отдельных створах – цинка, марганца;

в фоновом и контрольном створах р. Обь, г. Салехард – легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅). В районе пгт. Октябрьское отмечается дефицит растворенного кислорода (Государственный доклад, 2017, 2018).

Подземные воды основных водоносных горизонтов и комплексов в большинстве случаев в природном состоянии также не соответствуют нормативным требованиям к питьевым водам, прежде всего, по величине минерализации и показателю общей жесткости, а также по содержанию железа, марганца, сульфатам, хлоридам, реже кремния, лития, бария, брома, стронция. Содержание фтора практически повсеместно ниже норм. Кроме того, интенсивный водоотбор подземных вод и несоблюдение режима эксплуатации на отдельных водозаборах регионов Западной Сибири (Республики Алтай, Томской области) приводит к подтягиванию некондиционных вод из смежных водоносных горизонтов и способствует ухудшению качества добываемой воды (Государственный доклад, 2017).

2.4. Методический подход и алгоритм оценки водоресурсной обеспеченности территорий

В связи с вышесказанным, задача водоресурсной оценки долгосрочного развития регионов Западной Сибири представляется достаточно сложной, поэтому важным является методический подход и алгоритм ее решения. Сложность объясняется значительным по количеству набором последовательных действий, осуществлением выполняемых работ в несколько этапов, трудностями сопоставления расчетных и наблюдаемых показателей. В ходе достижения задачи приходится привлекать и анализировать многочисленные и в то же время разнородные данные (гидрологические, гидрохимические, водохозяйственные и др.) с привязкой к речным и артезианским бассейнам, гидрографическим и водохозяйственным единицам, административно-территориальным образованиям и природным выделам.

Кроме этого, оценка водообеспеченности регионов в методическом отношении связана с такими проблемами, как недостаток гидрологической информации, различия условий формирования и использования водных ресурсов, трудно-

сти совмещения физико-географических, административно-территориальных и водохозяйственных границ. Эти и другие сложности выполнения расчетов снижают качество проводимых оценок в регионах.

Сотрудниками ИВЭП СО РАН в целях рационализации регионального природопользования выполнен углубленный анализ зональных и азональных факторов ландшафтной дифференциации и разработана обобщенная схема физико-географического районирования Сибири (Винокуров, Цимбaley, 2006). Авторами подчеркивается, что природообусловленные системы, к которым, по нашему мнению, следует отнести и системы водопользования регионов, формируются на основе зонально-провинциальных особенностей территории, занимают важное место в экономике субъектов и имеют более устойчивый характер по сравнению с объектно- и программно-целевыми системами (Винокуров, Цимбaley, Краснаярова, 2005). Управление водными ресурсами и региональными системами природопользования предложено осуществлять в рамках ландшафтно-бассейнового подхода (Винокуров, Жерелина, Краснаярова, 2000; Цимбaley, 2008). В 2008-2010 гг. выполнены исследования по научному обоснованию комплексного использования и охраны водных объектов Обь-Иртышского бассейна (Современное состояние..., 2012).

В рамках госбюджетного проекта «Пространственно-временная организация природных и природно-хозяйственных систем в водосборных бассейнах: стратегия водопользования и обеспечения гидроэкологической безопасности Сибири» ландшафтно-бассейновый подход адаптирован в целях оценки современной и перспективной водообеспеченности регионов Западной Сибири в виде алгоритма последовательных действий, направленных на выполнение поставленной задачи. Процедуры осуществления алгоритма сгруппированы в четыре блока работ: 1) по сбору, обобщению и анализу входной (исходной) информации; 2) по выполнению расчетов оценки современной и перспективной водообеспеченности регионов Западной Сибири; 3) по разработке методических приемов оценки водообеспеченности на разных иерархических уровнях обобщения гидрологической, социально-экономической и водохозяйственной информации; 4) по представлению

полученных результатов оценки по ландшафтным провинциям и речным бассейнам, отдельным регионам и зонам перспективного социально-экономического развития. Полученные результаты опубликованы на примере отдельных территорий (Рыбкина, 2016).

Ценность предлагаемого подхода видится в возможности его применения на разных иерархических уровнях обобщения пространственной информации – макрорегиональном, региональном и субрегиональном (рис. 2.4.1). Субрегиональному уровню соответствуют в административном отношении муниципальные районы субъектов, в природном – физико-географические или ландшафтные провинции, в водохозяйственном – отдельные участки водохозяйственного районирования речных или гидрогеологических бассейнов. Региональный уровень охватывает соответственно субъекты Сибирского федерального округа (СФО), зонально-провинциальное деление Западно-Сибирской физико-географической страны и Алтае-Саянской горной системы, а также бассейновые округа и районы. Макрорегиональный уровень позволяет обобщить информацию по водообеспеченности СФО, представляя характеристики в целом для Западной Сибири и Обь-Иртышского бассейна.

Для реализации алгоритма исследования создана база исходных пространственно-временных данных. Природный блок базы данных составляют характеристики естественных ресурсов поверхностных и подземных вод, водохозяйственный – показатели использования водных ресурсов по статистическим формам государственной отчетности 2 – ТП (водхоз), а также расчетные удельные величины водопотребления и водоемкости и другие показатели. В социально-экономический блок базы данных вошли параметры численности населения, размер и число городских округов и сельских поселений регионов исследования, стоимостные показатели валового регионального продукта (ВРП) по видам экономической деятельности в разрезе муниципальных образований субъектов и другие (рис. 2.4.2). Все процедуры выполняются в два этапа – для оценки современной и перспективной водообеспеченности (рис. 2.4.3).

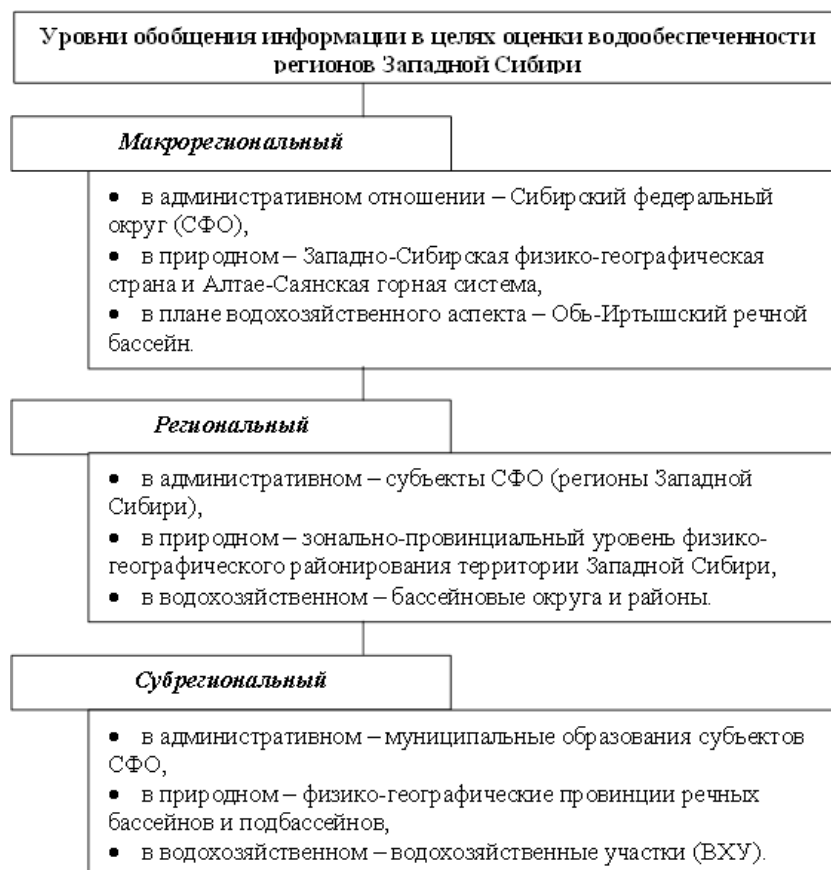


Рисунок 2.4.1. – Уровни обобщения информации и представления полученных результатов



Рисунок 2.4.2. – Базы данных и входная информация для оценки водообеспеченности территорий Западной Сибири

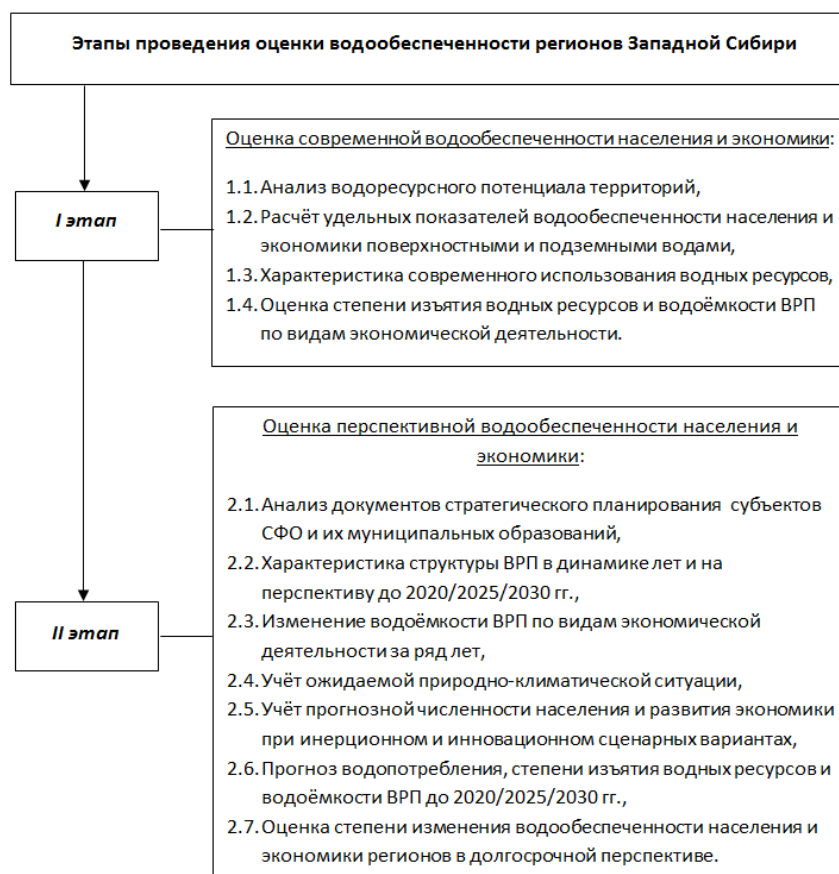


Рисунок 2.4.3. – Этапы проведения оценки водообеспеченности территорий

При этом современная водообеспеченность рассчитывается в двух вариантах – на основе учета потенциальных и реальных водных ресурсов (Водные ресурсы..., 2008). Потенциальная водообеспеченность определяется как отношение среднегодовое возобновляемых водных ресурсов к численности проживающего на данной территории населения. По величине потенциальной водообеспеченности можно судить в целом о состоянии водных ресурсов в макрорегионе или стране в естественных условиях их формирования (например, в границах природных зон и ландшафтных провинций), давать сравнительную характеристику отдельных субъектов и регионов, анализировать динамику водообеспеченности за определенный период времени.

В нашем случае оценка потенциальной обеспеченности поверхностными водными ресурсами выполнена на основе данных гидрологических постов о среднегодовом расходе рек Обь-Иртышского бассейна за весь период наблюдений по 2008 год, на отдельных участках включительно по 2016 год, а также с ис-

пользованием карты «Средний многолетний сток рек СССР» в случаях отсутствия постов Росгидромета (Географический атлас, 1980).

В основу оценки обеспеченности подземными водами положены картографические материалы Атласа гидрогеологических и инженерно-геологических карт СССР (1983) и оценки ресурсов пресных и маломинерализованных подземных вод южной части Западно-Сибирского артезианского бассейна (Ресурсы пресных..., 1991), а также результаты геологоразведочных работ, которые были проведены в регионах за последние годы (при условии их наличия, например, для Новосибирской области (Васькина, Казьмин, 2006)). Во всех случаях водообеспеченность рассчитывалась по показателям модуля подземного стока зоны интенсивного водообмена (Винокуров, Рыбкина и др., 2018).

Реальная водообеспеченность определялась только для территорий, имеющих ограниченные водные ресурсы, и только при наличии исходной гидрологической информации по длиннорядным постам наблюдений. Для таких территорий использование в оценках только величин потенциальной водообеспеченности приводит к искажению объективной ситуации с водными ресурсами, так как потенциальная природная водообеспеченность всегда завышена по сравнению с реальными условиями водоснабжения (Водные ресурсы..., 2008). Это связано с тем, что не учитывается часть воды, которая безвозвратно теряется при ее использовании (так называемое безвозвратное водопотребление). Кроме того, в отдельные годы и периоды, водные ресурсы намного меньше среднемноголетних значений. Чтобы учесть эти обстоятельства для территорий, имеющих ограниченные водные ресурсы, в расчет реальной водообеспеченности брались данные минимальных среднегодовых величин речного стока за три следующих друг за другом маловодных года. При этом результирующий показатель реальной водообеспеченности оценивался как разность реальных водных ресурсов за трехлетний маловодный период и безвозвратного водопотребления в расчете на одного жителя региона.

Перспективная водообеспеченность оценивалась с учетом сложившихся особенностей водопользования и эффективности использования водных ресурсов. Через показатели водоемкости производства на этом этапе также осуществлялся

прогноз водопотребления при разных вариантах социально-экономического развития территорий (консервативный, базовый, целевой) и в условиях разной водности (наименьшей, средней, наибольшей), в которых находятся или могут находиться регионы. При расчете водообеспеченности по возможности учитывались существующие оценки качества поверхностных и подземных вод, демографический прогноз Росстата (за основу брался средний вариант), экспертные оценки изменений водных ресурсов регионов Обь-Иртышского бассейна (рис. 2.4.4).

Для оценки водообеспеченности регионов также были рассчитаны показатели забранной и использованной воды на различные хозяйственные нужды, объемы водопотребления из поверхностных и подземных водных источников, водоемкость ВРП, водоемкость промышленной и сельскохозяйственной продукции, объем оборотного и повторно-последовательного водоснабжения. Расчет проводился путем совмещения («вложения») территорий муниципальных образований в границы ландшафтных провинций или ВХУ.

Совмещение природных и административных границ и расчет удельной водообеспеченности (на одного жителя) осуществлялся при помощи ГИС-технологий (Курепина, Рыбкина, 2017). Для упрощения выполнения расчетов была создана картографическая основа для территории Западной Сибири в разрезе 83 ландшафтных провинций, 81 водохозяйственного участка в бассейнах рек и озер, 15 субъектов РФ (рис. 2.4.5).

В развитие алгоритма пошагового исполнения оценки водоресурсной обеспеченности территорий Западной Сибири создан ГИС-проект, функциональные возможности которого представлены на рис. 2.4.6.

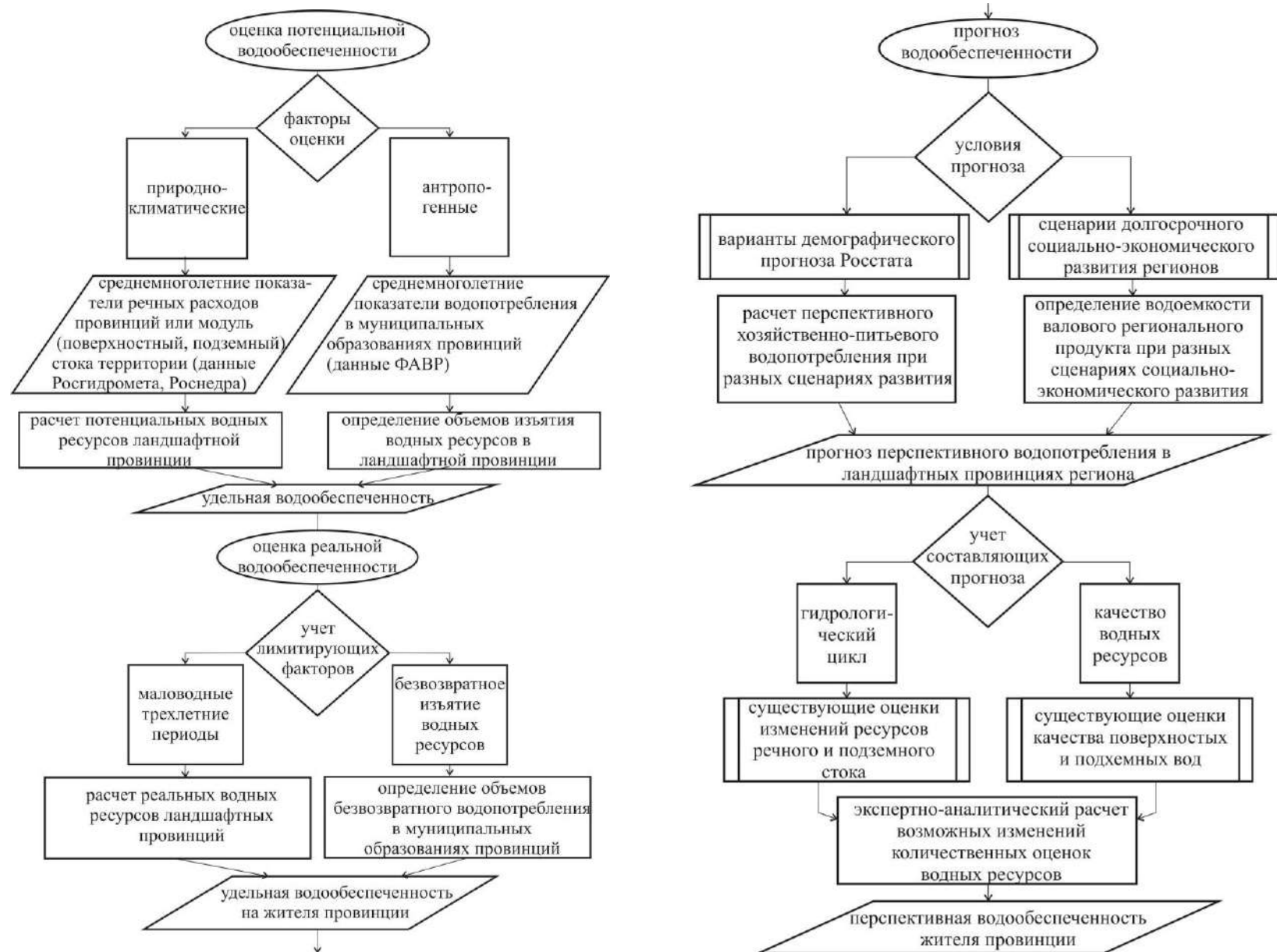


Рисунок 2.4.4 – Алгоритм оценки водоресурсной обеспеченности территорий Западной Сибири

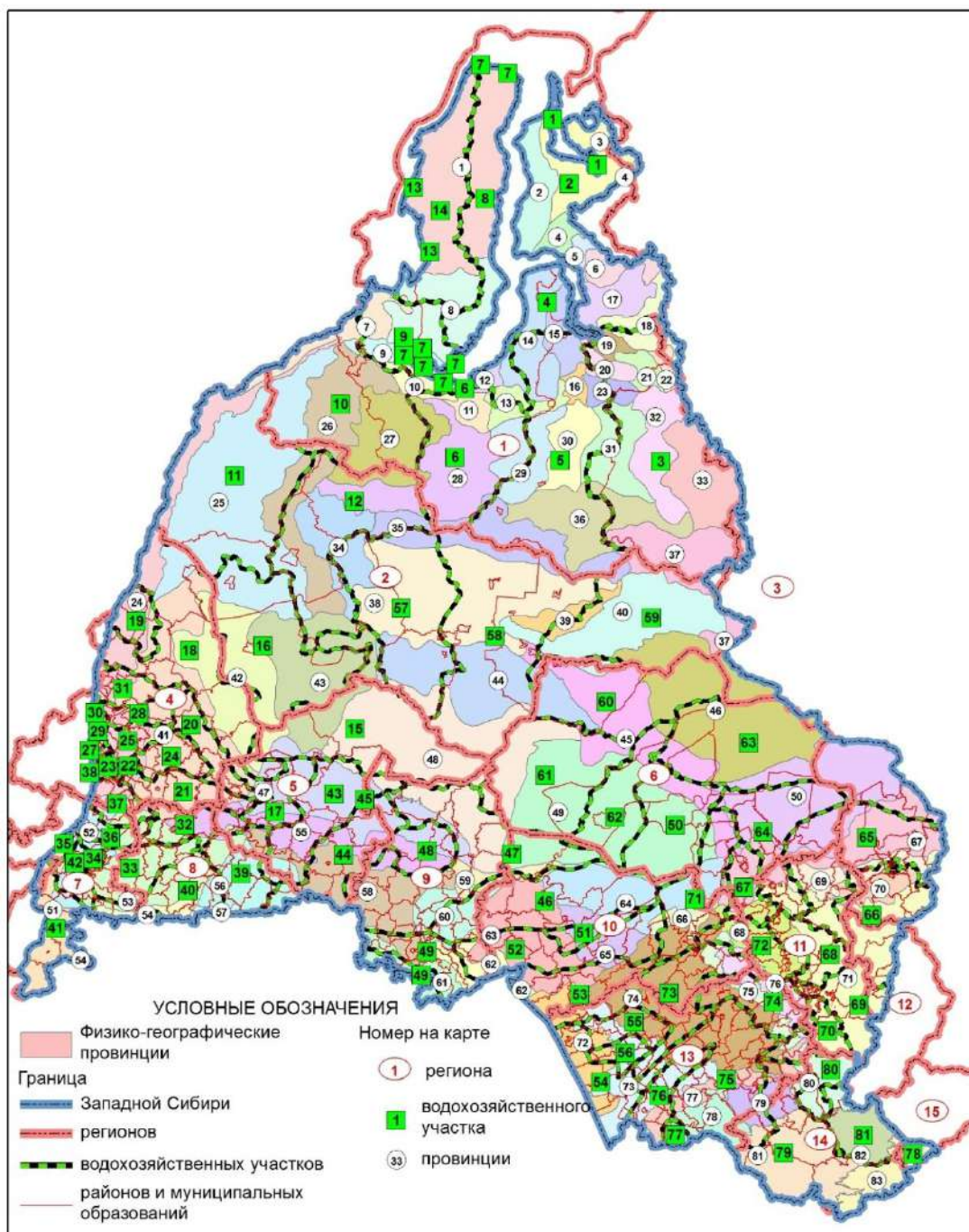


Рисунок 2.4.5 – Ландшафтные провинции, водохозяйственные участки и муниципальные образования Западной Сибири

Условные обозначения к рисунку 4.5. Регионы: 1 – Ямало-Ненецкий автономный округ, 2 – Ханты-Мансийский автономный округ – Югра (Тюменская область), 3 – Красноярский край, 4 – Свердловская область, 5 – Тюменская область, 6 – Томская область, 7 – Челябинская область, 8 – Курганская область, 9 – Омская область, 10 – Новосибирская область, 11 – Кемеровская область, 12 – Республика Хакасия, 13 – Алтайский край, 14 – Республика Алтай, 15 – Республика Тыва.

Водохозяйственные участки: 1 – острова Карского моря (15-05-00-100), 2 – реки бассейна Карского моря, 3 – р. Таз (15-05-00-001), 4 – бассейн Карского моря (15-04-00-002), 5 – р. Пур (15-04-00-001), 6 – р. Надым (15-03-00-001), 7 – острова Карского моря в пределах внутренних морских вод и территориального моря РФ, прилегающего к береговой линии гидрографической единицы 15.02.03 (вкл. о-в Белый, (15-02-03-100), 8 – реки западного участка (15-02-03-003), 9 – р. Обь от г. Салехард до устья (15-02-03-002), 10 – р. Обь без р. Сев. Сосьва (15-02-03-001), 11 – Сев. Сосьва (15-02-02-001), 12 – р. Мал. Обь и р. Обь без р. Иртыш (15-02-01-001), 13 – острова Карского моря (15-01-00-100), 14 – реки бассейна Карского моря (15-01-00-001), 15 – р. Иртыш без рек Тобол и Конда (14.01.07.001), 16 – р. Конда (исток, устье, 14-01-06-001), 17 – р. Тобол от впадения р. Исеть (14-01-05-026), 18 – р. Тавда от исто-

ка до устья (14-01-05-025), 19 – р. Сосьва от истока до в/п д. Морозково (14-01-05-024), 20 – р. Тура от впадения р. Тагил (14-01-05-023), 21 – р. Пышма от Белоярского г/у до устья без р. Рефт от истока до Рефтинского г/у (14-01-05-022), 22 – р. Рефт от истока до Рефтинского г/у (14-01-05-021), 23 – р. Пышма от истока до Белоярского г/у (14-01-05-020), 24 – р. Ница от слияния рек Реж и Нейва до устья (14-01-05-019), 25 – р. Реж (без р. Аять от истока до Аятского г/у) и Нейва (от Невьянского г/у) до их слияния (14-01-05-018), 26 – р. Аять от истока до Аятского г/у (14-01-05-017), 27 – р. Нейва от истока до Невьянского г/у (14-01-05-016), 28 – р. Тагил от г. Нижний Тагил до устья (14-01-05-015), 29 – р. Тагил от истока до г. Нижний Тагил без р. Черная (14-01-05-014), 30 – р. Черная от истока до Черноисточинского г/у (14-01-05-013), 31 – р. Тура от истока до впадения р. Тагил (14-01-05-012), 32 – р. Исеть от впадения р. Теча до устья без р. Миасс (14-01-05-011), 33 – р. Миасс от г. Челябинск до устья (14-01-05-010), 34 – р. Миасс от Аргазинского г/у до г. Челябинск (14-01-05-009), 35 – р. Миасс от истока до Аргазинского г/у (14-01-05-008), 36 – р. Теча (исток, устье, 14-01-05-007), 37 – р. Исеть от г. Екатеринбург до впадения р. Теча (14-01-05-006), 38 – р. Исеть от истока до г. Екатеринбург (14-01-05-005), 39 – р. Тобол от г. Курган до впадения р. Исеть (14-01-05-004), 40 – р. Тобол от впадения р. Уй до г. Курган (14-01-05-003), 41 – р. Тобол от границы РФ до впадения р. Увелька (14-01-05-002), 42 – р. Увелька (исток-устье, 14-01-05-001), 43 – р. Иртыш без р. Ишим (14-01-04-001), 44 – р. Ишим (от границы с Респ. Казахстан до устья) (14-01-03-002), 45 – бассейн оз. Б. Уват до г/у Б. Уват в истоке р. Вертенис (14-01-03-001), 46 – р. Омь (исток, устье, 14-01-02-001), 47 – р. Иртыш без рек Омь и Оша (14-01-01-003), 48 – р. Оша (исток, устье) (14-01-01-002), 49 – р. Иртыш (граница с Казахстаном, 14-01-01-001), 50 – р. Обь от впадения р. Чулым до впадения р. Кеть (13.01.05.001), 51 – водные объекты между бассейнами оз. Чаны и р. Омь (13-02-00-006), 52 – оз. Чаны и впадающие в него реки и др. водные объекты (13-02-00-005), 53 – бассейн оз. Тополиное и р. Бурла (13-02-00-004), 54 – южнее бассейна р. Бурла без бассейнов озер Кучукского и Кулундинского (13-02-00-003), 55 – оз. Кулундинское и впадающие в него реки (13-02-00-002), 56 – оз. Кучукское и впадающие в него реки (13-02-00-001), 57 – р. Обь (13-01-11-002), 58 – р. Обь без р. Вах (13-01-11-001), 59 – р. Вах (13-01-10-001), 60 – Обь на участке от Васюган (13-01-09-001), 61 – р. Васюган (от истока до устья, 13-01-08-001), 62 – р. Обь без р. Кеть (13-01-07-001), 63 – р. Кеть (13-01-06-001), 64 – р. Чулым (устье, 13-01-04-003), 65 – р. Чулым (исток и среднее течение, 13-01-04-002), 66 – р. Чулым (13-01-04-001), 67 – р. Томь (13-01-03-004), 68 – р. Томь (13-01-03-003), 69 – р. Томь без р. Кондома (13-01-03-002), 70 – р. Кондома (13-01-03-001), 71 – р. Обь без рек Иня и Томь (13-01-02-007), 72 – р. Иня (13-01-02-006), 73 – р. Обь без р. Чумыш (13-01-02-005), 74 – р. Чумыш (13-01-02-004), 75 – р. Обь без р. Алей (13-01-02-003), 76 – р. Алей (среднее течение и устье, 13-01-02-002), 77 – р. Алей (приграничная часть бассейна, 13-01-02-001), 78 – бессточная территории между бассейнами рек Обь, Енисей и границей РФ с Монголией (13-01-01-200), 79 – р. Катунь (от истока до устья, 13-01-01-003), 80 – р. Бия (от истока до устья, 13-01-01-002), 81 – бассейн оз. Телецкое (13-01-01-001).

Физико-географические провинции на карте: 1 Североямальская; 2 Юрибейская; 3 Северогыданская; 4 Гыданская; 5 Верхтанамская; 6 Танамская; 7 Мессояхская; 8 Горно-тундровая Урала; 9 Щучинская; 10 Усть-Обская; 11 Салехардская; 12 Усть-Надымская; 13 Усть-Ныдская; 14 Североненецкая; 15 Верхненыдская; 16 Усть-Пурская; 17 Усть-Нгарская; 18 Верхлукыхская; 19 Усть-Тазовская; 20 Северохетская; 21 Сидоровская; 22 Южнохетская; 23 Верхненгарская; 24 Горно-таежная Урала; 25 Северососьвинская; 26 Нижнеобская; 27 Полуйская; 28 Надымская; 29 Южнотазовская; 30 Тарко-Салесская; 31 Часельская; 32 Усть-Худосейская; 33 Среднетазовская; 34 Белогорская; 35 Нулетовская; 36 Пякупур-Толькинская; 37 Верхнетазовская; 38 Сургутская; 39 Аганская; 40 Вахская; 41 Туринская; 42 Тавдинско-Кондинская; 43 Кондинская; 44 Юганская; 45 Обь-Тымская; 46 Кетско-Тымская; 47 Среднеиртышская; 48 Тобольская; 49 Васюганская; 50 Чулымская; 51 Горно-степная Урала; 52 Горно-лесостепная Урала; 53 Зауральская; 54 Тобол-Убаганская; 55 Ашлыкская; 56 Северопредтурская; 57 Южнопредтурская; 58 Ишимская; 59 Северобарабинская; 60 Западнотобольская; 61 Теке-Кызылкакская; 62 Южнобарабинская; 63 Барабинская; 64 Верхнеомская; 65 Восточнотобольская; 66 Вьюновская; 67 Североприаргинская; 68 Кузнецкая межгорно-котловинная; 69 Южноприаргинская; 70 Назаровская; 71 Кузнецко-Алатауская; 72 Кулундинская; 73 Южноприалейская; 74 Верхнеобская; 75 Предсалаирская; 76 Салаирская; 77 Предалтайская; 78 Северо-Западная Алтайская; 79 Северо-Алтайская; 80 Северо-Восточная Алтайская; 81 Центрально-Алтайская; 82 Восточная Алтайская; 83 Юго-Восточная Алтайская.

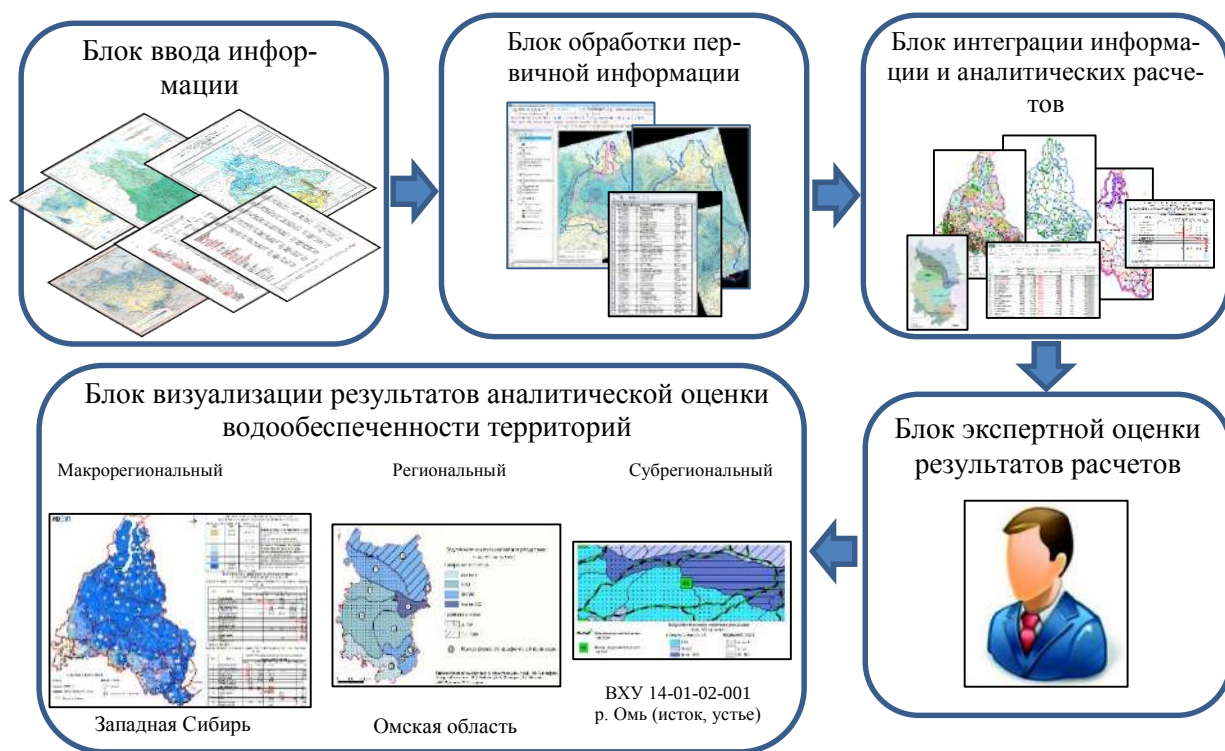


Рисунок 2.4.6 – Функциональные возможности пошагового исполнения алгоритма оценки в ГИС-проекте

В прикладных задачах расчет потенциальной и реальной водообеспеченности территорий может быть использован в целях оценки водохозяйственной безопасности регионов (Рыбкина, Губарев, 2016). Для этого алгоритм оценки предлагается дополнить этапом определения антропогенных нагрузок на водные ресурсы территорий Западной Сибири (рис. 2.4.7). Оценка антропогенной нагрузки проводилась с использованием таких показателей, как водный стресс, коэффициент использования водных ресурсов, кратность разбавления сточных вод и др. (Рыбкина и др., 2011; Рыбкина и др., 2014; Стоящева, Рыбкина, 2014; Стоящева, 2015; Рыбкина и др., 2016).

Для оценки критических значений водообеспеченности использованы градации, предложенные в работах И.А. Шикломанова (Shiklomanov, 2000), В.И. Данилова-Данильяна и К.С. Лосева (2006) и других авторов: катастрофически низкая – менее 1,0 тыс. м³ / чел. в год, очень низкая – 1,01-2,0 тыс. м³ / чел. в год, низкая – 2,01-5,0 тыс. м³ / чел. в год, средняя – 5,01-10,0 тыс. м³ / чел. в год, высокая – 10,01-20,0 тыс. м³ / чел. в год, очень высокая – более 20,0 тыс. м³ / чел. в год.

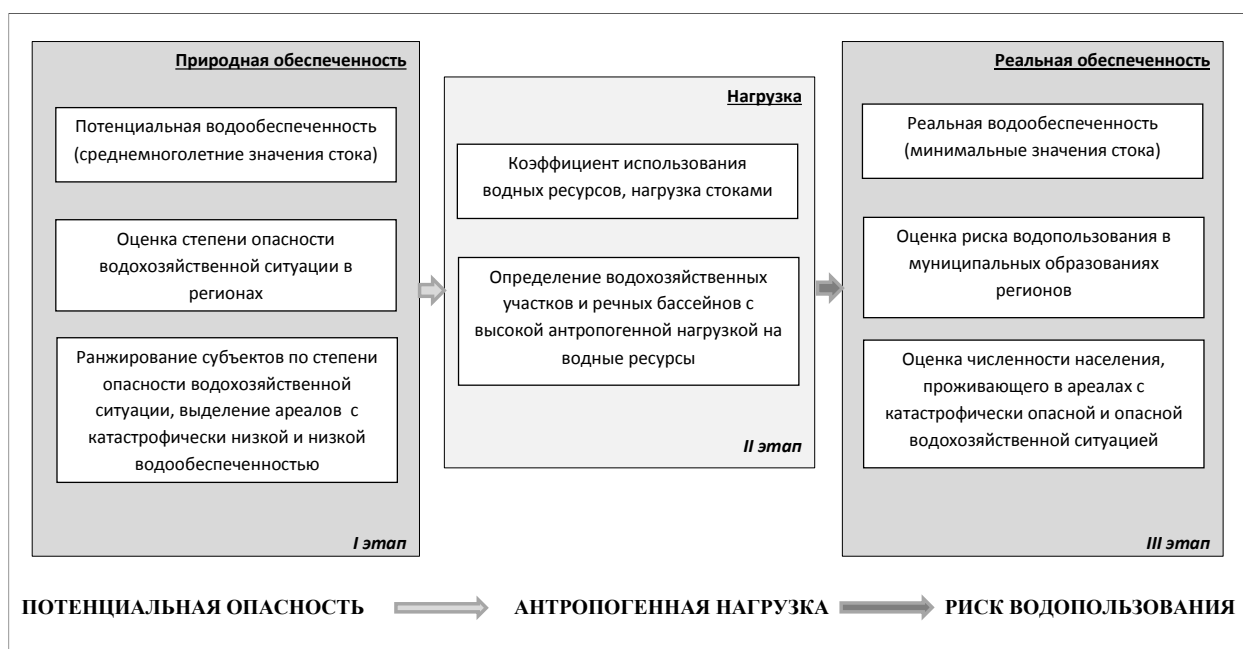


Рисунок 2.4.7. – Структурно-логическая схема оценки водохозяйственной безопасности регионов Западной Сибири

Далее материалы диссертации представлены последовательно логике формирования систем водопользования в регионах:

- природообусловленность и оценка потенциальной водообеспеченности, водохозяйственная безопасность регионов;
- детерминированность действием антропогенных факторов, расчет реальной водообеспеченности, территориальная организация водопользования, оценка эффективности использования водных ресурсов;
- прогноз целевого использования водных ресурсов и перспективная оценка водопотребления, управление водными ресурсами регионов.

Данная логика изложения материала наглядно иллюстрирует методический подход и алгоритм оценки водообеспеченности территорий Западной Сибири в границах Обь-Иртышского бассейна.

Выводы по главе 2

Природные факторы формирования водных ресурсов и водообеспеченности территорий совокупно находят свое отражение через ландшафтно-бассейновую структуру рассматриваемых регионов. При этом ландшафтно-бассейновая идеология исследования одновременно выступает и теоретической, и методической основой его проведения. Ландшафтный подход традиционно реализуется путем выделения физико-географических единиц разного иерархического уровня – от стран и зональных областей до провинциальной и топологической структуры бассейнов основных рек и их притоков. Региональные оценки водоресурсной обеспеченности соответствуют зонально-провинциальному уровню ландшафтной дифференциации территорий. Бассейновый подход учитывает специфику образования водотоков, особенности использования и управления водными ресурсами.

Социально-экономические характеристики регионов и особенности природопользования являются основой оценки антропогенных факторов формирования водных ресурсов и их изменений в пространственно-временном аспекте. Низшей иерархической единицей территориальной структуры социально-экономического пространства выступают населенные пункты. Сравнительный анализ социально-экономической ситуации в регионах включает в себя обзор степени заселенности территорий, промышленной и сельскохозяйственной нагрузок, территориальной организации природопользования. При изучении последней выделяются существующие и перспективные формы антропогенных воздействий (агломерации, промышленные узлы и центры), от которых зависят особенности формирования и функционирования региональных систем водопользования и водопотребления.

И природные, и антропогенные факторы формируют количественный и качественный состав используемых водных ресурсов в регионах. Качество природных вод, уровень их загрязненности свидетельствуют о том, что в большинстве случаев требуется водоподготовка для их использования в питьевых и коммунально-бытовых целях. Причем для горных и равнинных территорий водоподготовка поверхностных и подземных водных источников имеет существенные технологические различия.

Глава 3. Природообусловленный характер водоресурсного обеспечения регионального развития

3.1. Анализ и оценка водно-ресурсного потенциала регионов: макрорегиональный, региональный и субрегиональный уровни исследования

Макрорегиональный уровень анализа. Водные ресурсы Сибири выполняют стратегически важную функцию в задаче водообеспечения населения и экономики России. Значительные ежегодные естественные ресурсы сибирских территорий связаны, прежде всего, с бассейнами рек Енисея (572 км³), Лены (537 км³), Оби (405 км³), Иртыша (86,4 км³), а также Западно-Сибирским (71,06 км³) и частично Сибирским (35,08 км³) артезианскими бассейнами, Алтае-Саянской (26,09 км³) и Байкало-Витимской (20,58 км³) гидрогеологическими складчатыми областями (Ресурсы..., 2015).

По оценкам ГГИ, в регионах Сибирского федерального округа формируется общий речной сток объемом 1321,1 км³ в средний по водности год. Кроме этого, здесь ежегодно образуется 91,6 км³ ресурсов подземного стока (табл. 3.1.1). Однако если рассматривать Сибирь в географическом понимании и подходить к выбору регионов на основе бассейнового подхода, то в границах Обь-Иртышского речного бассейна (Западная Сибирь) и бассейна р. Енисей (Восточная Сибирь) располагаются частично или полностью 16 субъектов, входящих не только в СФО, но и в Уральский ФО (табл. 3.1.1). С этих позиций годовые характеристики водных ресурсов могут возрасти еще на 597,3 км³ речного стока и 52,0 км³ подземного стока при грубых расчетах.

С таким подходом доля сибирских регионов в общероссийском потенциале достигает 41,5 % ресурсов поверхностных вод и 45,3 % ресурсов подземных вод. И это без учета запасов крупнейших озер и водохранилищ (табл. 3.1.2). Среди регионов бесспорными лидерами являются Красноярский край, Тюменская (включая ХМАО и ЯНАО) и Иркутская области (рис. 3.1.1).

Таблица 3.1.1 – Ресурсы поверхностных и подземных вод регионов Сибири и Урала, расположенных в границах Обь-Иртышского речного бассейна и бассейна р. Енисей на 1 января 2016 г. (Ресурсы..., 2016)

Регион	Поверхностные ресурсы за 2015 г., км ³ /год		Средне-многолет-ная харак-теристика общих вод-ных ресур-сов рек, км ³ /год	Подземные ресурсы, км ³ /год	
	местный сток	общий сток		прогноз-ные	разведан-ные эксплу-атационные
Уральский ФО	579,1	816,4	597,3	52,04	2,06
Курганская область	1,1	3,4	3,5	0,38	0,04
Свердловская область	39,4	41,4	30,2	2,84	0,50
Тюменская область	531,0	798,3	583,7	47,32	1, 26
в т.ч. ХМАО	222,6	506,9	380,8	34,55	0,66
в т.ч. ЯНАО	287,5	794,4	581,3	10,88	0,26
Челябинская область	7,6	8,2	7,4	1,50	0,26
Сибирский ФО	1400,4	1454,6	1321,1	91,58	4,75
Республика Алтай	38,9	38,9	34,0	7,80	0,08
Республика Бурятия	57,3	70,5	97,1	8,03	0,50
Республика Тыва	40,0	47,1	45,5	1,00	0,08
Республика Хакасия	21,8	96,0	97,7	1,83	0,16
Алтайский край	15,8	56,6	55,1	12,13	0,70
Забайкальский край	62,0	66,5	75,6	1,94	0,60
Красноярский край	869,4	1053,2	930,2	14,11	0,50
Иркутская область	181,4	298,1	309,4	15,85	0,62
Кемеровская область	49,5	52,3	43,2	2,05	0,62
Новосибирская об-ласть	13,6	69,9	64,3	3,87	0,43
Омская область	5,4	50,7	41,3	1,17	0,14
Томская область	45,3	182,5	182,3	21,80	0,32

Таблица 3.1.2 – Запасы крупнейших озер и водохранилищ (Ресурсы..., 2015)

Озеро, водохранилище	Средний многолетний запас воды, км ³	Запасы воды на 1 января 2015 года, км ³
Байкал	23 000	—
Новосибирское	8,87	8,59
Саяно-Шушенское	31,34	24,40
Красноярское	73,30	56,43
Иркутское	2,12	1,92
Братское	170,00	138,78
Усть-Илимское	58,90	58,63

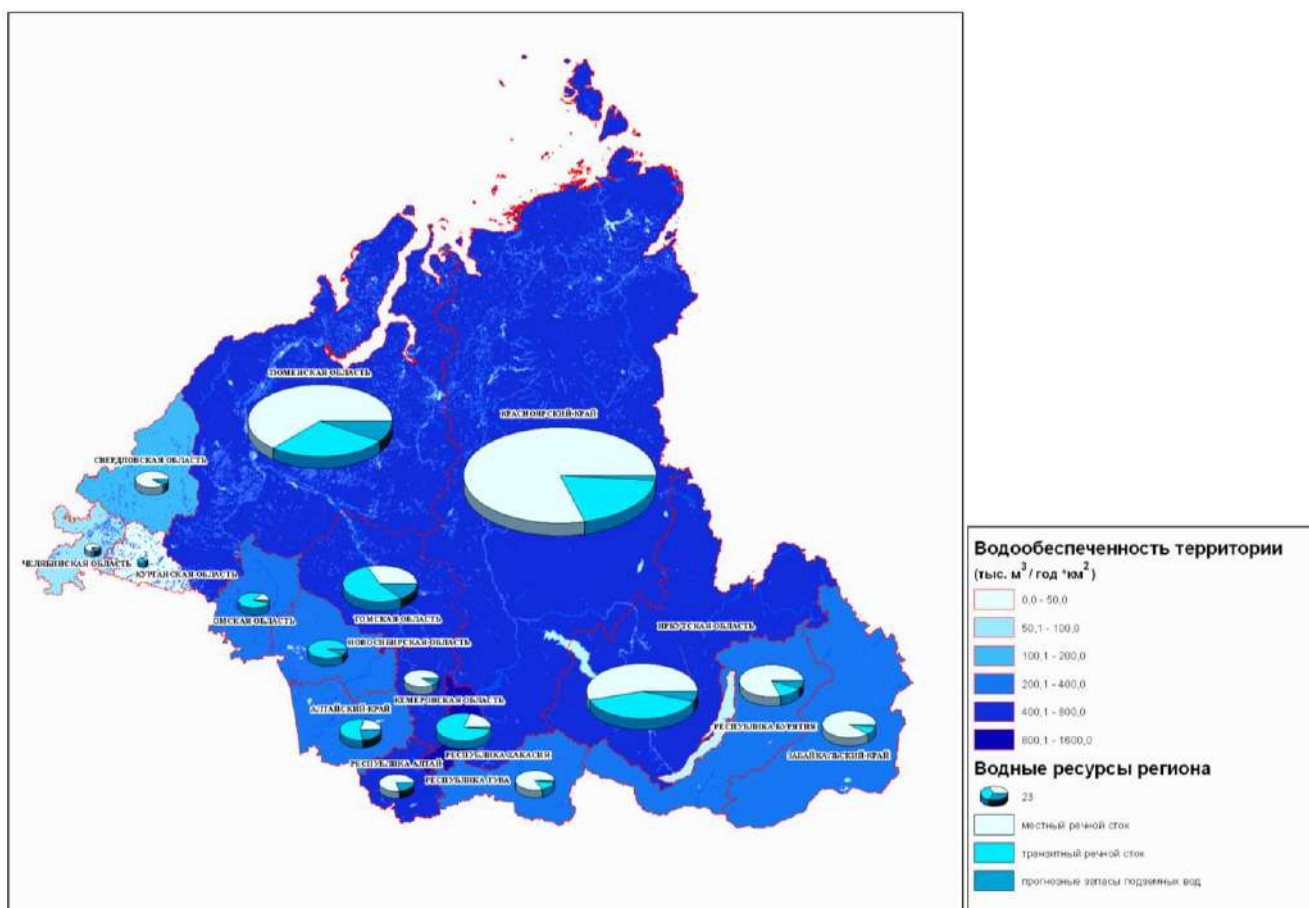


Рисунок 3.1.1 – Водообеспеченность регионов СФО и УФО (Рыбкина, 2012)

Согласно данным Государственного доклада о состоянии и использовании водных ресурсов в Российской Федерации (2017), удельная водообеспеченность двух крупных макрорегионов России – УФО и СФО соответственно составляет 98,0 и 102,3 тыс. м³/год на человека. На наш взгляд, эти цифры существенно завышены. Если взять за основу расчетов данные Водного кадастра (Ресурсы поверхностных..., 2016), то по среднегодовым значениям ресурсов речного стока (табл. 3.1.1) водообеспеченность одного жителя УФО и СФО соответственно равна 48,5 и 68,4 тыс. м³/год.

Однако, и в том, и в другом случае оценки показывают, что водообеспеченность уральских и сибирских регионов в среднем значительно превышает лимитирующее (критическое) значение – 1,7 тыс. м³/год на человека, принятое международным научным сообществом в качестве критерия для подобных оценок. А поскольку показатель превышает и 20,0 тыс. м³/год, согласно градациям, водообеспеченность признается очень высокой.

Углубляясь в проблематику, следует заметить, что Западная и Восточная Сибирь имеет неравные значения водно-ресурсного потенциала. Так, проведенные ранее оценки свидетельствуют, что на Западную и Восточную Сибирь приходится соответственно 491 и 1272 км³ речного стока или 11 и 30 % данных ресурсов России (Природа Сибири, 2015). Внутри Сибири отмечается резкая дифференциация условий влагооборота, что приводит к существенным различиям водно-балансовых элементов, а как следствие и водоресурсного потенциала территорий. Согласно этому же источнику, в основных речных бассейнах Западной и Восточной Сибири – Енисея, Оби и Иртыша сосредоточено 630, 404 и 85 км³ ресурсов речного стока или 14,7; 9,4 и 2,0% данных ресурсов РФ.

В многолетней динамике колебания речного стока довольно значительны. По данным ГГИ (Ресурсы..., 2016), в средний по водности год Обь (створ г. Салехард) имеет 405 км³, а Енисей (г. Игарка) – 572 км³ ресурсов речного стока. В наименьший и наибольший годы эти значения соответственно могут быть равны 274 и 587 км³ для Оби; 492 и 675 км³ для Енисея. При этом в настоящее время наблюдаемая водность рек колеблется: от умеренно высокой и средней градации в верхнем течении Оби до высокой градации в нижней части бассейна; от низкой водности в верхнем и среднем течении Енисея до высокой водности в нижней части бассейна. Временная изменчивость стока и ее вариации накладывают существенный отпечаток на территориальную неравномерность водно-ресурсного потенциала изучаемых регионов, зачастую определяя наличие локальных вододефицитов или повышенную водность рек, с которой связаны негативные воздействия речных вод.

Распределение речного стока в течение года также отличается большой неравномерностью. В Западной Сибири на весну приходится 45-55%, на лето 35-45%, на зиму – 10% годового стока. В то время как в Восточной Сибири эти показатели соответственно равны: 70-80%, 15-25%, 5%. Внутригодовое распределение стока изменяется в пределах равнинной части в широтном направлении, в горной части – с высотой местности (Природа Сибири, 2015; Государственный доклад, 2017).

В целом для Обь-Иртышского бассейна, по данным Института глобального климата и экологии им. акад. Ю.А. Израэля Росгидромета и РАН, удельная водообеспеченность составляет 54,5 тыс. м³/ чел. в год (Государственный доклад..., 2017, С. 28). Как показывают наши расчеты, водообеспеченность бассейна в среднемноголетние годы (50% обеспеченности) характеризуется высокими уровнями, но не столь значительными – 18 тыс. м³/ чел. в год (Стойцева, Рыбкина, 2014), что существенно ниже соответствующих показателей по России и СФО (соответственно около 30 и 66,5 тыс. м³/чел. в год) (Шикломанов, Бабкин, Балонишникова, 2011), однако в несколько раз превышает таковые в федеральных округах европейской части России (например, в Центральном и Приволжском – чуть более 3 и 9 тыс. м³/чел. в год).

В пределах бассейна условия для формирования ресурсов речного стока крайне неравномерны. Так, более 68% стока приходится на малообжитые и малопригодные для сельскохозяйственного освоения лесотундровые и таежные территории среднего и нижнего течения р. Оби, в то время как аграрные и индустриально развитые степные и лесостепные регионы южной части бассейна испытывают недостаток в водных ресурсах. Наиболее острый дефицит водных ресурсов – в пределах бессточной территории (или области так называемого внутреннего стока) в степной зоне, где формируется всего 1,5% поверхностного стока бассейна, и в регионах Южного Урала и Зауралья – менее 1% стока (Стойцева, Рыбкина, 2014).

По территории бассейна водообеспеченность увеличивается с юга на север по мере увеличения расходов воды и снижения плотности населения. Максимальный ее показатель – $\geq 22\,000$ тыс. м³/чел. в год – приходится на малонаселенные лесотундровые и северотаежные участки в нижнем течении Оби. Высокая обеспеченность населения ресурсами поверхностных вод наблюдается практически повсеместно до южной границы таежной зоны. Так, этот показатель составляет в бассейнах р. Вах ~ 800, р. Северная Сосьва ~ 600 тыс. м³/ чел. в год. Малоосвоенные горные территории Алтая и Кузнецкого Алатау характеризуются очень высокой водообеспеченностью (500– 600 тыс. м³/ чел. в год), что объясняется, с одной

стороны, формированием речного стока в горах, с другой – крайне низкими показателями заселенности территорий (плотность населения здесь составляет менее 1-2 чел./км²).

Минимальная водообеспеченность – в недостаточно увлажненных и наиболее плотно заселенных регионах степной и лесостепной зон Западно-Сибирской низменности. Так, обеспеченность населения поверхностными водными ресурсами составляет, тыс. м³/чел. в год: в бассейне р. Тобол – 1,7; оз. Чаны – 1,3 при среднем многолетнем значении расхода и 0,3 – при минимальном значении. Наиболее неблагоприятная ситуация сложилась в низкогорных степных, лесостепных и южнотаежных ландшафтах Уральско-Новоземельской горной страны, что связано с большой плотностью населения этих мест и их приуроченностью к маловодным истокам рек или водораздельным участкам горных массивов. Так, водообеспеченность здесь составляет: в бассейне р. Исети – 0,5-1,0 тыс. м³/чел. в год, р. Увельки – 0,8; на наиболее освоенном участке бассейна р. Миасс в районе г. Челябинск – 0,3 тыс. м³/чел. в год (Стоящева, Рыбкина, 2014).

Обеспеченность прогнозными ресурсами и запасами подземных вод населения и экономики Западной Сибири и Обь-Иртышского бассейна также неравномерна. При средней обеспеченности России 6 м³/чел. в сутки или 2,2 тыс. м³/чел. в год (Государственный доклад ..., 2018), в Сибири на одного жителя приходится в 2 раза больше – 13 м³/чел. в сутки или 4,9 тыс. м³/чел. в год (для УФО – 11,5 м³/чел. в сутки или 4,2 тыс. м³/чел. в год). Если рассчитывать удельную водообеспеченность по запасам подземных вод, то в СФО она составит 600 л/чел. в сутки (средняя для жителя России: 522 л/чел. в сутки, для УФО: 416 л/чел. в сутки) и это при нормативных значениях 100-300 л/сутки.

Анализ прогнозных ресурсов подземных вод Обь-Иртышского бассейна показывает, что преобладающее их количество приурочено к Верхнеобскому бассейновому округу – 177 375,0 тыс. м³/сутки. Остальная часть распределяется между Нижнеобским и Иртышским бассейновыми округами соответственно: 62 413,7 и 37 285,6 тыс. м³/сутки. Запасы подземных вод следующие: Верхнеобский бассейн – 7200,3; Иртышский – 2987,4; Нижнеобский – 771,4 тыс. м³/сутки

при общей степени разведанности 4,1; 8,0; 1,2% (Государственный доклад..., 2017).

Региональный уровень анализа. Среди субъектов федерации на территории Обь-Иртышского бассейна максимальной водообеспеченностью (от 116 до 190 тыс. м³/год) характеризуются Красноярский край, Томская и Тюменская (с автономными округами) области, а также республики Алтай и Хакасия (рис. 3.1.2). Два последних региона имеют столь высокие показатели преимущественно из-за малой освоенности и заселенности своих территорий. Минимальная водообеспеченность – 2-8 тыс. м³/чел. в год – в Челябинской, Курганской и Свердловской областях, что превышает порог в 1,7 тыс. м³/год, соответствующий, по оценкам специалистов (Entekhabi, Asrar, Betts et al., 1999; Данилов-Данильян, Лосев, 2006), ситуации водного кризиса.



Рисунок 3.1.2 – Водообеспеченность регионов Обь-Иртышского бассейна, тыс. м³/чел. в год (Стойцева, Рыбкина, 2014)

Исходные показатели местного и транзитного объема речного и подземного стока в разрезе ландшафтных провинций (рис. 3.1.3) рассчитаны коллективом авторов (к.г.н., доц. Рыбкина И.Д., к.г.н. Стойцева Н.В., к.б.н. Магаева Л.А., инж. Губарев М.С., картографическое моделирование результатов оценки – к.г.н. Курепина Н.Ю.) в рамках выполнения в 2013-2016 гг. бюджетного проекта «Пространственно-временная организация природных и природно-хозяйственных систем в водосборных бассейнах: стратегия водопользования и обеспечения гидроэкологической безопасности Сибири» (науч. рук.: д.г.н., проф. Ю.И. Винокуров;

отв. исполнитель – д.г.н., проф. Б.А. Красноярова); исходные показатели водных ресурсов в полном объеме приведены в Приложении 1.

По результатам расчетов потенциальной обеспеченности поверхностными водными ресурсами (объемов среднегогодового стока в расчете на одного жителя) выделились ландшафтные провинции, для которых общий речной сток имеет катастрофически низкие и очень низкие уровни и составляет менее 1,0–2,0 тыс. м³/чел. в год. Это Теке-Кызылкакская провинция (0,73 тыс. м³/чел. в год) и горно-лесостепная провинция Урала (1,08 тыс. м³/чел. в год). Низкой обеспеченностью (2,01–5,0 тыс. м³/чел. в год) поверхностными водами характеризуются Зауральская, Уральская горно-степная и Кулундинская провинции. Средней водообеспеченностью (5,01–10,0 тыс. м³/чел. в год) отличаются Ишимская, Тобол-Убаганская, горно-таежная Урала и Барабинская провинции. Высокую и очень высокую водообеспеченность имеют все остальные провинции Западной Сибири (Винокуров, Рыбкина, Стоящева и др., 2018). На территории 13 провинций отсутствует постоянное население (Приложение 2), в связи с чем, значение водообеспеченности для них рассчитано не было.

По нашим расчетам, в условиях катастрофически низкой и очень низкой обеспеченности поверхностными (речными) водными ресурсами проживает 1678,22 тыс. чел. в Челябинской области, 130,51 тыс. чел. на территории Омской области и 0,76 тыс. чел. в Новосибирской области. Порядка 1058,32 тыс. жителей Курганской и Свердловской области, Алтайского края имеют низкую обеспеченность ресурсами речного стока.

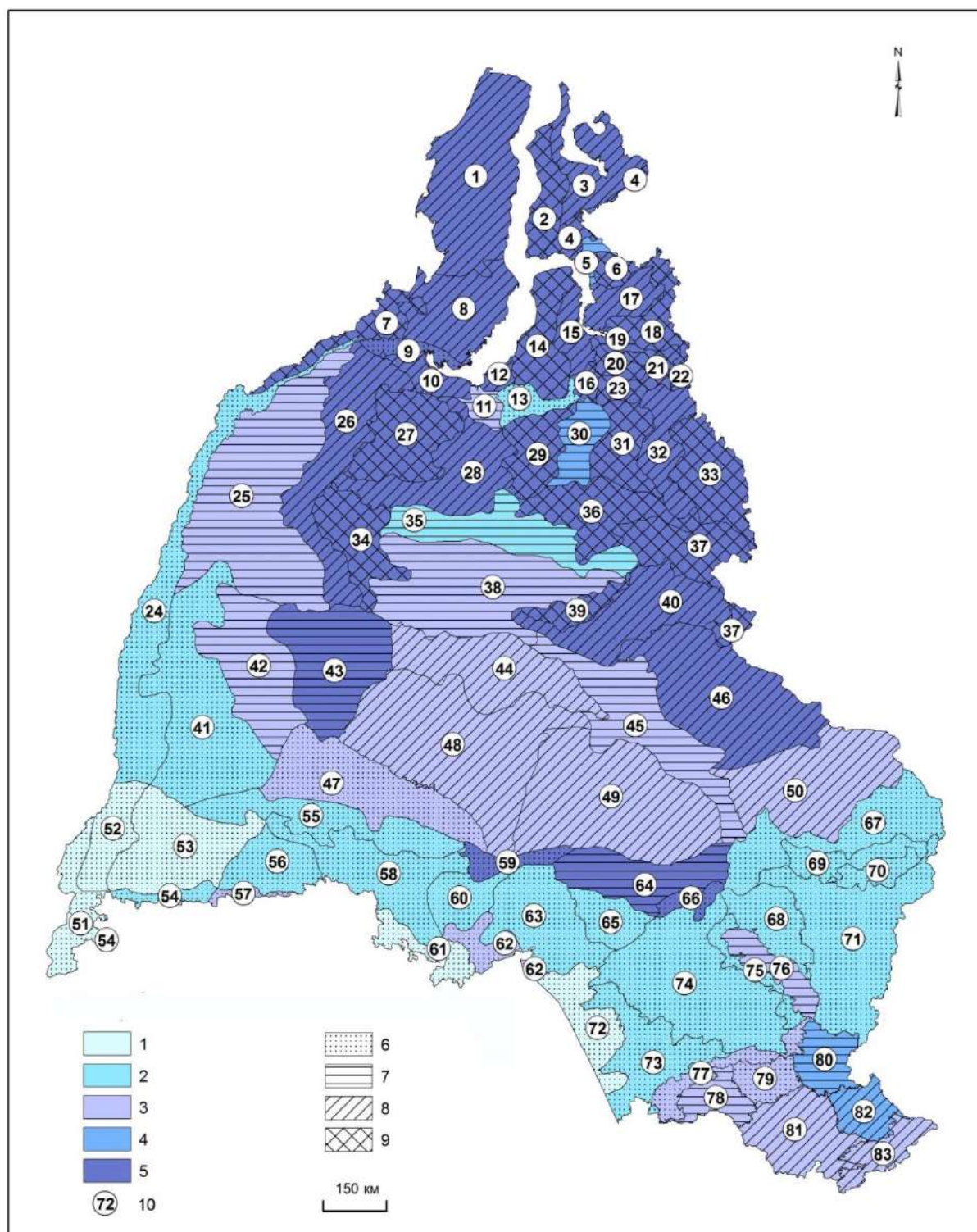


Рисунок 3.1.3 – Потенциальная природная водообеспеченность населения и экономики Западной Сибири в разрезе провинций (Рыбкина и др., 2015). Условные обозначения: водообеспеченность населения ресурсами (тыс. м³/чел. в год) поверхностного стока: 1 – <5, 2 – 5–50, 3 – 50–500, 4 – 500–1000, 5 – >1000; подземного стока: 6 – <5, 7 – 5–50, 8 – 50–500, 9 – >500. 10 – номер физико-географической провинции.

Обеспеченность подземными водными ресурсами характеризуют следующие цифры. Катастрофически низкая – для жителей девяти ландшафтных провинций: Западнобарабинская, горно-лесостепная Урала, Кузнецко-Алатауская, Тобол-Убаганская, Зауральская, Кузнецкая межгорно-котловинная, Верхнеобская, горно-степная Урала, Теке-Кызылкакская (до 1 тыс. м³/чел. в год). Очень низкую обеспеченность (1,0–2,0 тыс. м³/чел. в год) имеют жители еще девяти провинций (Южнобарабинская, Ишимская, горно-таежная Урала, Барабинская, Северопредтургайская, Назаровская, Южноприаргинская, Вьюновская, Южноприалейская). Низкая водообеспеченность (2,01–5,0 тыс. м³/чел. в год) отмечается в Североприаргинской, Кулундинской, Усть-Обской, Восточнобарабинской, Ашлыкской, Туринской, Южнопредтургайской, Предсалаирской, Предалтайской, Верхне-ныдской, Северо-Алтайской, Северобарабинской, Среднеиртышской провинциях. Средняя водообеспеченность – в Обь-Тымской, Усть-Надымской, Верхнеомской и Сургутской провинциях. В остальных провинциях регистрируется высокая и очень высокая обеспеченность ресурсами подземных вод, за исключением тех провинций, в которых постоянное население отсутствует.

Таким образом, по обеспеченности подземными водными ресурсами ситуация еще более напряженная. Катастрофически низкую и очень низкую обеспеченность ресурсами подземных вод в пределах Западной Сибири имеют 3022,37 тыс. жителей Свердловской области, 2451,61 тыс. чел. – Кемеровской области, 2340,93 тыс. чел. – в Челябинской, 2041,76 тыс. чел. – Новосибирской, 1481,59 тыс. чел. – Омской области, 1438,13 тыс. чел. – Алтайского края, 741,34 тыс. чел. – Курганской области. Умеренно опасной водохозяйственной обстановкой характеризуются части территорий Тюменской и Томской областей, в которых проживает 1669,84 тыс. чел. – население регионов, по условиям обеспеченности относящееся к категории с низкой степенью обеспеченности подземными водами.

Анализируя полученные результаты, следует сделать вывод об общей закономерности формирования речного и подземного (зоны интенсивного водообмена) стока в зависимости от характера увлажнения территорий (рис. 3.1.4-3.1.5). Пространственный анализ водно-ресурсного потенциала Западной Сибири в це-

лом свидетельствует о том, что общие водные ресурсы увеличиваются по мере продвижения с юга на север. В этом же направлении снижается степень заселенности и освоенности территорий, что вносит свои коррективы в расчет удельных показателей водообеспеченности на одного жителя за исключением районов добычи углеводородного сырья.

Этот факт лишь подтверждает ранее полученные результаты (Мезенцев, Карнацевич, 1969; Земцов, 2004; Мезенцева, 2010), в том числе в недавно защищенных диссертационных исследованиях (Ряполова, 2018), а также указывает на общий фон природообусловленного характера формирования систем водопользования изучаемых территорий. В оценках удельной водообеспеченности тренд увеличения с юга на север сохраняется и четко прослеживается обратная взаимосвязь с освоенностью и степенью заселенности регионов (рис. 3.1.6-3.1.7). Несмотря на то, что значений водообеспеченности отрицательных не наблюдается, линейный тренд все-таки уходит в минус.

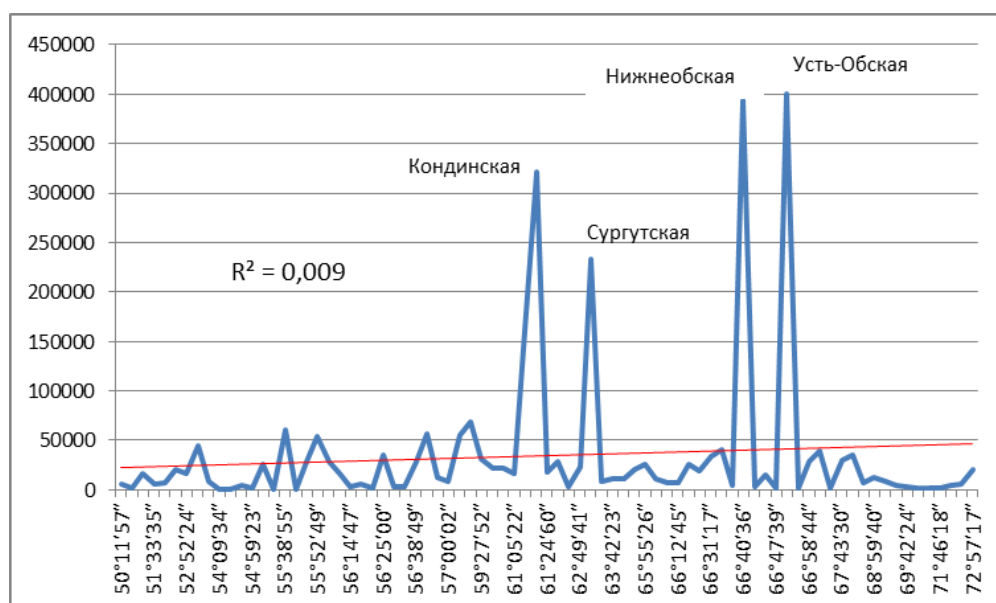


Рисунок 3.1.4 – Среднемноголетние значения общего речного стока ландшафтных провинций Западной Сибири, млн м³



Рисунок 3.1.5 – Значения подземного стока зоны интенсивного водообмена ландшафтных провинций Западной Сибири, млн м³

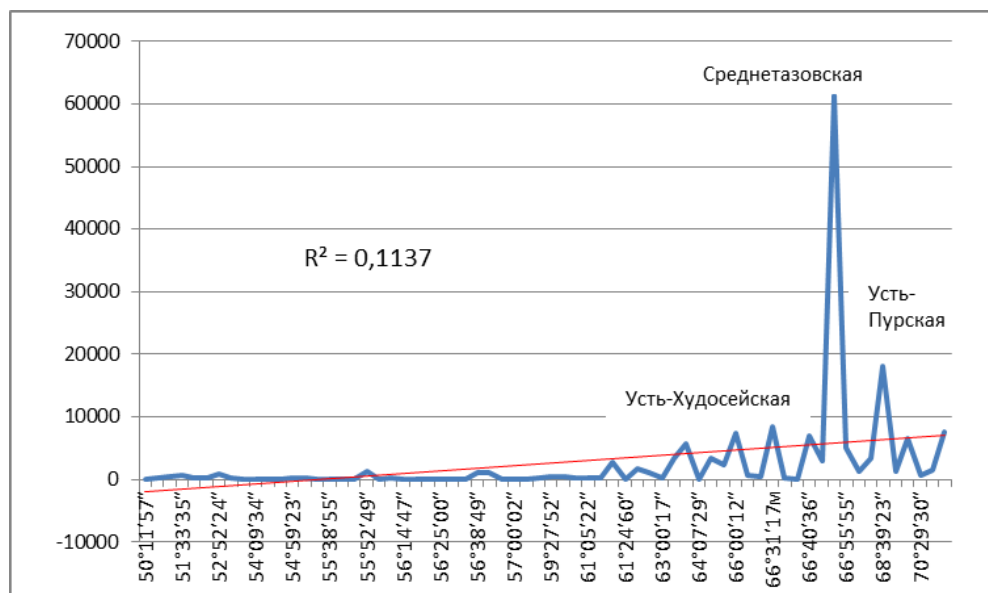


Рисунок 3.1.6 – Удельная водообеспеченность в средние по водности годы (тыс. м³/чел. в год) ландшафтных провинций Западной Сибири

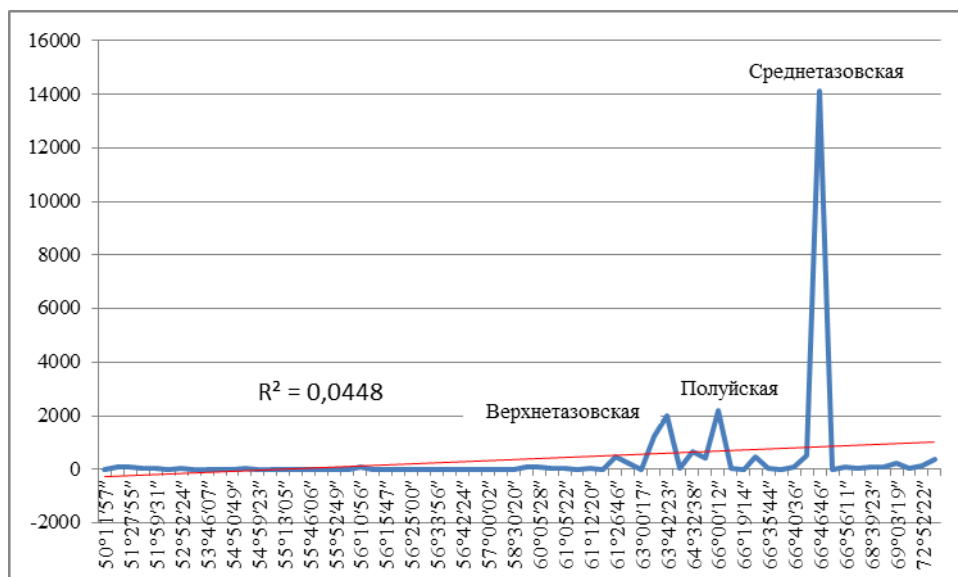


Рисунок 3.1.7 – Значения удельной водообеспеченности подземного стока зоны интенсивного водообмена (тыс. м³/чел. в год) в границах ландшафтных провинций Западной Сибири

Повысить детализацию оценок водообеспеченности на региональном уровне возможно за счет использования бассейнового подхода на ландшафтной основе. В этом случае регион или его часть рассматривается как совокупность речных бассейнов, имеющих определенное своеобразие ландшафтной структуры. Обь-Иртышский речной бассейн подразделяется на три бассейновых округа: Верхне- и Нижне-Обский, Иртышский. В пределах Верхне-Обского бассейнового округа расположено пять субъектов федерации (Республика Алтай, Алтайский край, Новосибирская, Кемеровская и Томская области), находящихся в ведении Верхне-Обского бассейнового водного управления (БВУ). Однако если рассматривать территорию по бассейновому принципу, то и расположенный на территории Хакасии, Красноярского края, Кемеровской и Томской областей бассейн р. Чулыма тоже должен быть отнесен к бассейну Верхней Оби (это собственно и учитывает водохозяйственное районирование).

Эта часть бассейна Оби характеризуется высокой и средней водностью (Ресурсы поверхностных..., 2016), что подтверждают и наши расчеты водообеспеченности на единицу площади и жителя регионов (рис. 3.1.8-3.1.9). Всего несколько бассейнов и соответственно ландшафтных провинций здесь имеют интенсивную антропогенную нагрузку. Среди них бассейн р. Алея как аграрно-

освоенная территория, индустриально-развитые части бассейнов рр. Томи и Чулыма. Для них мы рассчитали не только потенциальную водообеспеченность, но также реальную с учетом периодов минимальной трехлетней водности и объемов безвозвратного водопотребления.

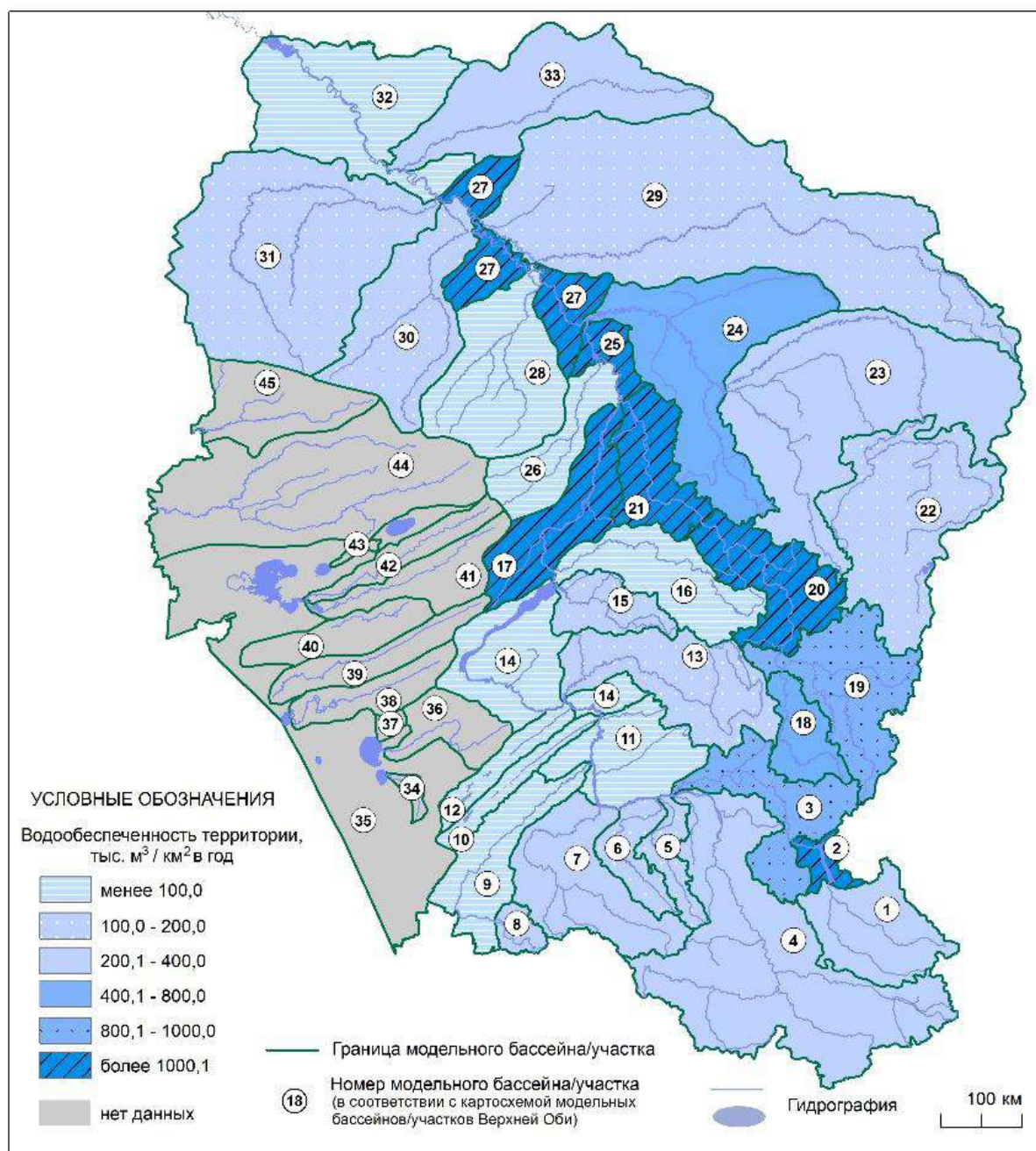


Рисунок 3.1.8 – Потенциальная водообеспеченность Верхней Оби на единицу площади речных бассейнов (содержание – И.Д. Рыбкина, картографическое отображение – Н.Ю. Курепина)

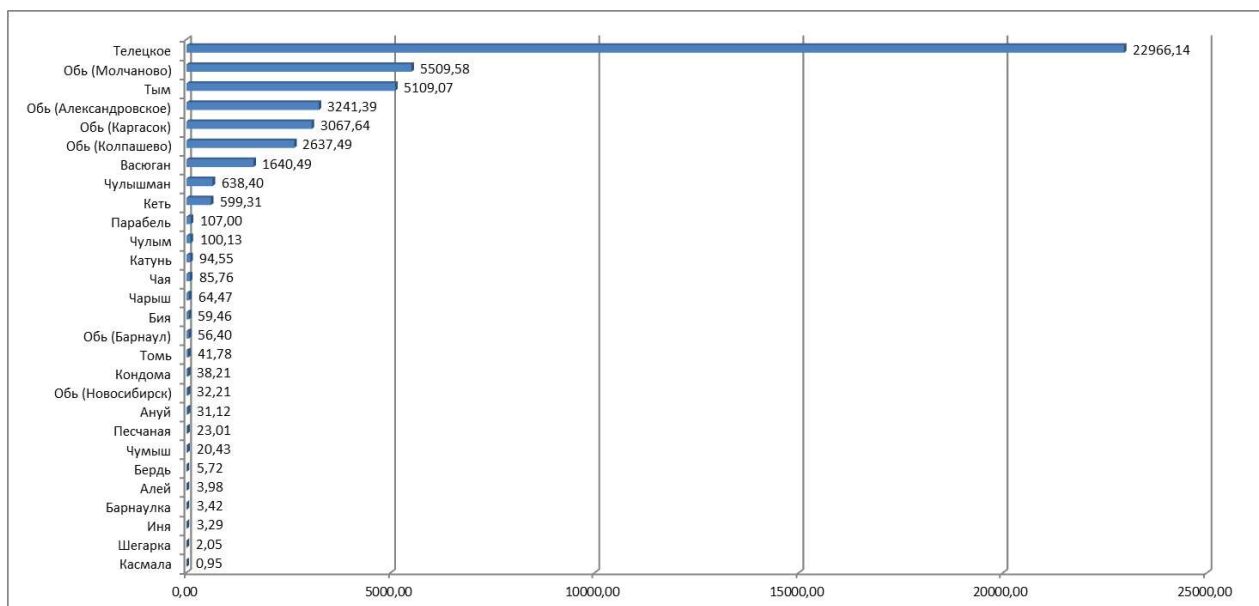


Рисунок 3.1.9 – Потенциальная водообеспеченность бассейнов Верхне-Обского округа в расчете на жителя, тыс. м³/чел. в год

В бассейне р. Алей наименее обеспеченной является Южноприалейская ландшафтная провинция, для которой характерны следующие значения водообеспеченности: для среднесуточных ресурсов общего речного стока – 16,3 тыс. м³/чел. в год, подземного стока – 2,0 тыс. м³/чел. в год. При недостатке подземных вод водохозяйственную роль в большей степени выполняют поверхностные водные объекты, главным образом река Алей. В связи с этим, дальнейший расчет произведен только для ресурсов речного стока. Так, минимальная водность трехлетнего периода, по данным ArcticNet, составляет 14,4 м³/с, то есть более 450 млн м³/год. При этом безвозвратное водопотребление превышает 56 млн м³/год. В бассейне проживает почти 330,0 тыс. человек. С учетом этого реальная водообеспеченность равна 1,2 тыс. м³/чел. в год, что соответствует очень низкому уровню. Для решения проблем водоснабжения в бассейне построены два водохранилища и имеется групповой водопровод, который осуществляет переброску стока из бассейна р. Чарыша.

В бассейне р. Томи из всех ландшафтных провинций Кузнецко-Алатауская является самой промышленно нагруженной (именно здесь расположены гг. Новокузнецк, Междуреченск, Калтан, Мыски). Объемы безвозвратного водопотребления достигают 144,5 млн м³/год. Общая численность населения превышает 1,0 млн человек (в бассейне проживает 2,7 млн чел.). Для маловодных трехлетних пе-

риодов коэффициент изъятия ресурсов речного стока здесь может достигать 9,7 % при обеспеченности реальными водными ресурсами 13,7-15,8 тыс. м³/чел. в год. При этом потенциальная водообеспеченность составляет 27,9 тыс. м³/чел. в год ресурсами речного стока и 0,3 тыс. м³/чел. в год подземного стока.

В бассейне р. Чулыма рассмотрим Назаровскую провинцию, в пределах которой река делает петлю и характеризуется при среднемноголетних значениях расходами 183 м³/с (или 5770 млн м³/год). Удельная водообеспеченность ресурсами общего речного стока составляет 39,2 тыс. м³/чел. в год и 1,9 тыс. м³/чел. в год подземного стока. В трехлетние маловодные периоды водность реки уменьшается и соответствует 137 м³/с. При безвозвратном водопотреблении в объеме более 60,0 млн м³/год реальная водообеспеченность не превышает 16,5 тыс. м³/чел. в год.

Субрегиональный уровень анализа. Согласно водохозяйственному районированию в пределах Обь-Иртышского речного бассейна выделен 81 водохозяйственный участок (ВХУ). Характеристики водных ресурсов ВХУ наиболее полно приведены в Схемах комплексного использования и охраны водных объектов бассейнов рр. Оби (2012) и Иртыша (2009). Однако следует отметить, что поскольку территории имеют слабую степень изученности, показатели характеризуются сравнительно низкой достоверностью.

Вместе с тем, на этом уровне представления информации необходим анализ изменчивости водных ресурсов в многолетней динамике речных расходов и слоя стока, учет не только длительных (до трех лет) маловодных периодов, но и внутригодовых колебаний (в летне-осеннюю и зимнюю межень). Обязательным условием анализа данных является рассмотрение антропогенного фактора формирования количественных и качественных характеристик стока для определения возможности использования водных ресурсов в хозяйственно-питьевых целях. Представленные материалы требуются для расчета водохозяйственных балансов в пределах ВХУ и оценки нормативов допустимых воздействий на водные ресурсы речных бассейнов и подбассейнов.

На примере речных бассейнов Верхне-Обского округа проведена оценка водообеспеченности с учетом изменчивости водных ресурсов в разные по водности периоды (табл. 3.1.3). В расчетах использованы данные Проекта СКИОВО р. Обь (2012) и открытого интернет-ресурса ArcticNet, а также гидрологические показатели, полученные в лаборатории гидрологии и геоинформатики ИВЭП СО РАН к.г.н. В.П. Галаховым и к.с.-х.н. Е.Д. Кошелевой.

Методический подход оценки позволяет представить показатели водообеспеченности в периоды разной водности, рассчитанные по:

- среднегодовым речным расходам 50, 75, 95 % обеспеченности без учета и с учетом объемов безвозвратного водопотребления;
- трехлетним периодам малой водности с учетом объемов безвозвратного водопотребления (реальная водообеспеченность по И.А. Шикломанову (Водные ресурсы..., 2008));
- по среднемесячным речным расходам периодов малой водности – в летне-осеннюю и зимнюю межень.

Из таблицы видно, что представлена детальная информация по участкам речных бассейнов, которая позволяет уточнить оценки водообеспеченности по природным и антропогенным факторам одновременно. Например, расчет в целом по бассейну р. Алея не дает детального представления о проблемах обеспечения водными ресурсами в его муниципальных образованиях (гг. Рубцовск, Алейск и др.). Проблема водоснабжения, например, Рубцовска осложняется отсутствием месторождений подземных вод необходимого количества и качества вблизи города. В то время как расчетная информация по ВХУ 13.01.02.001 – Верховья р. Алей до Гилевского гидроузла (Алей верхний), ВХУ 13.01.02.002 Алей от Гилевского гидроузла и до устья (Алей нижний) – наглядно демонстрирует нехватку поверхностных водных ресурсов в меженные периоды, когда водообеспеченность без учета накопленного стока водохранилищами имеет отрицательные значения.

Таблица 3.1.3. – Результаты оценки потенциала водообеспеченности в периоды разной водности на примере отдельных речных бассейнов/подбассейнов/ВХУ Верхней Оби (фрагмент таблицы)

Речной бассейн/подбассейн	Численность населения, чел.	Гидропост, ед.		Годовой речной расход разной обеспеченности, м³/с (данные СКИОВО)			Минимальный трехлетний речной расход, м³/с	Минимальные среднемесячные расходы 95% обеспеченности, м³/с		Водообеспеченность в годы различной водности без учета антропогенной составляющей, м³/чел. в год		
				50%	75%	95%		летне-осенняя межень	зимняя межень	50%	75%	95%
Алей	329943	16	устье	41,6	29,7	17,2	14,4	3,9	1,2	3976,1	2838,7	1644,0
Алей с учетом водохранилищ	329943	16	устье	41,6	29,7	17,2	14,4	3,9	1,2	5512,8	4375,4	3180,6
Алей нижний	299404	13	устье	41,6	29,7	17,2	14,4	3,9	1,2	4381,7	3128,3	1811,7
Алей нижний (с учетом водохранилищ)	299404	13	устье	41,6	29,7	17,2	14,4	3,9	1,2	6075,1	4821,6	3505,0
Иня	473241	20	устье	49,3	38,9	24,1	29,1	3,5	2,3	3285,3	2592,2	1606,0
Кеть	24416	21	устье	464,0	407,0	334,0	327,4	208,0	104,0	599308,0	525686,1	431398,4
Томь	2712607	86	устье	1147,0	998,0	790,0	776,2	214,0	89,3	13334,7	11602,5	9184,3
Кондома	120509	10	устье	146,0	124,0	96,0	91,1	11,4	5,4	38206,7	32449,6	25122,2
Чумыш	199108	24	устье	129,0	107,0	90,0	83,1	35,0	19,1	20431,8	16947,3	14254,8

продолжение таблицы

Речной бассейн/подбассейн	Безвозвратное водопотребление, млн м³/год	Водообеспеченность в годы различной водности с учетом безвозвратного водопотребления, м³/чел. в год			Водообеспеченность в трехлетние периоды малой водности, м³/чел. в год	Водообеспеченность в месяцы с минимальными расходами 95% обеспеченности, м³/чел. в месяц	
		50%	75%	95%		летне-осенняя межень	зимняя межень
Алей	56,4	3805,3	2667,9	1473,1	1201,4	16,1	-5,2
Алей с учетом водохранилищ	110,3	5178,3	4040,9	2846,2	2574,5	130,5	109,2
Алей нижний	55,2	4197,4	2944,0	1627,4	1328,0	18,1	-5,4
Алей нижний (с учетом водохранилищ)	55,2	5890,8	4637,4	3320,8	3021,4	159,2	135,7
Иня	24,8	3232,8	2539,8	1553,5	1886,7	14,9	8,2
Кеть	0,3	599297,3	525675,5	431387,8	422862,1	22080,4	11039,7
Томь	318,2	13217,4	11485,2	9067,0	8906,2	194,7	75,6
Кондома	5,2	38163,6	32406,4	25079,1	23783,9	241,6	112,6
Чумыш	22,5	20318,8	16834,3	14141,8	13045,6	446,2	239,2

3.2. Оценка водообеспеченности регионов с учетом изменчивости водных ресурсов в разные периоды водности

Существенная точность в оценках водообеспеченности достигается путем учета изменчивости водных ресурсов изучаемых территорий, в первую очередь, ресурсов речного стока. Принятые в гидрологических расчетах – норма или 50% обеспеченность используется в основном для определения объемов водоснабжения в целях сельскохозяйственного водоснабжения и орошения, 95% обеспеченность – в хозяйственно-питьевых и производственных нуждах для водоснабжения городских и сельских населенных пунктов.

В условиях Западной Сибири регулярные гидрологические наблюдения начались с 1930-х гг. В настоящее время сеть Росгидромета в регионах Обь-Иртышского бассейна насчитывает 402 гидрологических поста. Подавляющее большинство постов – речные, озерных – всего 32. Наблюдения организованы на водотоках от элементарно малых (с площадью 0,2-15 км²) до бассейнов размером более 2 млн км². В разные годы сеть водомерных наблюдений на реках и озерах в бассейне Оби и Иртыша, действующих сейчас или когда-либо действовавших, состоит из 750 постов, в том числе в бассейне Оби – 460, в бессточной области Обь-Иртышского междуречья – 32 поста (Современное состояние..., 2012).

В связи с этим, не все речные бассейны и подбассейны охвачены регулярными наблюденными гидрологическими данными. Часть из них имеет водомерные посты с коротким периодом наблюдений, что усложняет задачу оценки водообеспечения территорий, населения и экономики регионов. Проведенная нами инвентаризация гидрологических постов в регионах Верхней Оби показала, что при сопоставлении рядов наблюдений в границах одних и тех же речных бассейнов, как правило, в пределах одного ВХУ только один-два поста имеет длиннорядный период наблюдений. Так, в бассейне оз. Телецкое из 10 постов, которые когда-либо существовали здесь, один пост в с. Балыкча имеет ряд наблюдений более 80 лет (рис. 3.2.1). В бассейне р. Бии из 17 постов таких три, в том числе в г. Бийске с периодом наблюдений 116 лет.

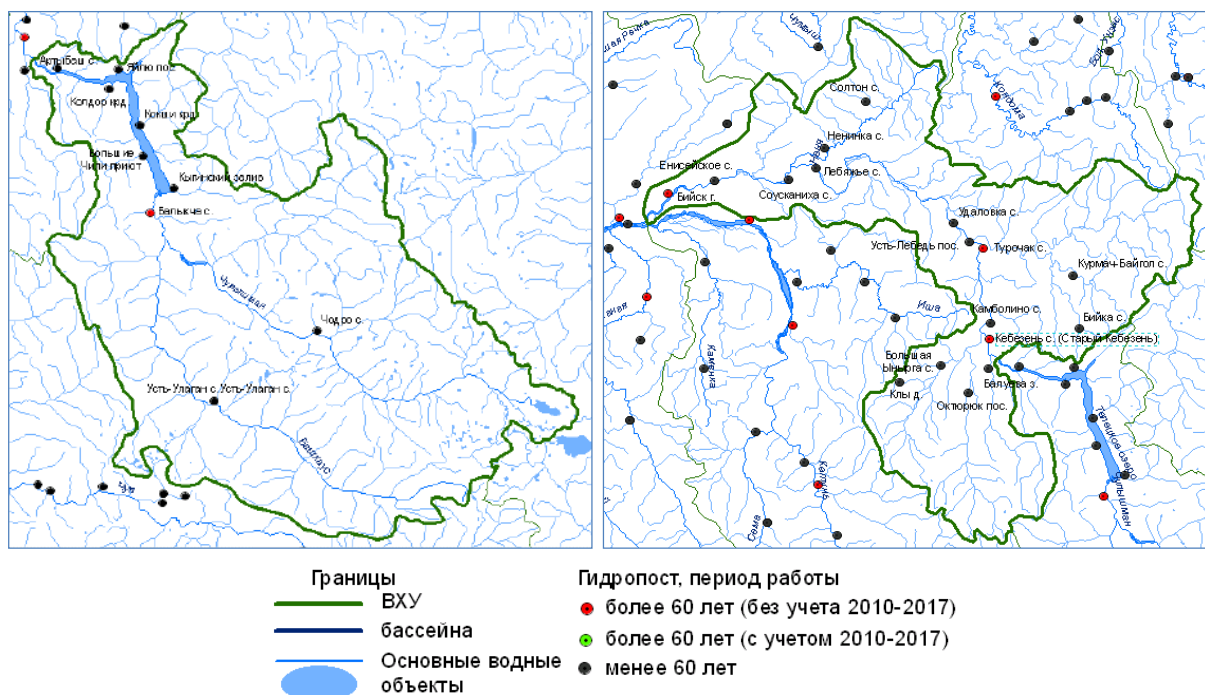


Рисунок 3.2.1 – Гидрологические посты ВХУ бассейна оз. Телецкое и р. Бия

Сопоставительный анализ позволил нам выделить бассейны и ВХУ, которые обеспечены надежной (высокой степени достоверности) гидрологической информацией. В результате этого, сетка современного водохозяйственного районирования существенно дополнена. Согласно водохозяйственному районированию РФ (Приказ МПР от 25.04.2007 г. №111), критериями выделения гидрографических единиц в целях управления водными ресурсами являются: площадь водосборной территории; объем водохранилищ, расположенных на территории водохозяйственного участка; количество населенных пунктов, численность и плотность населения; отношение количества забираемой для использования воды к объему поверхностного стока, формирующегося на водосборной территории участка (местный сток), и/или к общему объему поверхностного стока в замыкающем участке пограничном расчетном створе; отношение количества загрязняющих веществ на единицу объема поверхностного стока в маловодный период к установленным нормативам предельно допустимых концентраций содержания загрязняющих веществ в водных объектах. К этим показателям нами была добавлена информация по гидрологическим постам ВХУ Верхней Оби. В связи с этим, нами предлагается для детализации расчетов использовать 45 модельных речных бассейна или водохозяйственных участка (рис. 3.2.2).

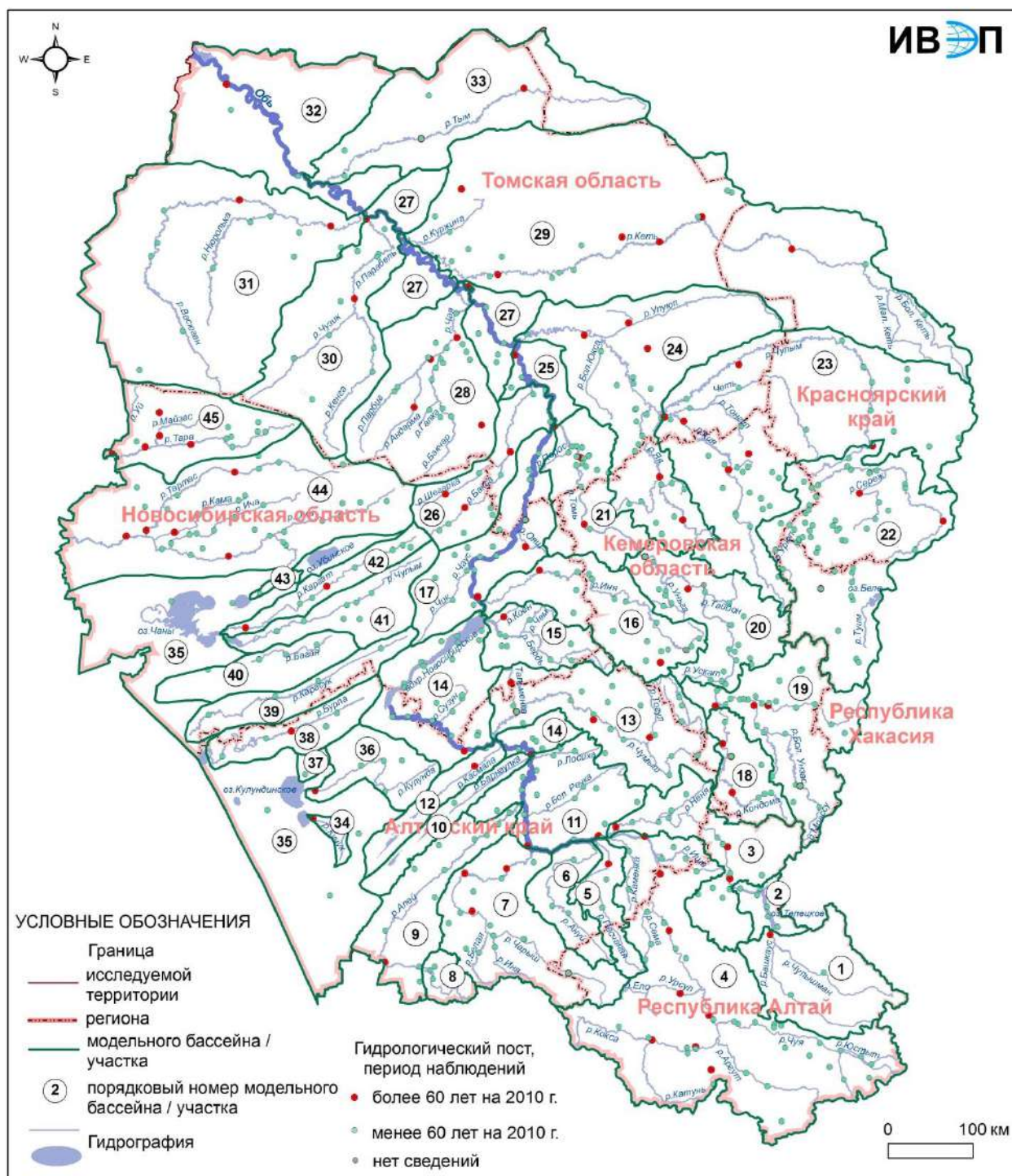


Рисунок 3.2.2 – Модельные бассейны и ВХУ Верхней Оби (сверка и картографирование выполнено совместно с к.г.н. Ю.М. Цимбалей, к.г.н. Н.Ю. Курепиной, к.г.н. Н.В. Стоящевой)

Выполненные расчеты водообеспеченности в полной мере позволяют оценить сложившуюся водохозяйственную ситуацию и сделать некоторые промежуточные выводы. Например, в верховьях Оби, в бассейнах рр. Бии, Катунь и Чулышмана водообеспеченность имеет очень высокие уровни (рис. 3.2.3). Очевидно, что в этих бассейнах учет антропогенной составляющей (изъятия стока) прак-

тически не влияет на уровень водообеспечения населения и экономики муниципальных образований. Существенное уменьшение обусловлено только природными факторами, в случае наступления трехлетних маловодных периодов.

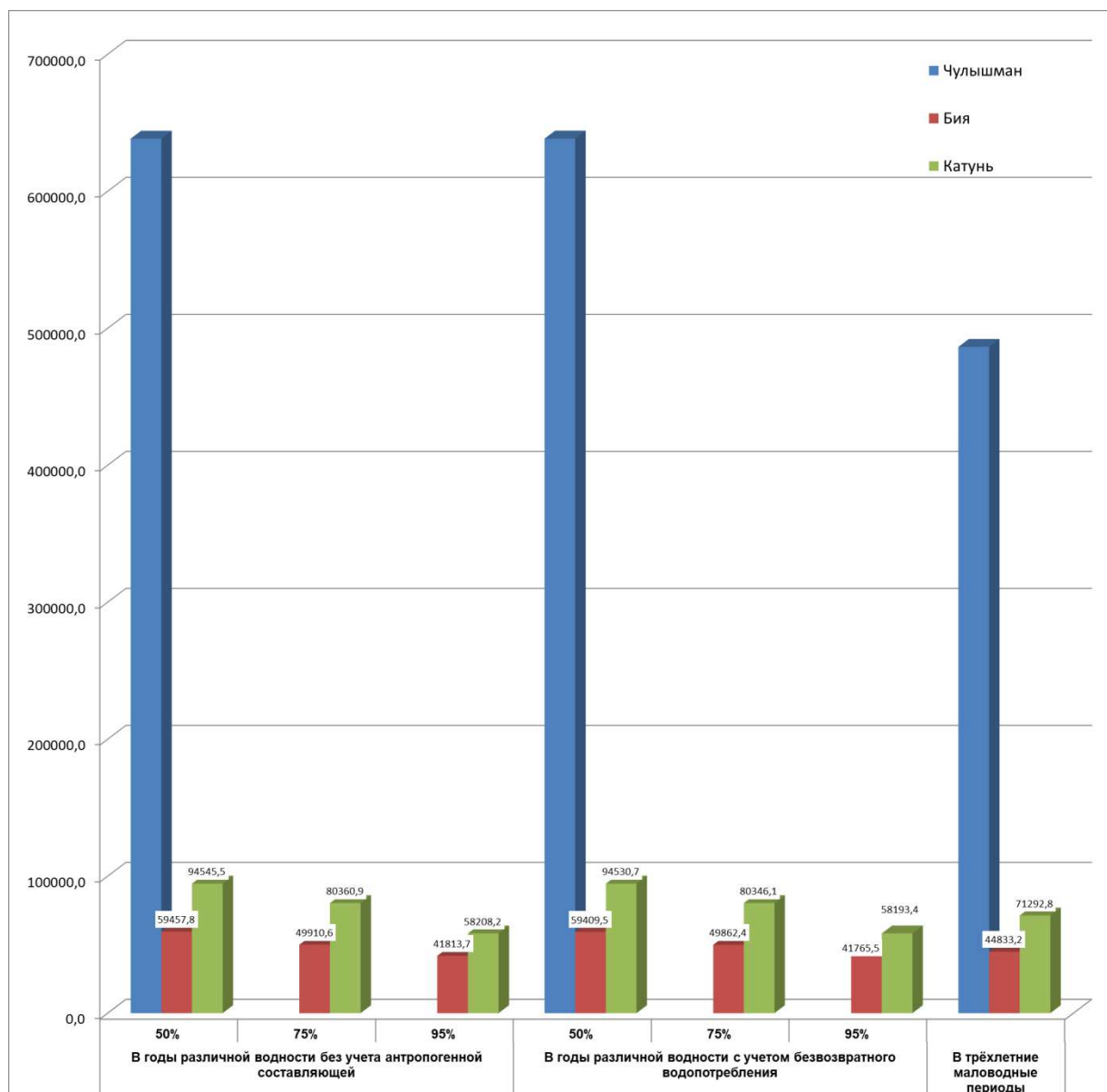


Рисунок 3.2.3 – Водообеспеченность в периоды разной водности в бассейнах рр. Бии, Катунь, Чулышмана, м³/чел. в год

Схожая картина наблюдается в бассейне р. Чарыша (рис. 3.2.4). В бассейнах рр. Ануя, Песчаной в средние по водности годы водообеспеченность имеет очень высокие уровни (более 20,0 тыс. м³/чел. в год), а в годы 75 или более того 95% обеспеченности она, как правило, не превышает высоких (10,0-20,0) или даже средних значений (5,0-10,0). В бассейнах рр. Берди и Ини эти показатели колеб-

лются в пределах низких (2,0-5,0) и очень низких (1,0-2,0 тыс. м³/чел. в год) уровней.

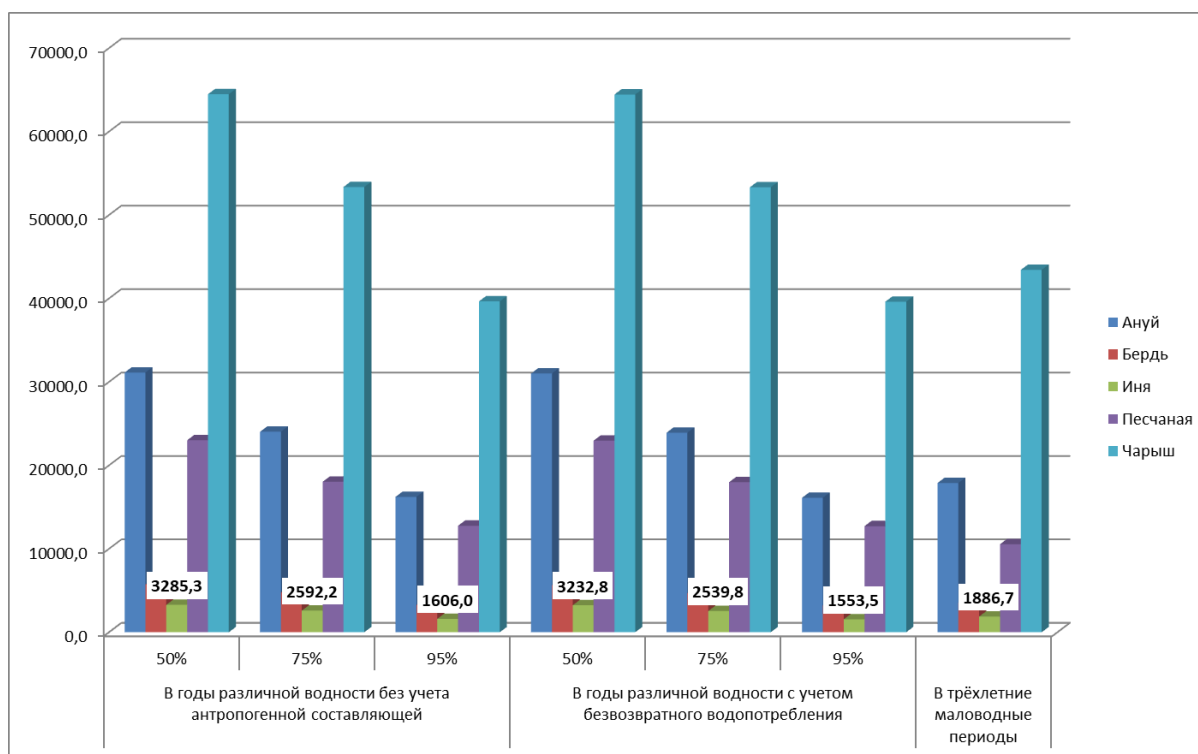


Рисунок 3.2.4 – Водообеспеченность в периоды разной водности в бассейнах рр. Ануя, Берди, Ини, Песчаной, Чарыша, м³/чел. в год

Наиболее сложная обстановка сложилась в бассейнах рр. Алея и Томи (рис. 3.2.5-3.2.8). Бассейн Алея имеет два водохозяйственных участка, бассейн Томи – четыре ВХУ (включая Кондому). На рисунках также представлены результаты расчетов в среднем для бассейнов; для Алея также с учетом накопленного стока водохранилищами.

В бассейне Томи три ВХУ (13.01.03.001 р. Кондома, 13.01.03.003 р. Томь-Кемерово и 13.01.03.004 р. Томь-устье) надежно обеспечены ресурсами речного стока, поскольку водообеспеченность имеет высокие и очень высокие уровни и в годы минимальной водности, и в годы средней водности, и даже в периоды трех-летней малой водности (уточним, что ВХУ 13.01.03.002 р. Томь в створе г. Кемерово не полностью охвачен гидрологическими данными). Водохозяйственный участок в створе г. Новокузнецка характеризуется высокими значениями водообеспеченности в средние по водности годы и средними – в годы минимальной (95% обеспеченности) водности. В целом по бассейну уровни водообеспеченно-

сти имеют схожие показатели, только их значения не превышают 11,0-13,0 тыс. м³/чел. в годы средней водности и 9,0 тыс. м³/чел. в годы минимальной водности. И лишь в меженные периоды водообеспеченность соответствует очень низкому уровню.

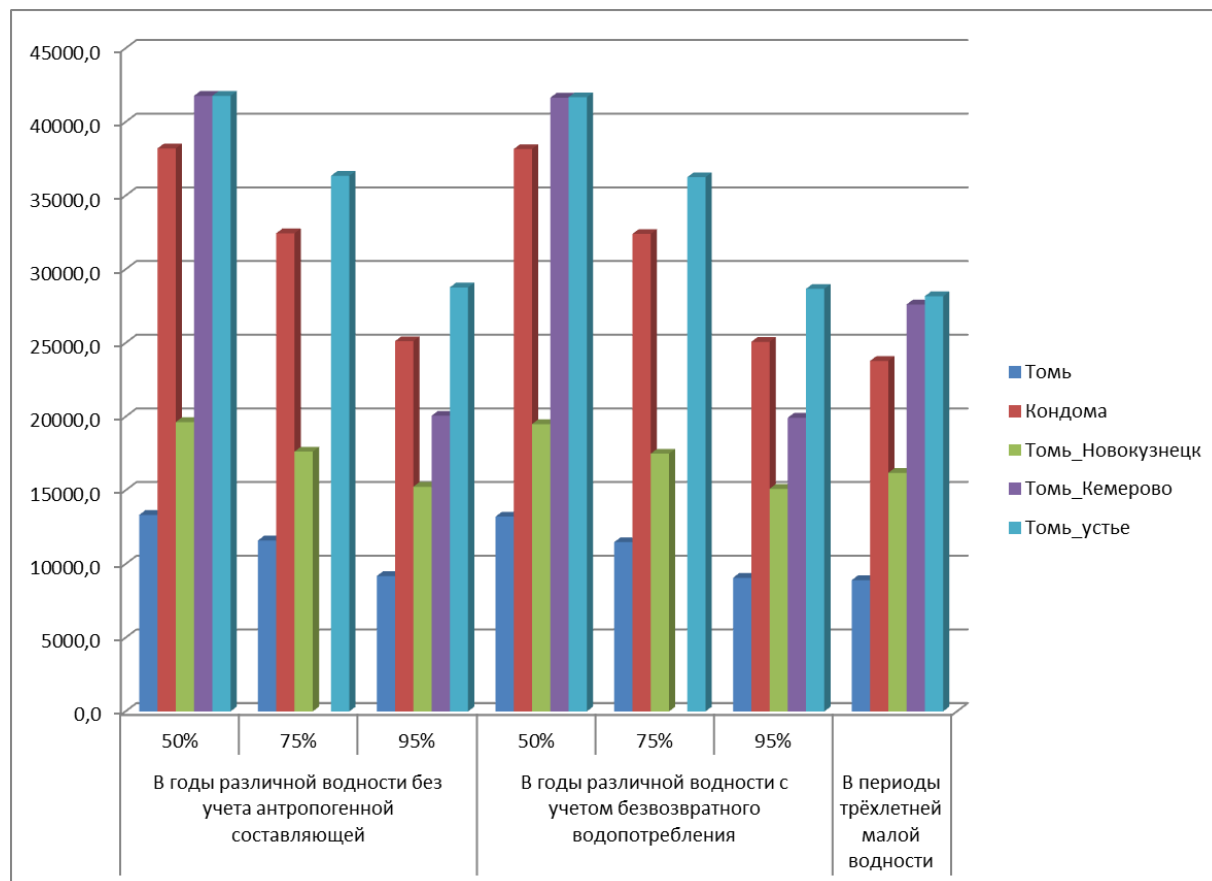


Рисунок 3.2.5 – Водообеспеченность в периоды разной водности в бассейне и ВХУ р. Томи, м³/чел. в год

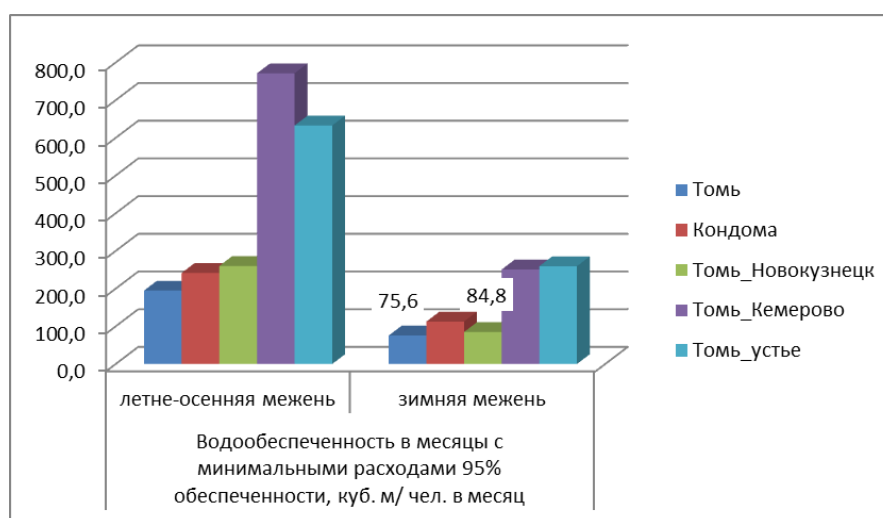


Рисунок 3.2.6 – Водообеспеченность в месяцы минимальной водности в бассейне и ВХУ р. Томи, м³/чел. в месяц

В бассейне р. Алея только в пределах верхнего ВХУ водообеспеченность имеет высокие уровни. В остальных случаях – либо средние (в целом для бассейна и нижнего участка с учетом накопленного объема водохранилищ), либо низкие (в среднемноголетние годы бассейн в целом и нижний участок без учета водохранилищ) и очень низкие (в годы 95% обеспеченности) уровни. В меженные периоды без учета объемов водохранилищ, даже на верхнем участке и в целом по бассейну уровни очень низкие и катастрофически низкие, в зимний период имеют отрицательные значения.

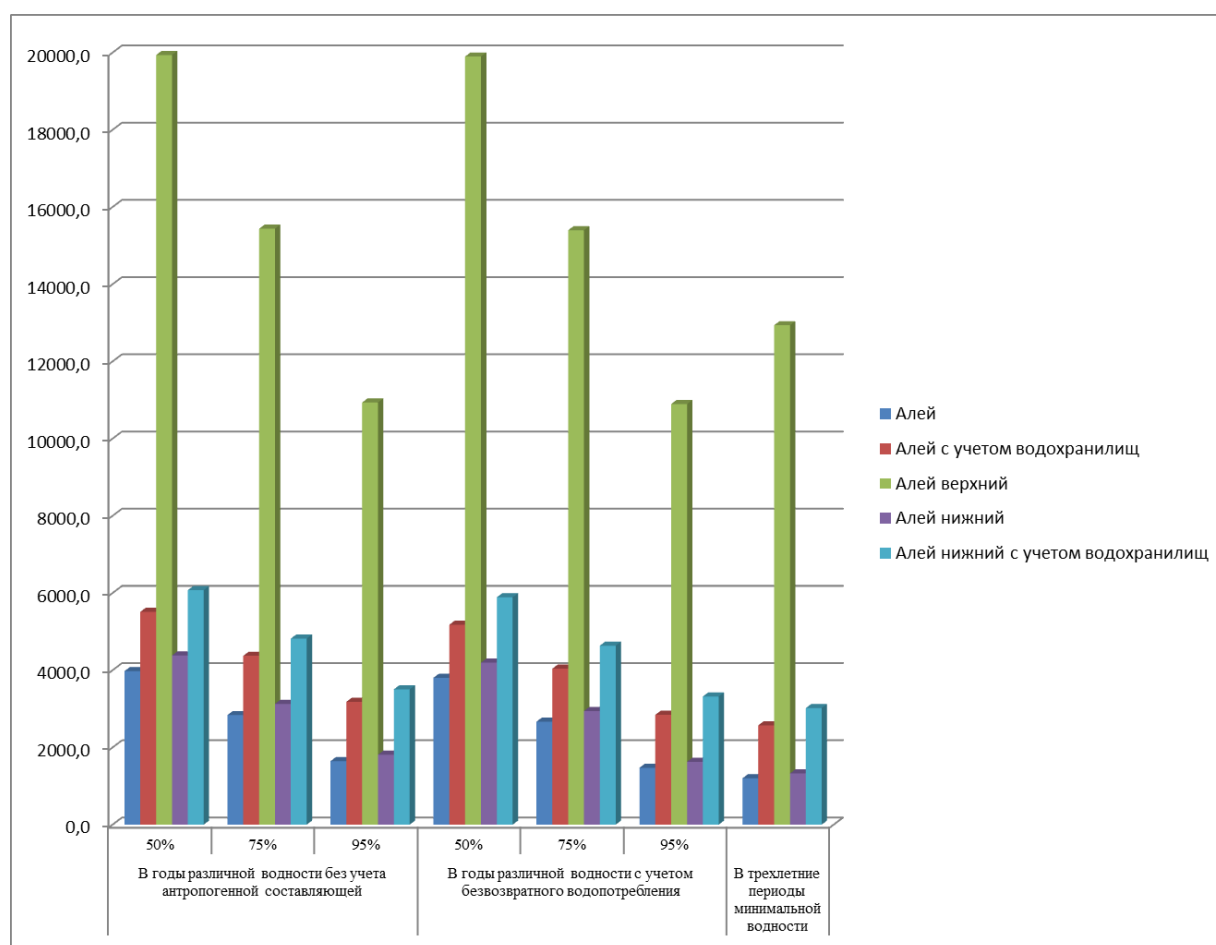


Рисунок 3.2.7 – Водообеспеченность в периоды разной водности в бассейне и ВХУ р. Алея, м³/чел. в год

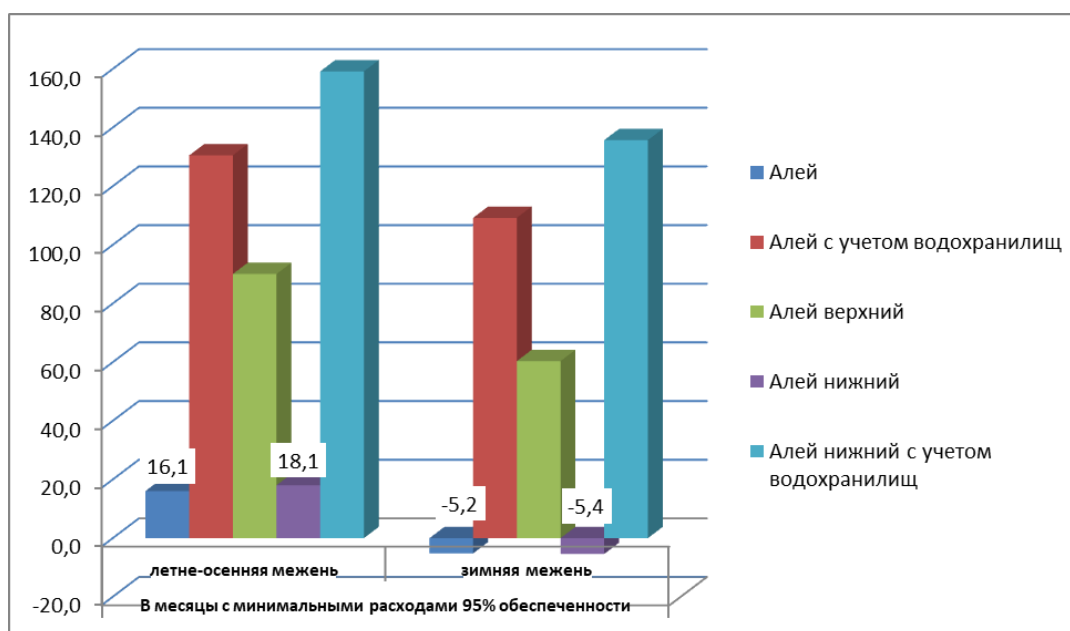


Рисунок 3.2.8 – Водообеспеченность в месяцы минимальной водности в бассейне и ВХУ р. Алей, м³/чел. в месяц

Подобный анализ позволяет выполнить расчетные операции по оценке реальной водообеспеченности субъектов в границах речных бассейнов и ВХУ, а также подготовить предложения и рекомендации в стратегии водообеспечения населения и экономики регионов.

3.3. Водообеспеченность бессточной области Обь-Иртышского междуречья

Для территорий с ограниченными поверхностными водными ресурсами или практически полным их отсутствием водоснабжение населенных пунктов осуществляется преимущественно из подземных водных источников. Именно такой территорией является междуречье Оби и Иртыша.

В пределах бессточной области Обь-Иртышского междуречья расположены муниципальные образования (МО) трех субъектов Сибирского федерального округа общей площадью порядка 173,5 тыс. км², в том числе территории 28 МО Алтайского края, 22 – Новосибирской и 4-х – Омской областей, в которых проживает более 600,0 тыс. человек. В экономическом отношении это преимущественно сельскохозяйственно-развитые территории, но есть и городские поселения (гг. Славгород, Яровое, Каргат, Купино и др.), в которых получило развитие промышленное производство.

По данным Верхне-Обского БВУ в бессточной области протекает 1082 реки или 1,3% их общего количества в бассейнах Верхней и Средней Оби (Верхне-Обской., 2009). Поверхностные воды используются здесь в целях сельскохозяйственного водоснабжения и представлены главным образом малыми и средними водотоками (табл. 3.3.1).

Таблица 3.3.1. – Реки бессточной области Обь-Иртышского междуречья протяженностью более 100 км (данные Государственного водного реестра: <http://textual.ru/gvr/>)

Река	Длина, км	Площадь водосбора, км ²
Карасук	531	11300
Бурла	489	12800
Кулунда	412	12400
Чулым	392	17900
Каргат	387	7210
Баган	364	10700
Кучук	121	1020
Сума	111	3650

В условиях недостатка поверхностных вод и их неудовлетворительного качества (табл. 3.3.2) на большей части территории бессточной области Обь-Иртышского междуречья в хозяйственно-питьевых целях используются исключительно подземные (в частности грунтовые) воды. Прогнозные эксплуатационные ресурсы подземных вод с минерализацией до 1,5 г/дм³ составляют 1,0 км³/год или 3,6% их общих запасов в бассейнах Верхней и Средней Оби (данные Верхне-Обского БВУ).

Геологические условия залегания подземных вод для восточной и западной частей Обь-Иртышского междуречья различаются. Так, в восточной части распространен мощный покров (около 100 м) четвертичных отложений (краснодубровской свиты нижне-среднечетвертичного возраста со сложным генетическим составом и строением) со сравнительно неглубоким залеганием палеозойского фундамента. В западной – маломощный (около 10 м) чехол четвертичных отложений, с изменяющимся с севера на юг гранулометрическим составом, на близко залегающих неогеновых породах и мощной толщей неоген-палеогеновых и меловых отложений.

Таблица 3.3.2 – Химический состав речных вод бессточной области Обь-Иртышского междуречья (анализ выполнен в химико-аналитическом центре ИВЭП СО РАН)

Показатели Место и дата отбо- ра проб	рН	Ca ²⁺ , мг/дм ³	Mg ²⁺ , мг/дм ³	K ⁺ , мг/дм ³	Na ⁺ , г/дм ³	HCO ₃ ⁻ , мг/дм ³	SO ₄ ²⁻ , г/дм ³	Cl ⁻ , г/дм ³	Электро- провод- ность, мСм/см
р. Чулым (верховье), 05.08.2012	7,78 ± 0,44	98,2 ± 10,8	140 ± 7,0	4,3 ± 0,5	0,3 ± 0,03	210 ± 25	0,42 ± 0,05	0,61 ± 0,02	3,01 ± 0,15
р. Чулым (низовье), 11.08.2012	8,01 ± 0,45	52,1 ± 5,79	65,7 ± 3,29	6,0 ± 0,7	0,37 ± 0,05	506 ± 61	0,32 ± 0,04	0,33 ± 0,01	3,78 ± 0,19
р. Каргат (верховье), 05.08.2012	7,62 ± 0,43	92,9 ± 10,1	88,4 ± 4,42	2,8 ± 0,3	0,22 ± 0,02	301 ± 36	0,11 ± 0,01	0,51 ± 0,02	1,77 ± 0,09
р. Каргат (низовье), 11.08.2012	8,77 ± 0,49	64,1 ± 7,05	123 ± 6,6	4,4 ± 0,5	0,43 ± 0,04	393 ± 47	0,45 ± 0,05	0,58 ± 0,03	3,28 ± 0,16
р. Баган (верховье), 11.08.2012	9,16 ± 0,52	34,1 ± 3,75	189 ± 9,45	13 ± 2	0,37 ± 0,04	312 ± 37	0,34 ± 0,04	0,67 ± 0,03	2,04 ± 0,10

Залегание грунтовых вод определяется геоморфологическими условиями, которые в приобской части междуречья характеризуются расчлененным рельефом, хорошо выраженными склонами, с многочисленными западинами и ложбинами. В западной части Обь-Иртышского междуречья широко распространены гривы и озера различного генезиса и режима (Рыбкина, Магаева, Губарев, 2015).

Гидрогеологические условия в восточной и западной частях бессточной области различны как для грунтовых вод, так и для неоген-палеогенового и мелового комплекса. Кроме того, водообильность и химический состав вод в водоносных комплексах значительно изменяются в зависимости от их глубины залегания и удаленности от областей питания.

Отметим, что расположенные внутри бессточной области в пределах Барабинско-Кулундинской низменности и в прилегающей к ней зоне 13 административных районов Новосибирской области и Алтайского края наименее обеспечены прогнозно-эксплуатационными ресурсами подземных вод и испытывают водodefицит. Характерная ситуация проиллюстрирована на примере МО Новосибир-

ской области (табл. 3.3.3). Имеет место большой удельный вес отбора подземных вод с неутвержденными запасами и низкий уровень эксплуатации разведанных месторождений. В отдельных муниципальных образованиях районов обеспеченность населения водными ресурсами составляет 80 % и менее от их потребности (табл. 3.3.4).

Таблица 3.3.3 – Оценка водообеспеченности населения муниципальных образований Новосибирской области за счет собственных ресурсов подземных вод (Информационный бюллетень, 2009)

Муниципаль- ные образова- ния (районы)	Прогнозные эксплуатационные ресурсы подземных вод, тыс. м³/сутки				Числен- ность насе- ления, тыс. чел.	Удельная водообеспе- ченность на 1 человека, м³/сутки	
	всего	в том числе с минерали- зацией, г/дм³				всего	в том числе с минерализа- цией до 1 г/дм³
		до 1,0	1,0- 1,05	1,5-3,0			
Баганский	107,71	46,90	29,10	31,71	16,6	6,489	2,825
Барабинский	117,86	15,83	76,12	25,91	44,6	2,643	0,355
Доволенский	80,31	34,63	41,63	4,05	17,4	4,616	1,990
Здвинский	136,94	91,22	30,37	15,35	16,6	8,249	5,495
Карасукский	114,71	42,38	56,74	15,59	46,3	2,478	0,915
Каргатский	124,07	99,99	23,24	0,84	18,2	6,817	5,494
Кочковский	58,59	2,28	39,76	16,55	14,9	3,932	0,153
Краснозерский	158,52	72,92	83,32	2,28	32,5	4,878	2,244
Купинский	142,36	30,30	31,73	80,33	31,2	4,563	0,971
Убинский	227,51	162,72	64,79	0	16,3	13,958	9,983
Чановский	91,50	9,35	8,69	73,46	25,5	3,588	0,367
Чистоозерный	65,10	0	35,12	29,98	19,6	3,321	0
Чулымский	215,67	138,26	73,18	4,23	23,9	9,024	5,785

Для оценки возможностей перспективного водоснабжения муниципальных образований бессточной области Обь-Иртышского междуречья в первую очередь были изучены и оценены водоресурсные ограничения природного характера, которые накладывают определенные особенности на характер и вид целевого использования водных ресурсов. Для этого использованы материалы геолого-гидрогеологических съемок и опубликованных литературных источников (Гидрогеология СССР, 1972; Магаева, Казьмин, Энес и др., 1990; Мартынов, Михеева, Марченко, 1990; Земскова, Смоленцев, Полканов и др., 1991; Казьмин, Королев, Тарасов и др., 1995; Государственная геологическая карта, 2001; Васькина, Казьмин, 2006).

Таблица 3.3.4 – Сравнительная оценка существующих потребностей и обеспеченности подземными водами населения Баганского района Новосибирской области (данные администрации района)

Сельское поселение	Потребность в воде, тыс. м ³ /сутки	Обеспеченность населения питьевыми водами	
		Количество скважин, шт.	Общий дебит, тыс. м ³ /сутки
Баганское	0,452	11	0,940
Андреевское	0,086	5	0,300
Ивановское	0,058	3	0,200
Казанское	0,113	2	0,090
Кузнецовское	0,046	1	0,053
Лозовское	0,111	6	0,320
Мироновское	0,141	4	0,280
Палецкое	0,148	4	0,250
Савкинское	0,065	7	0,380

В условиях отсутствия пригодных для хозяйственно-питьевого водоснабжения поверхностных вод ограничения развития водоснабжения связаны, главным образом, с количеством и качеством подземных вод, водообильность и химический состав которых изменяются в зависимости от глубины залегания водоносных горизонтов и удаленности от областей питания. Так, в западной части бессточной области Обь-Иртышского междуречья отмечаются наибольшие глубины залегания подземных вод, используемых в хозяйственно-питьевых целях (до 1,5 км), имеющие удовлетворительное качество и хорошую водообильность (>200 м³/сутки), малую минерализацию, по химическому составу – гидрокарбонатно-натриевые. Восточная часть бессточной области характеризуется небольшим залеганием подземных вод (до 300 м), неустойчивым качеством и минерализацией до 3 г/дм³, водоносные горизонты невыдержанные по простиранию с пониженным водообменом и высокой водообильностью (Рыбкина, Магаева, Губарев, 2015).

Значения водопроводимости и минерализации подземных вод взяты нами как критерии водоресурсных ограничений развития водоснабжения исследуемых территорий. По материалам И.М. Земсковой с соавторами (1991) составлены картосхемы (рис. 3.3.1) распространения водоносных комплексов с приемлемыми характеристиками, по нашему мнению, водопроводимостью более 100 м³/сутки и

минерализацией вод, используемых для разных целей до 1 г/дм^3 и до 3 г/дм^3 . Применяемый методический подход учитывает совмещение границ физико-географического районирования (по Винокурову, Цимбалей (2006)), существующего административно-территориального деления субъектов и гидролого-климатического зонирования (по Мезенцеву, Карнацевичу (1969)).

Анализ водоресурсных возможностей перспективного развития водоснабжения муниципальных образований регионов бессточной области Обь-Иртышского междуречья позволил провести зонирование территории по степени проявления ограничений и выделить районы: благоприятные для крупного хозяйственно-питьевого водоснабжения; благоприятные для водоснабжения сельских населенных пунктов с незначительным водоотбором подземных вод; с ограниченно пригодными водами для питьевых целей.

К районам с благоприятными условиями для хозяйственно-питьевого водоснабжения (в том числе городов и крупных сельских поселений) и возможными перспективами использования подземных вод в целях орошения нами отнесены большинство МО Алтайского края (Михайловский, Ключевский, Кулундинский, Табунский, Славгородский, Суетский, Благовещенский, Немецкий национальный, Бурлинский, Хабарский районы), частично МО Новосибирской области (Карасукский, Красноозерский, Доволенский, Баганский, Здвинский, Каргатский районы). Они надежно обеспечены неоген-палеогеновыми подземными водами с минерализацией до 1 г/дм^3 , водопроницаемостью от 100 до 200 $\text{м}^2/\text{сутки}$ и более (рис. 3.3.2).

В группу районов с благоприятными условиями для сельскохозяйственного водоснабжения (животноводства) и ограниченно пригодными условиями для питьевого водоснабжения вошли в основном МО Новосибирской области (Чистоозерный, Купинский, Чановский, Татарский, Барабинский, Убинский районы) и Алтайского края (Панкрушихинский, Баевский, Тюменцевский, Романовский, Новичихинский, Егорьевский, Ребрихинский и районы), частично Омской области (Черлакский и Оконешниковский районы). Они обеспечены меловыми и чет-

вертичными водоносными комплексами с минерализацией 1-3 г/дм³ и водопродимостью горизонтов 100-200 м²/сутки и более.

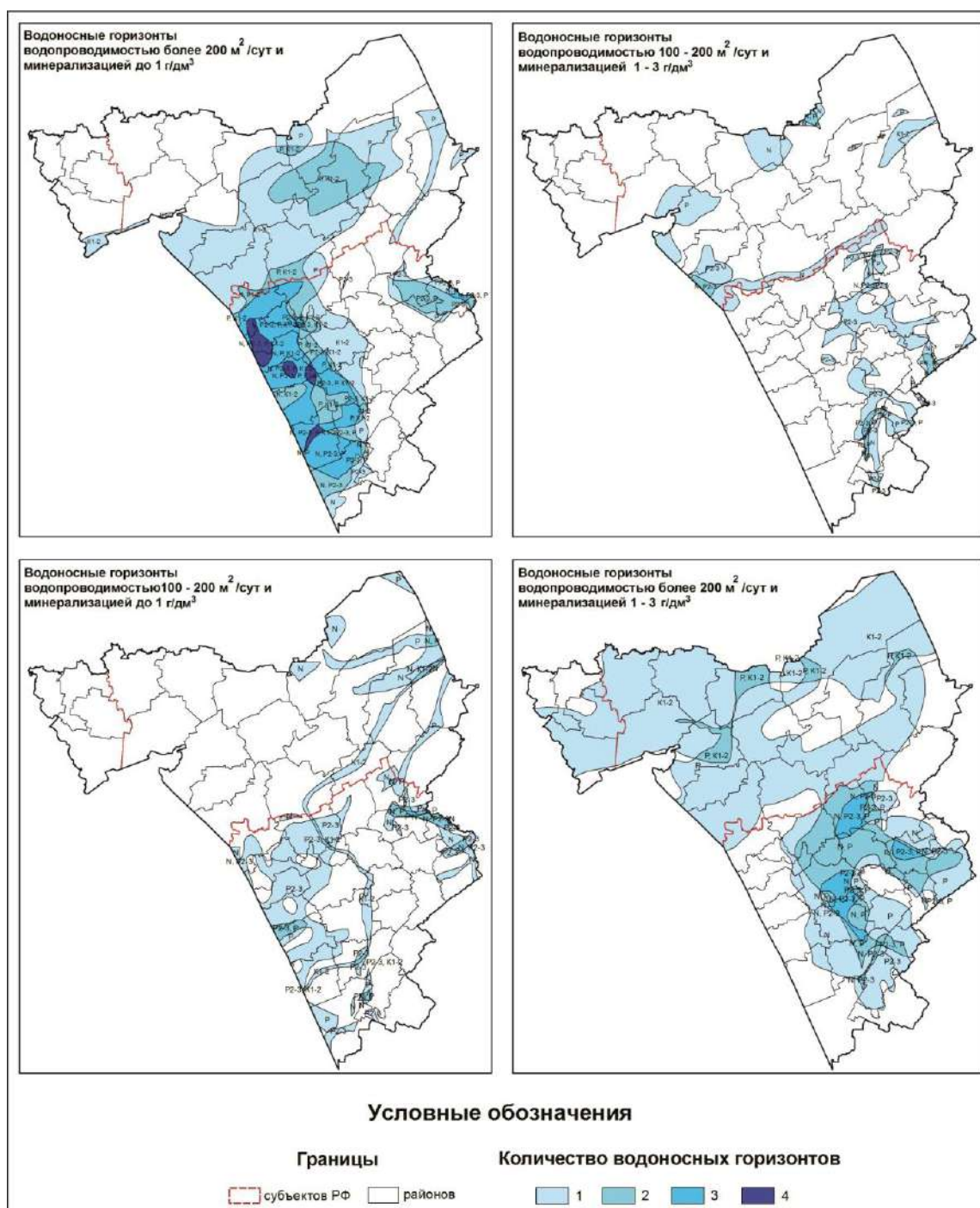


Рисунок 3.3.1. – Схемы распространения водоносных комплексов с разными значениями водопродимости и минерализации

Территории, для которых водоресурсные ограничения выступали бы лимитирующим фактором развития, нами не выделены, поскольку при появлении ограничений по минерализации или водообильности в верхнем горизонте, водо-

снабжение осуществляется из более глубоких горизонтов (до 1,5 км), имеющих требуемое качество вод.

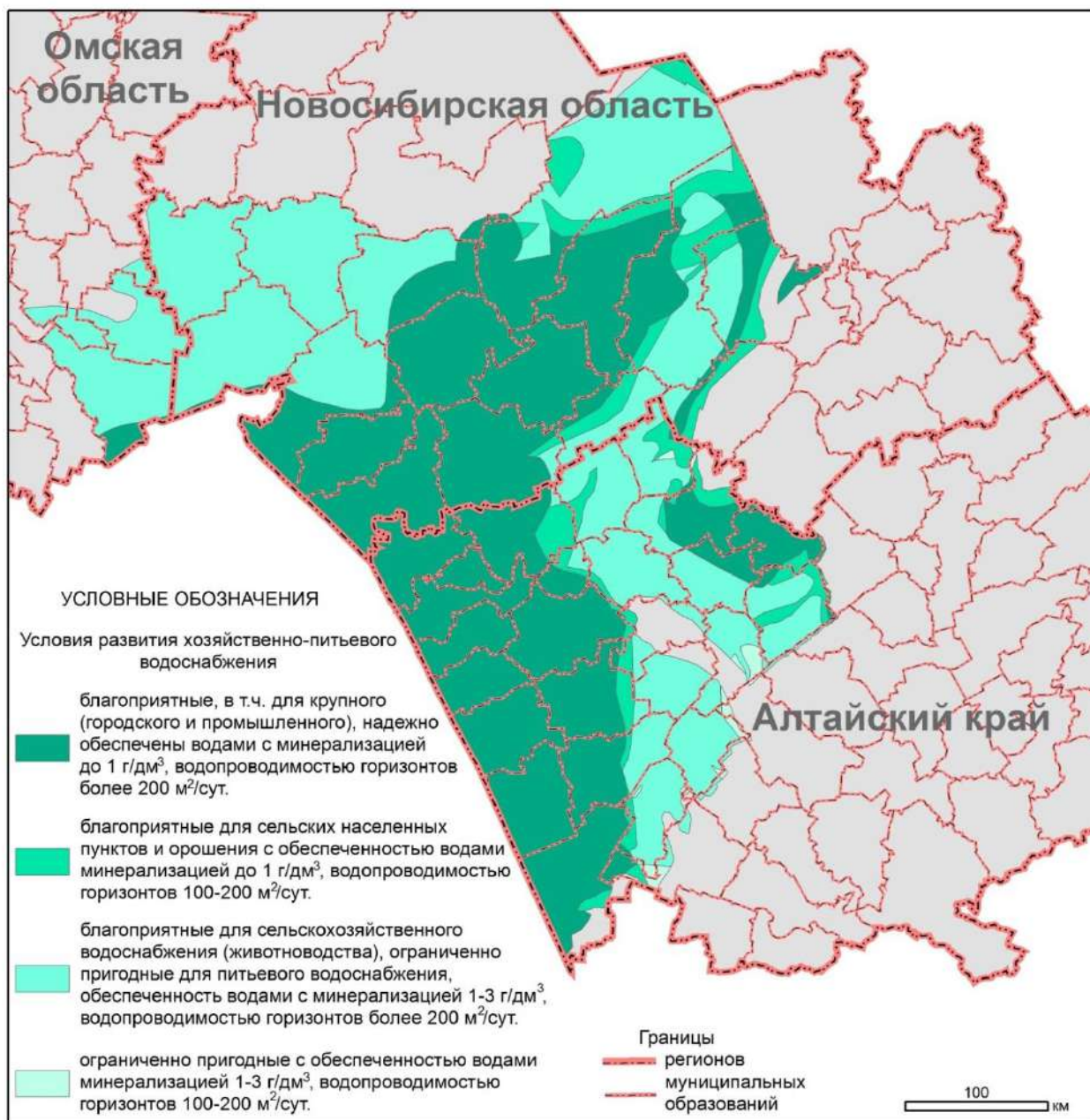


Рисунок 3.3.2 – Ограничения и возможности использования подземных вод в хозяйственно-питьевых целях в муниципальных образованиях бессточной области Обь-Иртышского междуречья

Таким образом, ресурсы подземных вод в большинстве МО достаточны для хозяйственно-питьевого водоснабжения крупных сельских населенных пунктов, а также городов. Практически отсутствуют ограничения в использовании подземных водных ресурсов на территории Алтайского края по природным причинам, частично они проявляются в МО Новосибирской и Омской областей.

3.4. Анализ водохозяйственной безопасности регионов по уровню потенциальной водообеспеченности территорий, населения и экономики

Приближенность расчетов к природным единицам (в данном случае ландшафтными провинциями и водохозяйственным участкам речных бассейнов) формирования речного и подземного стока позволяет детализировать оценки водных ресурсов и водообеспеченности регионов. Однако учесть в полной мере гидрологическую изменчивость территорий Западной Сибири не представляется возможным ввиду отсутствия длиннорядной наблюдаемой информации по всем речным бассейнам и подбассейнам, а также ВХУ.

В связи с этим, общекбассейновая оценка водообеспеченности и построенный на ее основе анализ водохозяйственной безопасности регионов выполнены с учетом имеющихся среднемноголетних данных по всем речным бассейнам и подбассейнам в разрезе ландшафтных провинций, то есть по потенциальной обеспеченности водными ресурсами населения и экономики.

Выполненные и описанные ранее (раздел 3.1) анализ и оценка водообеспеченности по ландшафтными провинциями также основываются на учете среднемноголетних данных о состоянии ресурсов поверхностных и подземных вод. Это данные Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромета) и Центра государственного мониторинга состояния недр (ФГБУ «Гидроспецгеология»), а также сведения, полученные с картографических материалов, которые легли в основу оценки.

Расчет показателей водообеспеченности проводился удельно – по населению (из расчета на одного жителя) и территориям (из расчета на единицу площади) в границах ландшафтных провинций. Далее осуществлялось ранжирование внутри региона с использованием ГИС-технологий исходя из определения площади региона, попадающей в категории водообеспеченности: от катастрофически низкой (до 1,0 тыс. м³/чел. в год) до высокой и очень высокой (более 20,0 тыс. м³/чел. в год). Ранг присваивался субъекту путем последовательного рассмотрения

площади каждой категории (от худшей к лучшей) и вычисления средних значений по каждой из них, далее – от максимального значения площади до минимального.

Результаты ранжирования адекватно оценивают сложившуюся водохозяйственную ситуацию в пределах регионов Западной Сибири с учетом границ Обь-Иртышского бассейна (табл. 3.4.1-3.4.2). Следует обратить внимание на то, что такие субъекты, как Свердловская, Челябинская и Курганская области, Республики Хакасия и Тыва, Красноярский край не полностью лежат в пределах Обь-Иртышского бассейна, поэтому и результаты оценки правомерны только лишь для части их территорий.

Таблица 3.4.1 – Ранжирование регионов Западной Сибири по площади территорий с разной степенью обеспеченности населения ресурсами поверхностных вод, км² (Рыбкина, Губарев, 2015)

Ранг	Регион	Потенциальная обеспеченность поверхностными водными ресурсами, тыс. м ³ /чел. в год					
		менее 1,0	1,01 - 2,0	2,01 - 5,0	5,01 - 10,0	10,01 - 20,0	более 20,0
1	Омская область	15063,45			30186,34		96787,44
2	Челябинская область		20011,70	34905,50	3682,71		
3	Курганская область			36567,66	4159,52	24231,62	8594,73
4	Алтайский край			19373,32		95562,99	53201,68
5	Свердловская область		1275,85	987,24	52244,56	78906,50	35231,06
6	Новосибирская область			6510,38	43043,69	54639,66	73817,46
7	Республика Тыва						3632,84
8	Республика Хакасия						17523,20
9	Кемеровская область					20280,62	75949,60
10	Красноярский край						88698,87
11	Республика Алтай						92807,78
12	Тюменская область			1741,16	19604,81	10721,42	129862,27
13	Томская область						314520,10
14	ХМАО				15954,17	158,66	523887,70
15	ЯНАО				1611,92		664640,12
	Среднее значение		10643,78	16680,88	21310,97	40643,07	165653,92

С точки зрения потенциальной обеспеченности поверхностными водными ресурсами наилучшие позиции занимают Ямало-Ненецкий автономный округ (ЯНАО), Ханты-Мансийский АО (ХМАО), Томская и Тюменская области, Республика Алтай, Красноярский край, Кемеровская область, Республики Хакасия и Тыва (табл. 3.1.8). Здесь водохозяйственная безопасность с точки зрения водоснабжения из поверхностных водных объектов характеризуется стабильностью в

долгосрочной перспективе развития регионов, правда с некоторыми ограничениями по качеству вод. В высокогорных регионах ограничения связаны с низкой минерализацией природных речных вод и необходимостью доведения их при водоподготовке до нормативов физиологической потребности человека. В индустриально-развитых регионах и их частях ограничения водоснабжения зачастую обусловлены качеством и уровнем загрязнения речных вод, что также требуется учесть при водоподготовке и доведения вод до питьевого качества. Средний уровень водообеспеченности регистрируется в Новосибирской и Свердловской областях, низкий – в Алтайском крае и Курганской областях. Наихудшие результаты отмечаются в Челябинской и Омской областях. Здесь наибольшие площади субъектов характеризуются величинами обеспеченности поверхностными водными ресурсами катастрофически низкого и очень низкого уровня.

Таблица 3.4.2 – Ранжирование субъектов Западной Сибири по площади территорий с разной степенью обеспеченности населения ресурсами подземных вод, км² (Рыбкина, Губарев, 2015)

Ранг	Регион	Потенциальная обеспеченность подземными водными ресурсами, тыс. м ³ /чел. в год					
		менее 1,0	1,01 - 2,0	2,01 - 5,0	5,01 - 10,0	10,01 - 20,0	более 20,0
1	Кемеровская область	71402,67	12211,52	7930,61			4657,82
2	Челябинская область	58608,30					
3	Алтайский край	56091,06	39488,05	49184,66			23377,86
4	Курганская область	40727,15	21322,63	11503,72			
5	Новосибирская область	38605,85	52916,44	32943,44	34192,11		19363,00
6	Омская область	31914,15	39174,85	37279,12			33656,99
7	Республика Хакасия	17527,39					
8	Свердловская область	2263,09	52244,56	79068,66			35068,89
9	Тюменская область	1741,16	23620,65	72079,44			64489,32
10	ХМАО		15954,17	158,66	91889,43		432037,85
11	Томская область		693,27	12246,82		64363,41	237216,50
12	Республика Тыва						3633,26
13	Красноярский край	12347,70	13565,95	28303,50			46860,14
14	Республика Алтай	13,89		6070,95			86760,18
15	ЯНАО		1611,92	18062,43	6680,61	8440,11	619304,61
	Среднее значение	30112,95	24800,36	29569,33	44254,05	36401,76	133868,76

По потенциальной обеспеченности подземными водными ресурсами в регионах Западной Сибири и Обь-Иртышского бассейна водохозяйственную ситуацию можно охарактеризовать следующим образом: стабильная – в ЯНАО, Республике

Алтай, Красноярском крае, Республике Тыва; умеренно стабильная – в Томской области; неопасная со средним уровнем водообеспеченности – в ХМАО; умеренно опасная – в Тюменской области; опасная с территориями катастрофически низкой водообеспеченностью населения – в Омской, Новосибирской, Курганской областях, Алтайском крае, Челябинской и Кемеровской областях (табл. 3.1.9). Кроме этого, в большинстве случаев подземные воды не соответствуют питьевому качеству и требуют технологической очистки и водоподготовки (например, для удаления повышенных концентраций железа и марганца).

Вместе с тем, ориентир только на площади субъектов, попадающих в разные категории водообеспеченности населения, не дает полной картины водохозяйственной ситуации в регионах. Следует представить и общую численность проживающего населения в этих контурах. С этой точки зрения, на наш взгляд, характеристика водохозяйственной безопасности регионов будет более полной. Поэтому окончательный вариант оценки по потенциальной водообеспеченности регионов нами произведен в зависимости от количества жителей, попадающих в тот или иной контур с разной степенью обеспеченности водными ресурсами (рис. 3.4.1).

При расчетах удельных показателей водообеспеченности на одного жителя с учетом и поверхностных (речных), и подземных вод в состоянии водохозяйственной безопасности по природным причинам проживает большая часть населения Западной Сибири. И все же около 130,5 тыс. жителей катастрофически низко обеспечены суммарными водными ресурсами. Очень низкой суммарной водообеспеченностью характеризуются еще 1678,2 тыс. чел. и низкой – 1477,2 тыс. жителей. В целом результаты показали, что около 15% общей численности населения Обь-Иртышского бассейна в годы 50% обеспеченности проживает в условиях катастрофически низкой (менее 1,0 тыс. м³/чел. в год), очень низкой (1,0–2,0 тыс. м³/чел. в год) и низкой (2,0–5,0 тыс. м³/чел. в год) потенциальной водообеспеченности.

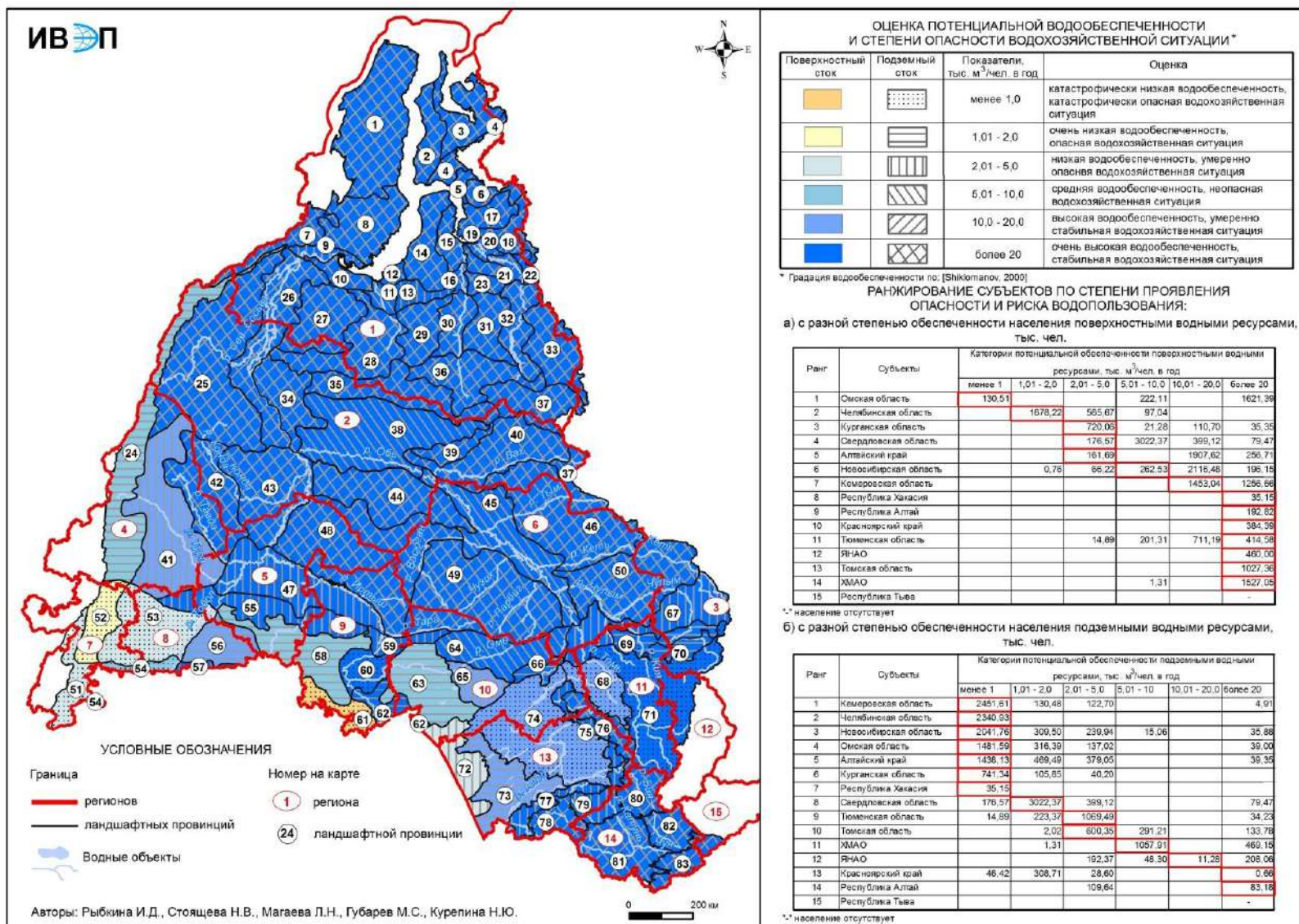


Рисунок 3.4.1 – Оценка водохозяйственной безопасности регионов Западной Сибири по водобеспеченности населения и территорий

Выводы по главе 3

В главе представлены уточненные результаты оценок водообеспеченности территорий Западной Сибири на макрорегиональном, региональном и субрегиональном уровнях – в границах субъектов СФО и их муниципальных образований, природных зон и ландшафтных провинций, речных бассейнов и водохозяйственных участков.

Показан природообусловленный характер водоресурсного обеспечения территорий, обсуждены вопросы пространственно-временной изменчивости водно-ресурсного потенциала регионов Западной Сибири, рассмотрены проблемы водоснабжения муниципальных образований бессточной области Обь-Иртышского междуречья. Выполнен анализ и оценка водохозяйственной безопасности регионов Западной Сибири на основе потенциальной и реальной водообеспеченности территорий.

Использование ландшафтно-бассейнового подхода в оценках обеспеченности позволяет нивелировать погрешности в расчетах и корректно представить результирующие показатели водно-ресурсного потенциала регионов на всех уровнях обобщения информации. Трудности совмещения физико-географических, административно-территориальных и водохозяйственных границ решаются путем применения ГИС-технологий.

Глава 4. Антропогенная нагрузка и территориальная организация водопользования

4.1. Водохозяйственный комплекс регионов и территориальная организация водопользования

Термин «водохозяйственный комплекс» в работе используется в контексте Водной стратегии РФ на период до 2020 г., которая рассматривает его как совокупность водохозяйственных систем, обеспечивающих устойчивое водопользование на территории субъекта РФ или бассейновой системы.

Водохозяйственный комплекс Обь-Иртышского бассейна обеспечивает потребности в воде населения, промышленности, сельского хозяйства, очистку сточных вод, выработку электроэнергии, судоходство, рыбный промысел, нужды рекреации, а также контроль за ограничением негативного воздействия вод. На территории бассейна расположено более 200 крупных водохранилищ объемом свыше 1 млн м³, в том числе 11 – объемом более 100 млн м³, среди которых крупнейшими являются Новосибирское (8800 млн м³), Аргазинское (740), Гилевское (471) и Белоярское (250 млн м³) (Современное состояние..., 2012).

Большинство крупных и социально-значимых водохозяйственных систем (ВХС) и гидротехнических сооружений (ГТС) находится в Свердловской (44), Челябинской (16), Алтайском крае (5), Кемеровской (2), Тюменской (2), Новосибирской (1), Курганской (1) областях, Ханты-Мансийском (1) и Ямало-Ненецком (1) автономных округах (табл. 4.1.1).

Только в бассейне Верхней Оби функционирует 1857 водохозяйственных систем и гидротехнических сооружений, в том числе 561 ГТС водохранилищ и прудов емкостью 100 тыс. м³ и более, защитные дамбы, водозаборы, очистные сооружения, накопители и отстойники (табл. 4.1.2). В числе указанных водохозяйственных объектов 13 водохранилищ емкостью 10 млн м³ и более, в том числе 3 озера-водохранилища с водоподпорными сооружениями.

Таблица 4.1.1 – Перечень водохранилищ и водохозяйственных систем в зонах деятельности Верхне- и Нижне-Обского БВУ (согласно приказу Росводресурсов от 30.03.2005 г. № 42)

№№	Водохранилище	Водоток, водоем (река, озеро, канал)	Примечание
Верхне-Обское БВУ			
1.	Беловское	Иня	
2.	Большечеремшанское	Большая Черемшанка	
3.	Гилевское	Алей	
4.	Карачумышское	Кара-Чумыш	
5.	Логовское	Чесноковка	
6.	Новосибирское	Обь	**
7.	Песчаное	Бурла, оз. Песчаное	
8.	Хорошее	Бурла, оз. Хорошее	
Нижне-Обское БВУ			
1.	Алапаевское	Нейва	
2.	Андреевское	оз. Андреевское	
3.	Андрюшинское	Турья	
4.	Аргазинское	Миасс	
5.	Артемовское	Бобровка	
6.	Артинское	Артя	
7.	Аятское	Аять	
8.	Белоярское	Пышма, Липовка	
9.	Большой Уват	Вертенис	
10.	Брединское	Синташта	
11.	Верхне-Синячихинское	Синячиха	
12.	Верхотурское	Тура, Актай	
13.	Верхне-Выйское	Выя (Тагильская)	
14.	Верх-Исетское	Исеть, Решетка	
15.	Верхне-Качканарское	Выя (Туринская)	
16.	Верхне-Макаровское	Чусовая	
17.	Верх-Нейвинское	Нейва, оз. Таватуй	
18.	Верхне-Салдинское	Салда, Иса	
19.	Верхне-Сысертское	Сысерть, Полдневая Сысерть	
20.	Верхне-Тагильское	Тагил	
21.	Верхне-Туринское	Тура	
22.	Верхне-Уральское	Урал, Черная, Ямская	
23.	Верхне-Уфалейское	Уфалейка	
24.	Вогульское	Вогулка	
25.	Волковское	Исеть	
26.	Волчихинское	Ельчанка, Чусовая	
27.	Глубочинское	Глубокая	
28.	Егоршинское	Бобровка	
29.	Зюраткульское	Большая Сатка	
30.	Иремельское	Верхний Иремель	
31.	Исетское	Исеть, Черная, Щитовской Исток	
32.	Исинское	Иса	
33.	Краснотурьинское	Турья	
34.	Курганское	Тобол	
35.	Кушвинское	Кушва	

№№	Водохранилище	Водоток, водоем (река, озеро, канал)	Примечание
36.	Леневское	Тагил	
37.	Магнитогорское	Урал	
38.	Мало-Рефтинское	Малый Рефт	
39.	Мало-Саткинское	Малая Сатка	
40.	Миасское	Миасс	
41.	Миньярское	Миньяр, Сим	
42.	Михайловское	Серга, Демид	
43.	Невьянское	Нейва	
44.	Нейво-Рудянское	Нейва	
45.	Нейво-Шайтанское	Нейва	
46.	Нижне-Выйское	Выя (Тагильская)	
47.	Нижне-Исетское	Исеть	
48.	Нижне-Качканарское	Выя (Туринская)	
49.	Нижне-Салдинское	Салда, Нелобка	
50.	Нижне-Сергинское	Серга, Атиг	
51.	Нижне-Сысертское	Сысерть	
52.	Нижне-Тагильское	Тагил	
53.	Нижне-Туринское	Тура, Черная	
54.	Нижне-Уфалейское	Уфалейка	
55.	Ново-Мариинское	Ревда	
56.	Нязепетровское	Уфа, Куказар	
57.	Петрокаменское	Нейва	
58.	Полевское	Полевая, Светлая	
59.	Поликарповское	Миасс, Атлан	
60.	Ревдинское	Ревда, Животовка	
61.	Режевское	Реж	
62.	Рефтинское	Рефт, Малый Рефт	
63.	Саткинское	Большая Сатка, Малая Сатка	
64.	Северское	Северушка	
65.	Староуткинское	Дикая утка	
66.	Сысертское	Сысерть, Черная	
67.	Сургутское	Черная	
68.	Троицкое	Уй, Увелька	
69.	Уренгойское	оз. Ямылимуяганто	
70.	Хрустальный пруд	Темир-Зингейка	
71.	Черноисточинское	Исток, Черная, Чауж	
72.	Шершневское	Миасс	
73.	Южноуральское	Увелька	

** - водохранилища, установление и изменение режимов работы которых осуществляется с обязательным уведомлением Росводресурсов в течение суток.

Для обеспечения безопасности поселений, объектов экономики и сельскохозяйственных угодий от негативного воздействия вод возведено множество дамб преимущественно земляного типа и других объектов инженерной защиты.

Таблица 4.1.2 – Наличие водоподпорных ГТС и защитных дамб на территориях субъектов РФ в бассейне Верхней Оби (<http://www.vobvunsk.ru>)

Субъекты РФ	Наличие ВХС и ГТС*, ед.	
	всего	в том числе водохранилищ и прудов
Республика Алтай	9	7
Алтайский край	142	130
Новосибирская область	108	95
Кемеровская область	350	295
Томская область	48	34
Итого	657	561

* – в таблицу включены ГТС водохранилищ и прудов с объемом более 100 тыс. м³ и напором более 3 м, а также сооружения инженерной защиты.

Сеть каналов межбассейнового и внутрибассейнового перераспределения стока, водохозяйственных систем водотранспортного назначения общей протяженностью более 1000 км позволяет осуществлять переброску стока в объеме 0,4 км³ в год (Современное состояние..., 2012).

Водоснабжение городских округов и сельских поселений осуществляется водохозяйственными системами в объемах порядка 8,0 км³ забранных природных вод из поверхностных и подземных водных источников Обь-Иртышского бассейна. По данным 2 – ТП (водхоз) Нижне- и Верхне-Обского БВУ, а также интернет-портала Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС) (<http://www.gks.ru/>), из общих объемов водозабора около 30% приходится на бассейн р. Томи, еще 25-28% на бассейн р. Иртыша с Тоболом, 8% – на бассейн р. Чулыма. Остальная часть – на бассейн р. Оби с притоками (около 35%) (Рыбкина и др., 2016).

В административно-территориальном разрезе самыми крупными водопотребителями являются Тюменская и Кемеровская области, забирающие из природных источников около 2,0 км³ воды каждая (только на Ханты-Мансийский автономный округ Тюменской области приходится 1,5 км³). Наименьшим объемом водозабора характеризуется Республика Алтай.

Анализ территориальной организации водопользования в Обь-Иртышском бассейне показывает, что главные водозаборы (и соответственно сбросы сточных вод) приурочены к крупнейшим городам и промышленным центрам основной по-

лосы расселения, охватывающей лесостепную зону, южную тайгу и северную степь. Значительные объемы забранной воды приходятся также на среднюю и северную тайгу, что связано с особенностями функционирующей здесь нефтегазодобывающей отрасли.

В индустриально развитых субъектах федерации (Кемеровская, Свердловская, Челябинская области) основные заборы воды осуществляются предприятиями энергетики и металлургии. Например, в бассейне р. Томь только в пределах ВХУ 13.01.03.002 от истока до г. Новокузнецка (без р. Кондомы) водозабор составляет около $1,3 \text{ км}^3$ или 16 % общих объемов забранных вод в Обь-Иртышском бассейне. Два города – Мыски и Новокузнецк, в которых расположены Томь-Усинская ГРЭС и два крупнейших металлургических комбината Сибири, забирают из поверхностных водных объектов соответственно 0,9 и $0,2 \text{ км}^3$ воды (Рыбкина и др., 2016).

Среди прочих муниципальных образований максимальным водозабором отличается Нижневартовский район ХМАО – около $0,8 \text{ км}^3$ (за 2013 г.); водозаборами объемом $>0,5 \text{ км}^3$ характеризуется г. Новосибирск; $>0,3 \text{ км}^3$ – гг. Северск и Челябинск; $>0,2 \text{ км}^3$ – гг. Назарово, Тюмень, Омск с Омским районом, Кемерово с Кемеровским районом, а также Сургутский район ХМАО; $>0,1 \text{ км}^3$ – гг. Нижний Тагил, Серов, Шарыпово с Шарыповским районом, Североуральск, Барнаул, Бийск, Прокопьевск с Прокопьевским районом, а также Томск с Томским районом (рис. 4.1.1).

В структуре использования свежей воды основной объем – 84 % – приходится на поверхностные водные источники. Наибольшая доля используемых поверхностных вод характерна для бассейна Чулыма (95 %), наименьшая – для Оби с притоками (74 %).

Подземные водные источники имеют незначительную долю в объемах вод, используемых на территории Обь-Иртышского бассейна – в среднем около 16 %. Максимальные объемы приходятся на бассейн Оби с притоками (26 %), минимальные – на бассейн Чулыма (5 %).

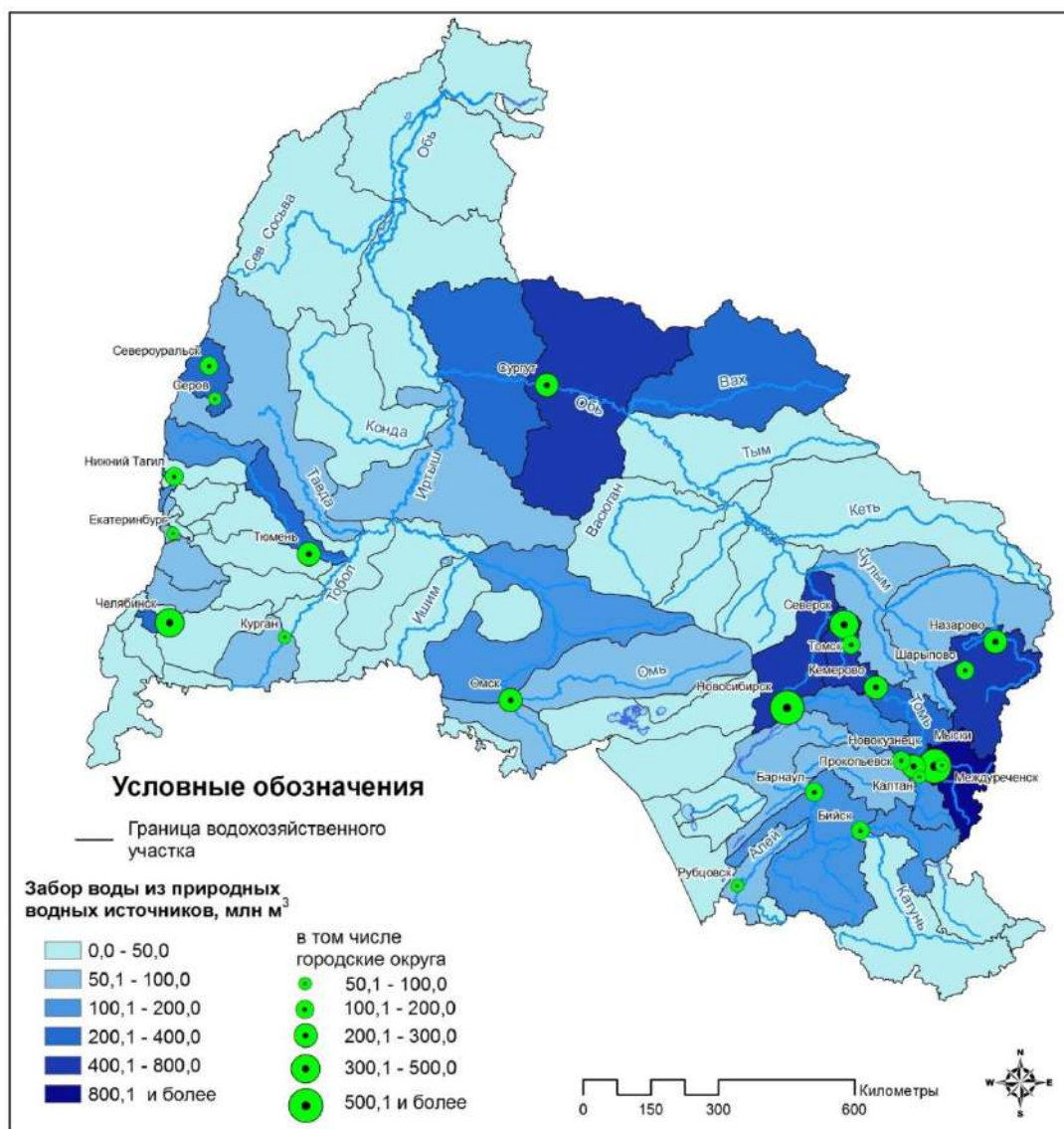


Рисунок 4.1.1 – Забор воды в разрезе ВХУ Обь-Иртышского бассейна (Рыбкина и др., 2016)

Среди административно-территориальных образований объемами использования поверхностных вод от 0,1 до 0,2 км³ отличаются гг. Бийск, Омск, Екатеринбург, Шарыпово с Шарыповским районом, Нижний Тагил, от 0,2 до 0,3 км³ – гг. Кемерово, Назарово, Тюмень и Челябинск, свыше 0,3 км³ – гг. Новосибирск и Северск. Наибольшие объемы поверхностных вод приходятся на г. Мыски (0,9 км³) и Нижневартовский район ХМАО (0,8 км³).

Наибольшими объемами использования подземных вод характеризуются Сургутский (0,2 км³), Нижневартовский (0,08), Нефтеюганский (0,07), Ханты-Мансийский (0,04) районы, а также гг. Томск (0,04), Сургут (0,03), Екатеринбург

(0,02), Тюмень (0,02), Кемерово (0,02), Барнаул (0,01), Новокузнецк (0,01), Бийск (0,01), Северск (0,01 км³).

Объемы оборотного и повторно-последовательного водоснабжения в Обь-Иртышском бассейне имеют высокие уровни: наибольшие в бассейнах Иртыша и Тобола – 90% от количества всех используемых вод, наименьшие – в бассейне Томи и Чулыма – 70-75% (рис. 4.1.2).

В индустриально развитых бассейнах Иртыша и Тобола объемы оборотного и повторно-последовательного водоснабжения достигают максимальных значений в таких городах, как Асбест (3,5 км³), Челябинск (2,5), Кировград (2,2), Омск (1,4), Троицк (1,0), Нижний Тагил (1,0), Южноуральск (0,8), Тобольск (0,7), Заречный (0,6), Тюмень (0,6), Верхняя Пышма (0,5), Качканар (0,5 км³).

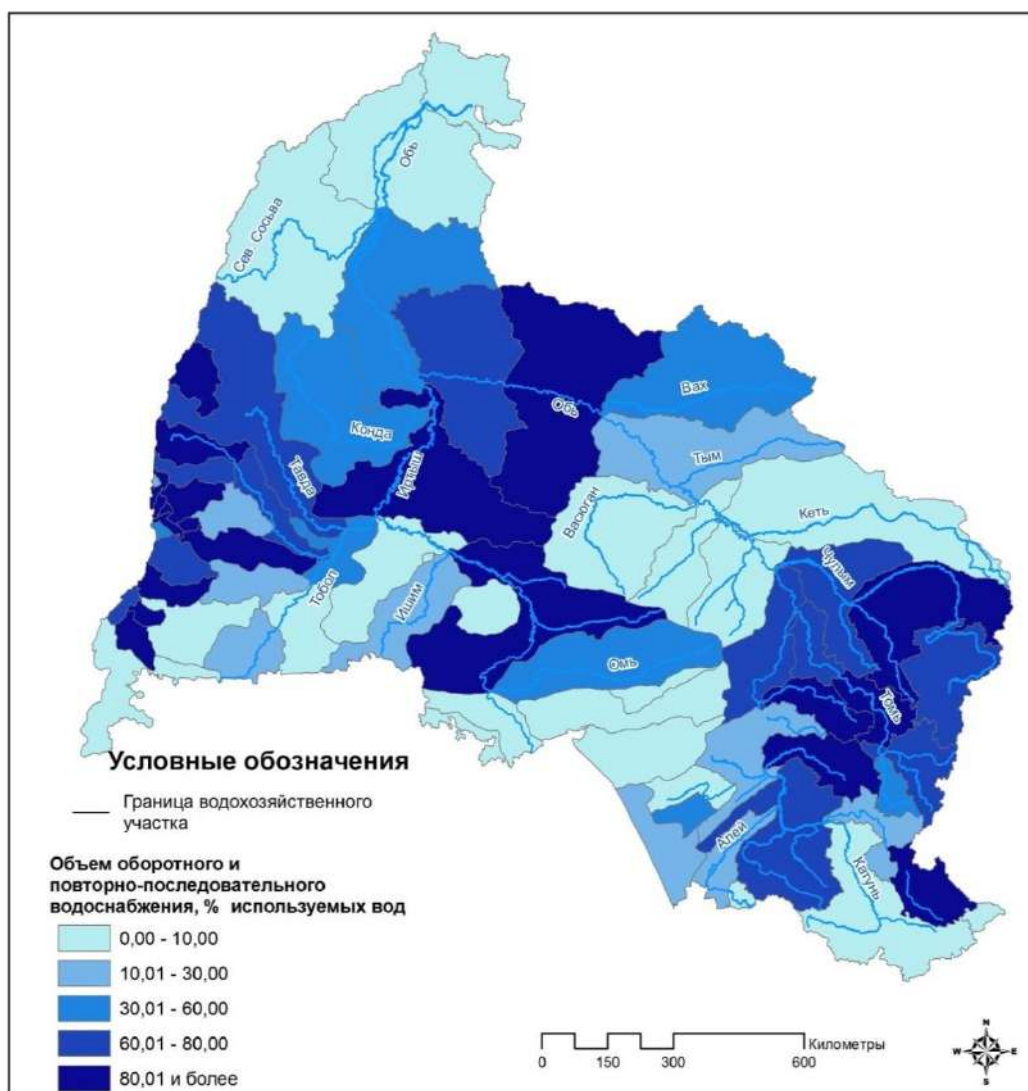


Рисунок 4.1.2 – Доля оборотного и повторно-последовательного водоснабжения в общем объеме использованных вод в разрезе ВХУ бассейна (Рыбкина и др., 2016)

Сбросы сточных вод всех категорий в бассейне Оби в целом составляют порядка $6,0 \text{ км}^3$ в год. Наибольшие объемы характерны для бассейна р. Томь, доля которого превышает 30 % общей структуры сбросов в Обь-Иртышском бассейне. Отвод сточных вод всех категорий в бассейнах рр. Обь, Иртыш с Тоболом практически достигает 30 и 30% соответственно, р. Чулым – 10%.

В административно-территориальном разрезе максимальные объемы сточных вод всех категорий ежегодно приходятся на Тюменскую и Кемеровскую области, здесь сбрасывается около 1,8 и $1,2 \text{ км}^3$ сточных вод соответственно. В Тюменской области только на ХМАО приходится $0,8 \text{ км}^3$. Минимальным объемом сточных вод всех категорий характеризуется Республика Алтай (менее $0,01 \text{ км}^3$).

Основными поставщиками сточных вод являются гг. Мыски – $0,9 \text{ км}^3$ (сбросы Томь-Усинской ГРЭС), Новосибирск – 0,5, Северск – 0,3, Назарово – 0,3, Тюмень – 0,3, Екатеринбург – 0,2 км^3 . В Нижневартовском районе объемы сточных вод составляют приблизительно $0,7 \text{ км}^3$, что связано с деятельностью одноименной ГРЭС. Объемами сбросов более $0,1 \text{ км}^3$ характеризуются уральские промышленные гиганты: Челябинск, Нижний Тагил, Североуральск, а также гг. Омск, Кемерово, Бийск, Новокузнецкий район Кемеровской области и Шарыповский район Красноярского края.

Следует отметить, что отдельные регионы осуществляют сброс преимущественно неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод. Таков практически весь объем стоков крупнейших промышленных центров Урала (Челябинск, Екатеринбург, Нижний Тагил и др.), а также Новокузнецка, Омска, Назарово, Шарыпово и др. Эти стоки относятся к категории «загрязненные» (Стоящева, Рыбкина, 2014).

Среди ВХУ наибольшими объемами сточных вод всех категорий выделяются 13-01-03-002 (Томь от истока до г. Новокузнецк, без р. Кондома), 13-01-11-001 (Обь от впадения р. Вах до г. Нефтеюганск), 13-01-04-001 (Чулым от истока до г. Ачинск), 13-01-02-007 (Обь от Новосибирского гидроузла до впадения р. Чулым, без рр. Иня и Томь) (рис. 4.1.3).

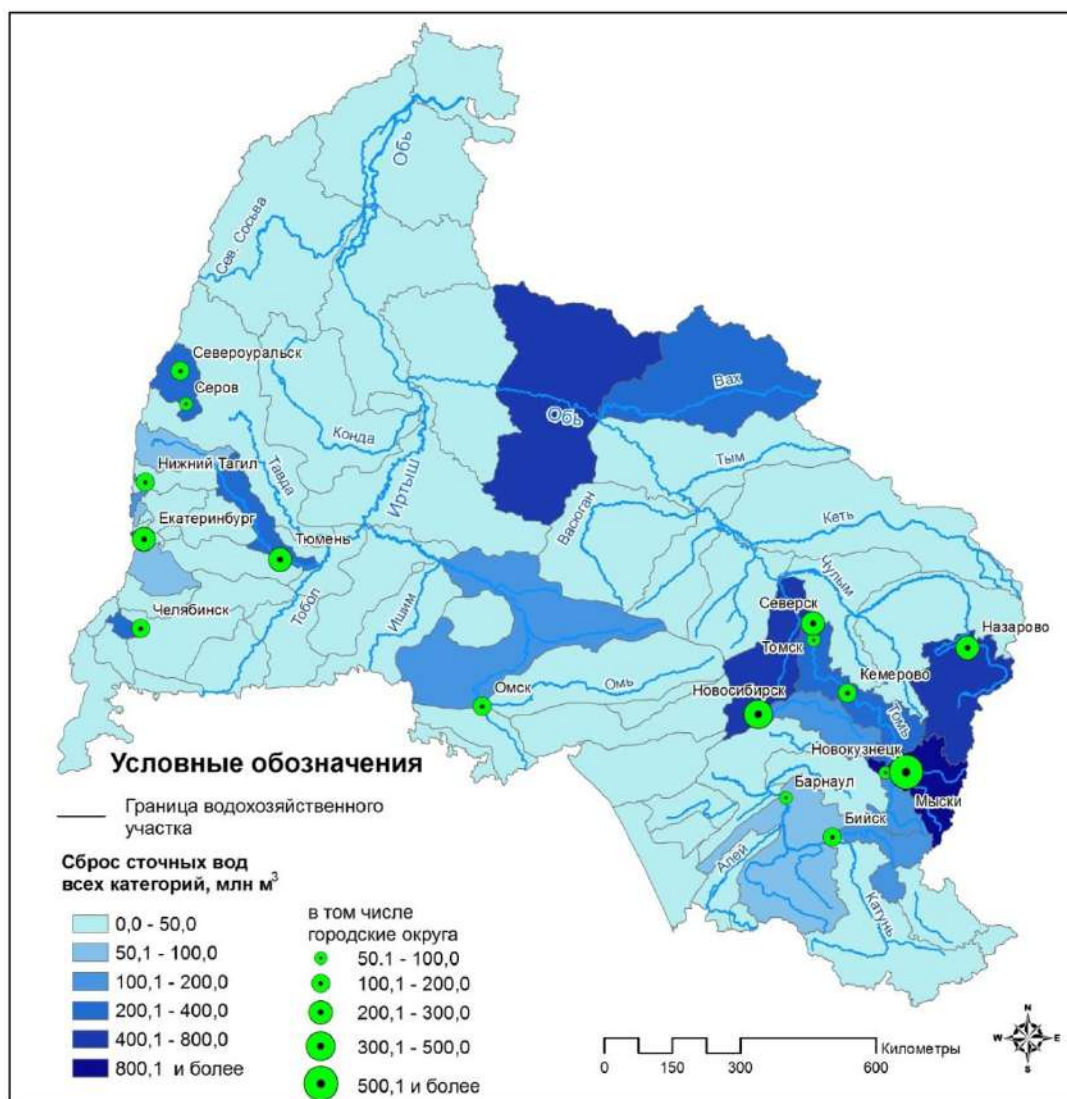


Рисунок 4.1.3 – Сброс сточных вод всех категорий в разрезе ВХУ Обь-Иртышского бассейна (Рыбкина и др., 2016)

Существующий в бассейне водохозяйственный комплекс не лишен в том числе и многочисленных проблем использования водных ресурсов. По нашим данным (Современное состояние..., 2012), в бассейне отмечаются такие проблемы водопользования (Рыбкина, Стоящева, 2012), как:

- локальный дефицит водных ресурсов, особенно остро в муниципальных образованиях Челябинской и Свердловской, Курганской и Омской областей, частично в Новосибирской области и Алтайском крае;
- низкое качество вод источников хозяйственно-питьевого водоснабжения (в том числе обусловленное высокой минерализацией), отсутствие современных систем водоподготовки;

- антропогенное загрязнение источников хозяйственно-питьевого водоснабжения;
- низкая обеспеченность населения услугами централизованного водоснабжения, особенно в сельской местности;
- недостаточная развитость канализационных систем;
- использование в водоподготовке технически и морально устаревших технологий, сооружений;
- высокий уровень износа водопроводных систем и канализационных очистных сооружений, приводящий к вторичному загрязнению разводящей водопроводной сети и значительным потерям воды при транспортировке;
- нарушение границ и режима зон санитарной охраны (ЗСО) источников питьевого водоснабжения;
- нарушения правил эксплуатации нецентрализованных источников водоснабжения (отсутствие своевременного технического ремонта, чистки и обеззараживания колодцев, загрязнение территории зон санитарной охраны).

В целях устранения этих и других проблем, в том числе нерационального использования водных ресурсов, следует проанализировать территориальную структуру водопользования.

Согласно методическим подходам, представленным в гл. 1.4 настоящей работы и на основании водохозяйственной статистической информации в регионах, в пределах Обь-Иртышского бассейна выделены крупноочаговые и очаговые системы водопользования, которые соответствуют групповым формам расселения (на примере бассейна Верхней Оби представлено на рис. 4.1.4 и в Приложении 4). Крупноочаговые системы, как правило, приурочены к узловым элементам демоэкономического каркаса регионов и входят в состав агломерационных форм размещения населенных пунктов. К ним в первую очередь следует отнести административные центры субъектов, города-миллионеры, большие, крупные и крупнейшие города с числом жителей от 100,0-500,0 тыс. чел. и более, а также крупные промышленные узлы и центры, отличающиеся высокими объемами водоза-

боров и водопотребления. Они имеют высокий уровень благоустройства жилого фонда системами централизованного водоснабжения и водоотведения (удельный вес жилой площади, оборудованной водопроводом и канализацией, достигает 90% и более). Крупноочаговые системы водопользования получили развитие в гг. Новосибирск, Новокузнецк, Кемерово, Барнаул, Томск, Мыски, Северск и др.

Очаговые системы водопользования расположены в средних и малых городах, которые часто выполняют функции «второго» города в агломерации, или являются городами-спутниками, выполняют важные административные и хозяйственно-промышленные функции в территориальных системах сельского расселения, могут быть приурочены к поселкам городского типа или крупным сельским населенным пунктам. Характеризуются существенным забором воды и объемами образования сточных вод. Охват услугами централизованного водоснабжения, как правило, не превышает 50-75% жилищного фонда. Это гг. Новоалтайск, Славгород, Камень-на-Оби, Мариинск, Гурьевск, Барабинск, Татарск, Горно-Алтайск и др. (рис. 4.1.4).

Наряду с крупноочаговыми и очаговыми системами водопользования выделены линейные и линейно-площадные системы, которые соответствуют крупным водохозяйственным объектам линейного и площадного типа. Линейные системы чаще всего имеют функции передачи воды на большие расстояния для ее использования в хозяйственно-питьевых, производственных и иных целях. Могут быть представлены такими водохозяйственными объектами, как крупные групповые водозаборы и водопроводы (например, Чарышский групповой водопровод в Алтайском крае), магистральные водоводы в агломерационно-групповых формах расселения.

Линейно-площадные системы служат для целей орошения, характеризуются определенной пропускной способностью и площадью орошаемых земель. Используются преимущественно в сельскохозяйственных целях (например, Алейская оросительная система). В сельской местности групповым формам сельского расселения также соответствуют дисперсные системы водопользования, которые отличаются небольшими объемами забранных и использованных свежих вод, а

также образующихся стоков. Существование этих систем обусловлено наличием следующих объектов водохозяйственной инфраструктуры: водонапорная башня, уличная водопроводная сеть, водоразборные колонки. Использование воды происходит преимущественно для хозяйственно-питьевых нужд населения без предварительной водоподготовки (рис. 4.1.5).



Рисунок 4.1.4. – Территориальная организация водопользования на примере бассейна Верхней Оби (крупноочаговые и очаговые системы) по усредненным данным за 2009-2017 гг.

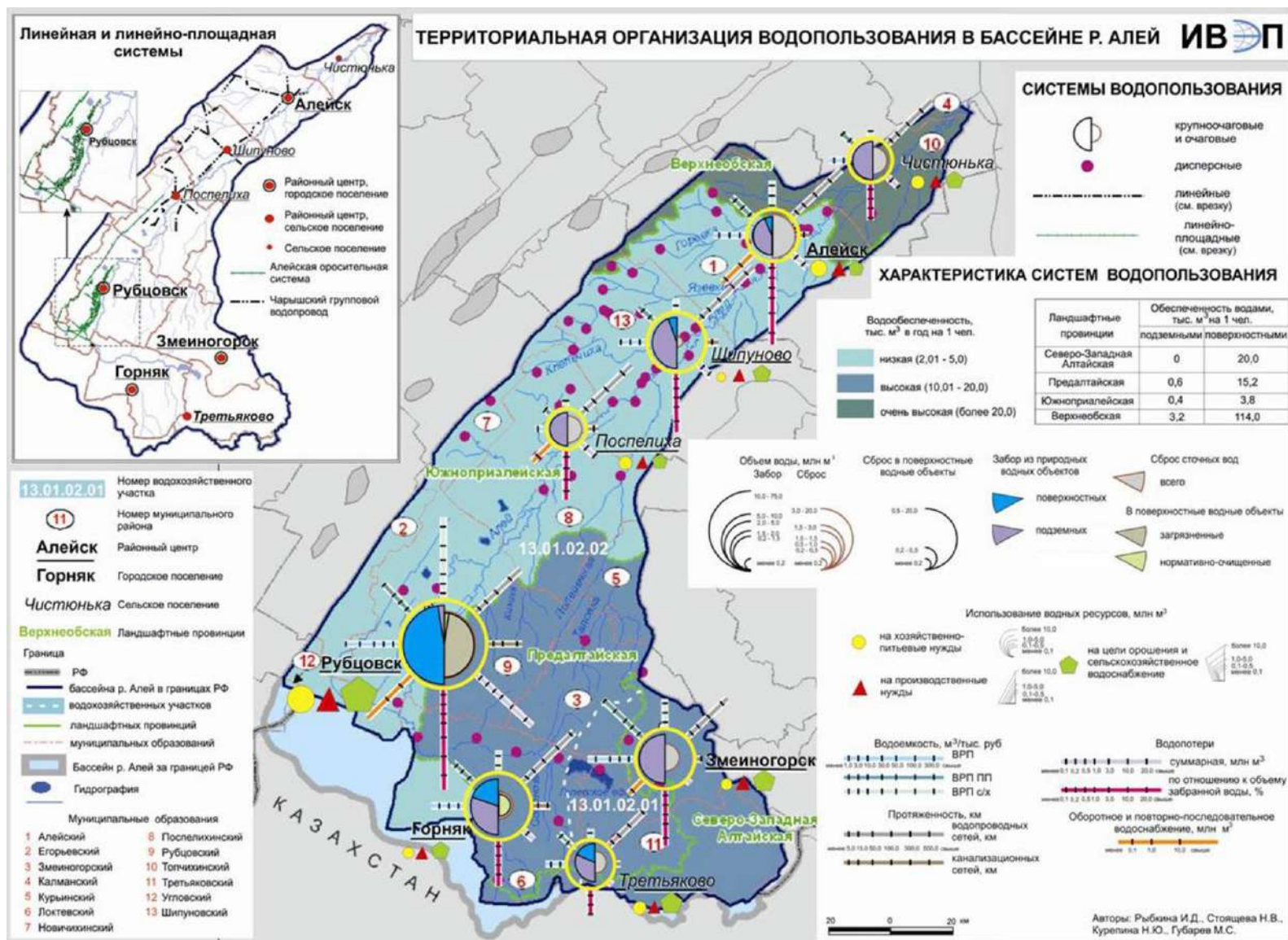


Рисунок 4.1.5. – Территориальная организация водопользования в бассейне р. Алей (крупноочаговые и очаговые, дисперсные, линейные и линейно-площадные системы) (Винокуров, Рыбкина и др., 2014)

4.2. Анализ использования водных ресурсов и оценка степени их изъятия (прямые нагрузки)

Объемы изъятия водных ресурсов в Обь-Иртышском бассейне в целом имеют низкие уровни: от 1,3% в средние по водности годы до 2,1% в маловодные (Винокуров, Васильев, Зиновьев и др., 2010). Показатель водного стресса (*water stress*), рассчитанный как отношение забора воды из поверхностных источников к величине речного стока (Данилов-Данильян, Лосев, 2006), показывает следующие результаты, опубликованные в работе (Стоящева, Рыбкина, 2014).

Минимальных значений водный стресс достигает в горах Алтая и Кузнецкого Алатау (в бассейне оз. Телецкого $< 0,01$, р. Катунь 0,02%), а также в среднем и нижнем течении Оби, в лесотундровой и таежной зонах, в районах, не связанных с нефте- и газопромыслом (в бассейне р. Северная Сосьва $< 0,01\%$). На участках, где ведется добыча нефти и газа, этот показатель существенно повышается (в бассейне р. Вах – 3% при среднем расходе и 4,3% при минимальном среднемноголетнем расходе), но не выходит за пределы значений низкого водного стресса ($< 10\%$).

Умеренный водный стресс (10–20%) наблюдается в бассейнах некоторых степных рек (в том числе Обь-Иртышского междуречья) в маловодные периоды. В бассейне Ишима в средние по водности годы водный стресс составляет 0,3%, а при минимальных среднемноголетних расходах он увеличивается до 4,2%. В бассейне оз. Чаны на территории внутреннего стока этот показатель колеблется от 1,5 до 14,1%; в бассейне р. Алей – от 7,7 до 18,6% соответственно.

Для Томи, пересекающей лесостепные ландшафты Кузнецкой котловины, водный стресс изменяется от низких ($< 10\%$) до средних и даже высоких (≥ 20 –40%) значений. Если на участке реки от Новокузнецка до Кемерово в годы средней обеспеченности водный стресс составляет всего 1% (в маловодные годы – 2,1%), на участке от истока до Новокузнецка – 7% (соответственно 12,5%), то в районе г. Мыски общий забор поверхностных вод превышает 20% от среднемноголетнего расхода р. Мрассу (притока Томи).

Максимальных значений водный стресс достигает в высокоиндустриальных и густонаселенных регионах низкогогорного Урала. Так, в верховьях рр. Исети и Увельки забор воды составляет соответственно 14 и 18% от их среднесноголетних расходов. Максимально высокая степень водного стресса ($> 50\text{--}70\%$) наблюдается на верхних участках бассейнов рр. Тагил (с г. Нижний Тагил) и Миасс (с г. Челябинском). При этом в верховьях р. Миасс на двух водохозяйственных участках забор воды равен расходу реки.

В разрезе ландшафтных провинций исследуемой территории по данным государственной статистической отчетности 2 – ТП (водхоз) (сведения Федерального агентства водных ресурсов России) нами определены объемы использованных поверхностных и подземных водных ресурсов как среднее значение за пятилетний период (в данном случае 2009-2013 гг.), на основе которых далее был рассчитан коэффициент использования водных ресурсов.

Анализ полученных результатов показал, что наибольшими объемами использования поверхностных речных вод характеризуются Кузнецко-Алатауская (более 1400 млн м^3), Верхнеобская (794 млн м^3), горно-таежная Урала (684 млн м^3), Сургутская (544 млн м^3), Назаровская (527 млн м^3), Североприаргинская (436,9 млн м^3), Кузнецкая межгорно-котловинная (351,7 млн м^3), Туринская (317,6), Вахская (295,2), горно-лесостепная Урала (292,9 млн м^3), Западнобарбинская (206,1 млн м^3), Зауральская (109,1 млн м^3) ландшафтные провинции. При этом в 14 провинциях использование речных вод отсутствует, а среднее значение объема используемых речных вод на одну провинцию составляет 76,1 млн м^3 .

Из подземных водных источников используются воды преимущественно в Сургутской (316,6 млн м^3), Тарко-Салесской (110,7 млн м^3), горно-таежной Урала (109,7 млн м^3), Кузнецко-Алатауской (77,0 млн м^3), Кузнецкой межгорно-котловинной (76,8 млн м^3), Верхнеобской (73,8 млн м^3) и Североприаргинской (59,9 млн м^3) ландшафтных провинциях. Использование подземных вод отсутствует в 16 провинциях (14 из них совпадают с провинциями, в которых отсутствует использование речных вод по причине отсутствия постоянного населения).

Среднее значение объема используемых подземных вод в ландшафтных провинциях составляет 15,2 млн м³.

Сопоставительный анализ рассчитанных значений потенциальной водообеспеченности (на основе среднемноголетних значений речного и подземного стока) и показателей водопотребления в пределах ландшафтных провинций Западной Сибири представлен в Приложении 1.

Анализ объемов используемых вод из поверхностных водных объектов и имеющегося общего (с учетом транзитного стока) потенциала речных вод свидетельствует о наиболее напряженной водохозяйственной обстановке в горно-лесостепной Уральской, Назаровской, Кузнецко-Алатауской, Зауральской и горно-таежной Уральской провинциях. Коэффициенты использования общего речного стока здесь превышают 3,0 %, достигая максимальных значений в Назаровской и горно-лесостепной Уральской провинции – 9,5 % и 16,2 % соответственно. Территориально последние две провинции расположены в пределах Красноярского края (основной водозабор осуществляют гг. Назарово, Шарыпово и др.) и Челябинской области (гг. Челябинск, Озерск, Снежинск, Чебаркуль, Копейск, Карабаш и др.).

Сопоставительный анализ объемов используемых подземных вод и водно-ресурсного потенциала, рассчитанный по модулю подземного стока зоны интенсивного водообмена, показал, что наибольшую водохозяйственную опасность испытывают территории, расположенные в Кузнецко-Алатауской, Тарко-Салесской, Кузнецкой межгорно-котловинной, Кулундинской, горно-степной Уральской, Зауральской, Сургутской, горно-лесостепной Уральской, Усть-Надымской, Североприаргинской, Тобол-Убаганской и Верхненыдской провинциях. Здесь коэффициенты использования подземных водных ресурсов превышают 3 %, достигая максимума в Кузнецко-Алатауской провинции – 19,7 % на территории Кемеровской области.

В целом следует отметить, что природообусловленный характер формирования систем водопользования существенно детерминирован антропогенным фактором (рис. 4.2.1). Несмотря на значительный водно-ресурсный потенциал

муниципальных образований, расположенных в нижнем течении Оби, наибольшие объемы водопотребления, как видно из рисунка, территориально приурочены к Кузнецко-Алатауской, Верхнеобской, Сургутской, Назаровской, Североприаргинской, Кузнецкой межгорно-котловинной, уральской горно-лесостепной и Туринской провинциям (перечислены по убыванию объемов используемых вод). Объясняется это тем, что в пределах данных провинций находятся самые крупные в регионах Западной Сибири генерирующие мощности (Кузнецко-Алатауская), нефтегазодобывающие предприятия (Сургутская), горнодобывающие и металлургические комплексы (Кузнецкая межгорно-котловинная, уральская горно-лесостепная и Туринская) или же города-миллионеры (Верхнеобская).

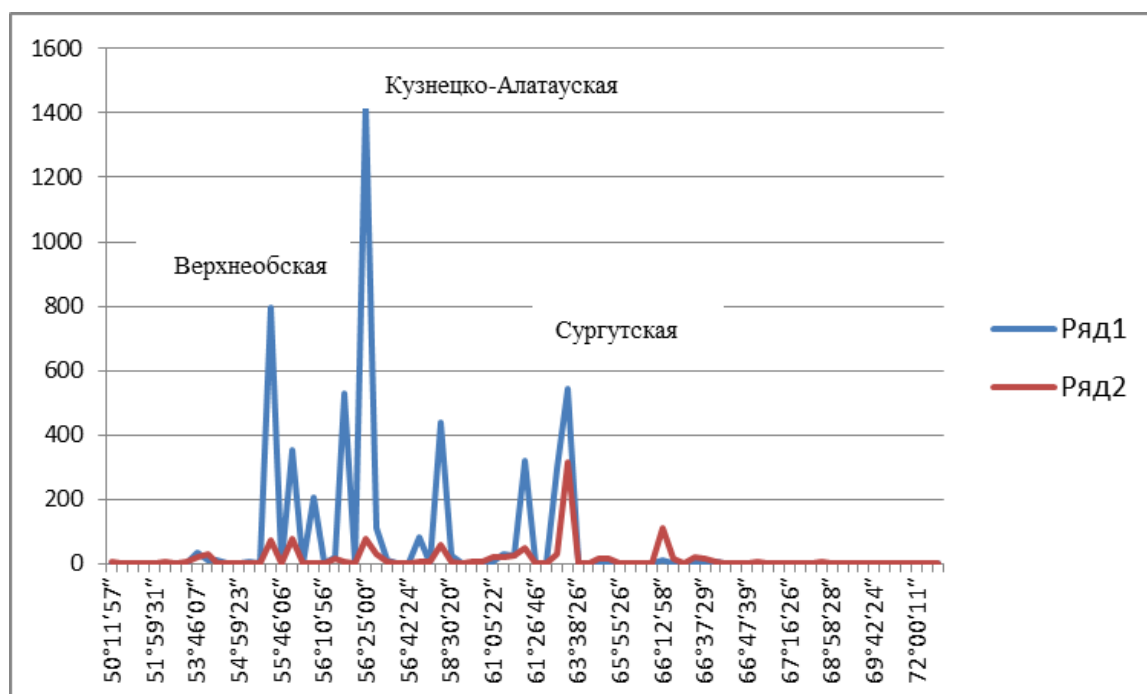


Рисунок 4.2.1. – Объемы используемых вод в разрезе ландшафтных провинций Западной Сибири (ряд 1 – из поверхностных водных объектов, ряд 2 – из подземных водных объектов)

Действие антропогенного фактора имеет обратную зависимость с природообусловленным характером развития систем водопользования. Так, при расчетах корреляции между показателями потенциальной водообеспеченности общим речным стоком и использования водных ресурсов из поверхностных источников, а также показателями водообеспеченности подземными водами и использования водных ресурсов из подземных водных источников коэффициент Спирмена (Кен-

делла) имеет отрицательное значение и соответственно равен -0,73 (-0,54) и -0,68 (-0,51) при $p < 0.05$, определяя в том числе и территориальное несоответствие водных ресурсов существующим потребностям в воде (рис. 4.2.2).



Рисунок 4.2.2. – График территориального несоответствия общих водных ресурсов (ось у слева) и общих объемов использованных вод (ось у справа), млн м³/год

К этому остается добавить, что прямые нагрузки, связанные с изъятием ресурса из водных объектов, оказывают в первую очередь непосредственное воздействие на количественное состояние водных ресурсов территории, а в последующем и на их качественные характеристики. Однако качественные параметры водно-ресурсного потенциала в значительной степени определяются также диффузным или плоскостным смывом с водосборной площади водных объектов. В меньшей степени это касается подземных горизонтов и комплексов, в большей – поверхностных вод рек и озер.

4.3. Оценка антропогенной нагрузки на водосборах речных бассейнов (косвенные и совокупные нагрузки)

Косвенные или площадные воздействия вносят свой вклад в состояние водных ресурсов территорий. Эти воздействия сложны в определении, потому что связаны с хозяйственной деятельностью человека на водосборе. Научным резуль-

татом оценок воздействий является предельно допустимое количество поступающих загрязняющих веществ с территории водосборного бассейна в водные объекты. При этом исходной информацией оценок служат материалы инвентаризации источников загрязнения, в качестве которых могут выступать такие площадные объекты, как селитебные территории городов, промышленные зоны и территории предприятий, сельскохозяйственные угодья (пашни, пастбища и сенокосы).

Согласно Постановлению Правительства РФ от 30.12.2006 №883, подобные оценки оказались востребованы при разработке Схемы комплексного использования и охраны водных объектов (СКИОВО). Целями СКИОВО являются (Методические указания по разработке..., 2007): определение допустимой антропогенной нагрузки на водные объекты, оценка потребностей в водных ресурсах в перспективе, формирование основных направлений деятельности по предотвращению негативного воздействия вод, а также обеспечение охраны водных объектов. Уже на первых этапах разработки Схем проводится оценка экологического состояния водных объектов и масштабов хозяйственного освоения речного бассейна.

В Российском научно-исследовательском институте комплексного использования и охраны водных ресурсов (ФГУП РосНИИВХ, г. Екатеринбург) разработаны специальные формы (Формы представления..., 2008), позволяющие обобщить большой массив исходных данных по видам и уровню хозяйственного освоения территории. Однако систематизированный по указанным формам материал является по существу статистическим и не дает общих представлений о распределении антропогенной нагрузки по территории речного бассейна, а тем более не позволяет детализировать картину воздействий на отдельные водные объекты, поскольку практически вся социально-экономическая информация сведена по административным образованиям и не имеет привязки к водосборным бассейнам. Кроме того, характеристики отдельных видов воздействий не дают представления о совокупной нагрузке. Между тем, зонирование территории по степени ее интенсивности предусмотрено требованиями к СКИОВО.

В ИВЭП СО РАН по заказу Верхне-Обского БВУ в 2008-2010 гг. выполнялись НИР по теме «Исследование современного состояния и научное обоснование

методов и средств обеспечения устойчивого функционирования водохозяйственного комплекса в бассейнах рек Оби и Иртыша» (Заключительный научно-исследовательский отчет, 2010), в которых автор также принимал участие. Далее Институт участвовал в разработке проекта СКИОВО бассейна р. Обь (2012). В рамках этих работ нами было предложено проводить оценки совокупных антропогенных нагрузок на территории Обь-Иртышского бассейна в целом и отдельных его водохозяйственных участков (ВХУ) на основе результатов, полученных А.Г. Исаченко (2001, 2008) в ходе исследований природопользования и расселения по ландшафтными зонам, макро- и мезорегионам России (к последним отнесены ландшафтные провинции). В соавторстве с к.г.н. Стоящевой Н.В. и к.г.н. Курепиной Н.Ю. разработаны адаптированная к условиям речного бассейна шкала оценок косвенных нагрузок (табл. 4.3.1) и их картографическая интерпретация (модель) на отдельные ВХУ (рис. 4.3.1) и территорию Обь-Иртышского бассейна (рис. 4.3.2) (Рыбкина, Стоящева, 2010; Рыбкина, Стоящева, Курепина, 2011).

Оценка проводилась по двум группам показателей. В первую группу включены показатели площадного воздействия, по которым собственно и осуществлялось зонирование территории водосбора. В качестве основных (базовых) применялись: плотность населения на водосборной территории (чел./км²), плотность промышленного производства (показатель заимствован из работы С.В. Одессер (1991) и представляет собой объем производимой в регионе промышленной продукции в тыс. руб., приходящийся на 1 км²) и сельскохозяйственная освоенность, включающая распаханность (%) и животноводческую нагрузку (количество условных голов на 1 км²). Расчеты данных показателей осуществлялись с привязкой к административным границам в рамках существующего водохозяйственного районирования РФ (Приказ МПР РФ от 25.04.2007 № 111).

Используемые показатели сгруппированы по видам антропогенных воздействий – демографических, промышленных и сельскохозяйственных. Сельскохозяйственная нагрузка получена как среднеарифметическое значение балльных оценок интенсивности земледельческой (распаханность) и животноводческой нагрузок. Совокупная антропогенная нагрузка определялась как среднеарифмети-

ческое значение баллов демографической, промышленной и сельскохозяйственной нагрузок.

На уровне ВХУ для каждого из показателей была принята восьмибалльная условная шкала интенсивности антропогенной нагрузки (табл. 4.3.1). Для зонирования территории Обь-Иртышского бассейна в целом шкала интенсивности была упрощена до трех градаций: 1 – низкая (1–3 балла восьмибалльной шкалы), 2 – средняя (4–6 баллов) и 3 – высокая (7–8 баллов). Картографирование осуществлялось в среде ГИС с использованием топографической основы масштаба 1:1 000 000 (рис. 4.3.1).

Таблица 4.3.1. – Шкала основных показателей для зонирования ВХУ по степени антропогенной нагрузки

Показатель	Интенсивность нагрузки (баллы)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	Незначительная или отсутствует	Очень низкая	Низкая	Пониженная	Средняя	Повышенная	Высокая	Очень высокая
Плотность населения, чел./км ²	0,0	≤ 0,1	0,2–1,0	1,1–5,0	5,1–10,0	10,1–25,0	25,1–50,0	> 50,0
Плотность промышленного производства, тыс. руб./ км ²	0,0	≤ 10,0	10,1–100,0	100,1–1000,0	1000,1–3000,0	3000,1–4000,0	4000,1–5000,0	> 5000
Распаханность, %	0,0	≤ 0,1	0,2–1,0	1,1–5,0	5,1–15,0	15,1–40,0	40,1–60,0	> 60,0
Животноводческая нагрузка, усл. гол./км ²	0,0	≤ 0,1	0,2–1,0	1,1–2,0	2,1–3,0	3,1–6,0	6,1–10,0	> 10,0

Вторая группа показателей использовалась при характеристике антропогенной нагрузки непосредственно на водные объекты. Были учтены объемы общего водозабора и сброса сточных вод (по данным 2 – ТП (водхоз)), а также водный стресс (или коэффициент изъятия речного стока). Показатели рассчитывались по отдельным муниципальным образованиям в пределах ВХУ. На картографических моделях представлены посредством картодиаграмм.

**ЗОНИРОВАНИЕ (РАНЖИРОВАНИЕ) ВОДОСБОРНОЙ ТЕРРИТОРИИ ПО СТЕПЕНИ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ
ВХУ 13.01.03.003 (Томь от г. Новокузнецк до г. Кемерово)**

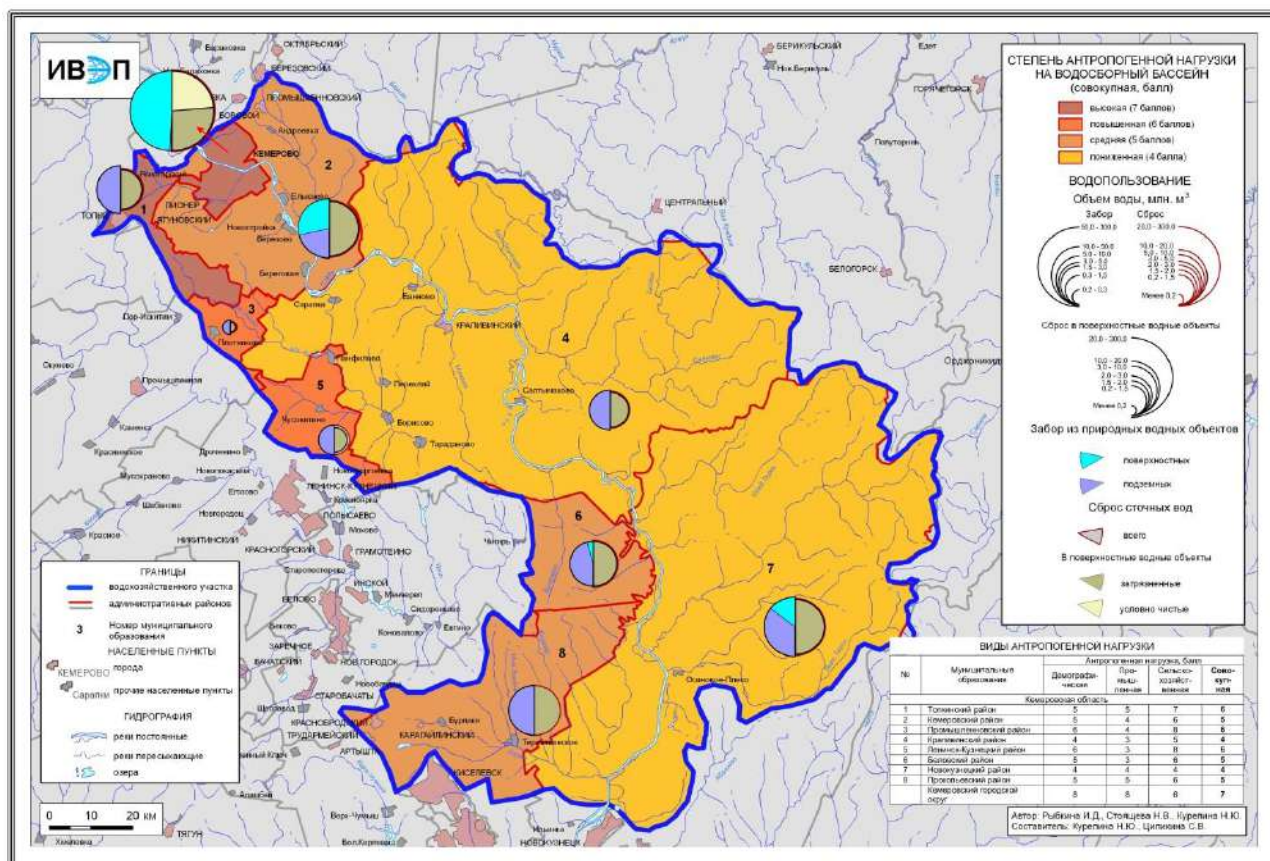


Рисунок 4.3.1. – Зонирование водосборной территории по степени совокупной антропогенной нагрузки ВХУ 13.01.03.003 (р. Томь от г. Новокузнецка до г. Кемерово)

Большинство ВХУ Обь-Иртышского бассейна характеризуются средней и низкой степенью совокупной антропогенной нагрузки (рис. 4.3.2). Высокие значения отмечаются только в бассейнах Ини, Томи и Тобола, что связано с высокой концентрацией населения и производств в этих регионах. Всего выделено 11 участков с высокой степенью нагрузки: бассейн р. Иня – ВХУ 13.01.02.006; бассейн р. Томь – ВХУ 13.01.03.002 от истока до г. Новокузнецк, 13.01.03.003 от г. Кемерово до устья; бассейн р. Тобол: – р. Исеть – ВХУ 14.01.05.005 от истока до г. Екатеринбург, 14.01.05.006 от г. Екатеринбург до р. Теча; р. Миасс – ВХУ 14.01.05.008 от истока до Аргазинского г/у, 14.01.05.009 от Аргазинского г/у до г. Челябинск; р. Тагил – ВХУ 14.01.05.014 от истока до г. Нижний Тагил; р. Нейва – ВХУ 14.01.05.016 от истока до Невьянского г/у; р. Пышма – ВХУ 14.01.05.020 от истока до Белоярского г/у; р. Рефт – ВХУ 14.01.05.022. Следует подчеркнуть,

что 8 из 11 участков с высокой степенью нагрузки расположены в бассейне р. Тобол, при этом большая их часть приурочена к истокам его притоков.

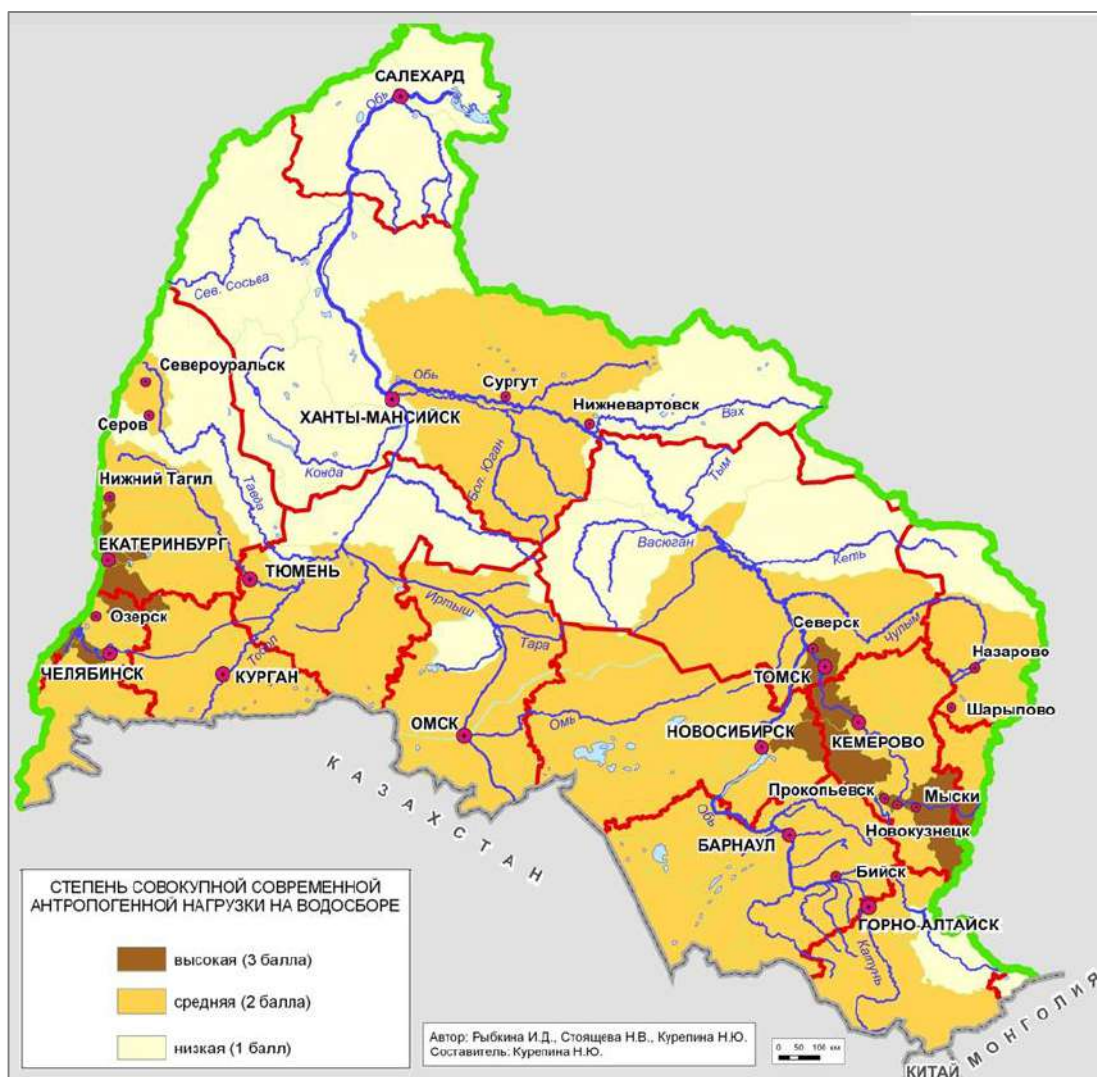


Рисунок 4.3.2. – Зонирование территории Обь-Иртышского бассейна по степени совокупной антропогенной нагрузки (детализация оценок в разрезе ВХУ представлена в Приложении 3)

Низкой степенью антропогенной нагрузки характеризуются два участка в верховьях р. Обь (ВХУ 13.01.01.001 оз. Телецкое; 13.01.01.200 бессточное междуречье Оби и Енисея) и 11 участков в среднем и нижнем течении реки (четыре ВХУ р. Обь: 13.01.09.001 от устья р. Васюган до р. Вах, 15.02.01.001 от р. Иртыш до р. Сев. Сосьва, 15.02.03.001 от р. Сев. Сосьва до г. Салехард, 13.02.03.002 от г. Салехарда до устья Оби; 13.01.06.001 р. Кеть; 13.01.08.001 р. Васюган; 13.01.10.001 р. Вах; 14.01.03.001 р. Ишим, оз. Большой Уват; 14.01.05.025

р. Тавда; 15.02.02.001 р. Сев. Сосьва; 14.01.07.001 р. Иртыш от г. Тобола до г. Ханты-Мансийска).

4.4. Оценка эффективности использования водных ресурсов

Важное значение для оценки антропогенной нагрузки на водные объекты, в целях понимания территориальной организации водопользования имеют показатели эффективности использования водных ресурсов, например, удельное водопотребление, доля оборотного и повторно-последовательного водоснабжения, потери воды при транспортировке, водоемкость произведенной продукции в регионе. Исходной информацией в расчетах таких показателей служат сведения Федеральной службы государственной статистики РФ (Росстат) и Федерального агентства водных ресурсов России, представленные в разрезе регионов и их муниципальных образований. Сравнение с западноевропейским уровнем указанных показателей проводилось по возможности, то есть в зависимости от их наличия в материалах международной водной статистики (Aquastat FAO) (Рыбкина, 2015).

Анализ водохозяйственной статистики показывает, что в динамике лет, объемы водопотребления в регионах Западной Сибири падают, как впрочем, и в целом по стране. Например, за период 1995-2017 гг. водопотребление регионов сократилось в среднем на 17 % при среднероссийском – на 30 % (табл. 4.4.1). При этом в Республике Алтай сокращение составило 72 %, а в Кемеровской области – всего лишь 22 %. В то же время в двух субъектах отмечался рост водопотребления: в Томской и Тюменской областях – в 2,1 и 2,7 раза, соответственно, что объясняется расширением производства (в первую очередь, добывающих отраслей), а также предоставлением статотчетности ранее «закрытых» производств (например, Сибирского химического комбината в г. Северск Томской области).

Таблица 4.4.1. – Использование водных ресурсов в регионах Западной Сибири и Обь-Иртышского бассейна (Охрана окружающей среды в России, 2006, 2012, 2014, 2018)

Регион	Использование водных ресурсов, млн м ³											
	всего						на производственные цели					
	1995	2000	2005	2010	2015	2017	1995	2000	2005	2010	2015	2017
Республика Алтай	23,0	11,0	8,0	7,9	8,9	6,3	3,7	2,0	1,7	1,7	0,9	1,1
Алтайский край	676,0	569,0	451,0	340,0	687,0	364,0	232,0	248,0	203,0	229,0	240,0	221,0
Новосибирская область	814,0	901,0	764,0	676,0	578,0	564,0	383,0	506,0	404,0	400,0	362,0	363,0
Кемеровская область	2155,0	2276,0	2057,0	1751,0	1737,0	1672,0	1705,0	1834,0	1655,0	1695,0	1481,0	1434,0
Томская область	183,0	605,0	618,0	531,0	392,0	388,0	53,0	510,0	525,0	455,0	258,0	254,0
Республика Хакасия	237,0	242,0	148,0	119,0	77,0	80,0	64,0	97,0	34,0	39,0	32,0	33,0
Красноярский край	2671,0	2900,0	2755,0	2296,0	2114,0	2006,0	2239,0	2426,0	2362,0	1920,0	1679,0	1573,0
Омская область	448,0	325,0	300,0	258,0	186,0	186,0	139,0	92,0	101,0	93,0	74,0	77,0
Тюменская область	1457,0	1421,0	1822,0	1825,0	3498,0	3897,0	652,0	771,0	1143,0	1007,0	1334,0	1176,0
Курганская область	119,0	84,0	70,0	62,0	54,0	52,0	30,0	32,0	29,0	25,0	26,0	25,0
Челябинская область	1053,0	873,0	796,0	868,0	581,0	568,0	442,0	389,0	389,0	541,0	317,0	307,0
Свердловская область	1728,0	1678,0	1178,0	990,0	773,0	675,0	980,0	989,0	571,0	524,0	406,0	355,0
РФ в целом	75780,0	66924,0	61335,0	59455,0	54576,0	53542,0	39716	38773	36544,0	36429,0	31421,0	30114,0

Регион	Использование водных ресурсов, млн м ³											
	на хозяйственно-питьевые нужды						на орошение и сельскохозяйственное водоснабжение					
	1995	2000	2005	2010	2015	2017	1995	2000	2005	2010	2015	2017
Республика Алтай	5,6	5,1	4,4	4,7	3,5	2,9	14,0	4,1	1,9	1,4	1,5	1,4
Алтайский край	133,0	134,0	140,0	77,0	79,0	75,0	289,0	176,0	101,0	29,0	37,0	36,0
Новосибирская область	270,0	259,0	241,0	197,0	169,0	152,0	107,0	88,0	61,0	18,0	15,0	14,0
Кемеровская область	278,0	345,0	301,0	270,0	197,0	184,0	49,0	27,0	8,9	3,7	2,5	2,8
Томская область	105,0	79,0	70,0	54,0	54,0	52,0	12,0	5,5	3,2	3,6	3,3	3,3
Республика Хакасия	20,0	41,0	42,0	21,0	19,0	18,0	43,0	31,0	20,0	13,0	8,4	7,9
Красноярский край	353,0	295,0	204,0	208,0	168,0	164,0	58,0	23,0	8,7	7,2	4,6	5,2
Омская область	158,0	144,0	176,0	125,0	99,0	95,0	105,0	47,0	22,0	17,0	12,0	11,0
Тюменская область	263,0	245,0	233,0	210,0	169,0	153,0	27,0	16,0	11,0	5,4	3,6	3,5
Курганская область	46,0	45,0	39,0	35,0	24,0	23,0	24,0	6,9	2,0	2,1	1,4	1,2
Челябинская область	442,0	421,0	356,0	282,0	218,0	214,0	110,0	32,0	22,0	7,2	5,2	5,0
Свердловская область	514,0	671,0	595,0	460,0	351,0	309,0	43,0	16,0	10,0	3,0	3,2	2,5
РФ в целом	14244,0	13587,0	12301,0	9587,0	8237,0	7728,0	14648,0	10555,0	8478,0	8169,0	7113,0	7078,0

Особенно катастрофическим выглядит сокращение объемов использования водных ресурсов в целях орошения и сельскохозяйственного водоснабжения. Сокращение в целом по России составило 52 %, в регионах – от 73 % в Томской области до 94-95 % в Кемеровской, Челябинской и Курганской областях. В самых крупных по объемам орошения Алтайском крае и Новосибирской области – 88 и 87 %, соответственно.

Водопотребление на хозяйственно-питьевые нужды уменьшилось, однако не столь значительно: в России – на 46%, в регионах Обь-Иртышского бассейна – в среднем на 42 %. Переломный момент связан с вступлением в силу Федерального закона ФЗ-№ 261 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности» от 23 ноября 2009 г., согласно которому с 2011 г. стала обязательной установка приборов учета и контроля расхода воды.

При расчетах удельного водопотребления обращает на себя внимание то, что в отдельных муниципальных образованиях регионов фактическое использование водных ресурсов не превышает нормативных показателей по СП 31.13330.2012 (рис. 4.4.1). Как показывают наши исследования (Рыбкина, Стоящева, 2010; Рыбкина, Стоящева, 2012), в индустриально развитых субъектах (ХМАО, Омская и Свердловская области) объемы водоснабжения на 100 % соответствуют нормативам; в ЯНАО, Кемеровской, Новосибирской и Челябинской областях существующее удельное хозяйственно-питьевое водопотребление превышает утвержденные нормативные значения на 20–30 %. Недостаток в централизованном водоснабжении отмечается на юге Тюменской (объем использованной воды составляет 85 % от нормы) и в Томской (76 %) областях, Алтайском крае (75 %). Наиболее сложная ситуация сложилась в Курганской области (51 %) и Республике Алтай (47 %).

Анализ следующего показателя – водоемкости валового регионального продукта (ВРП) субъектов (табл. 4.4.2), рассмотренный нами в динамике лет, показывает, что на протяжении всего периода 1995–2017 гг. Кемеровская область с большим отрывом лидировала в Западной Сибири и в пределах Обь-Иртышского бассейна (Рыбкина, 2015). Второе место по водоемкости отраслей хозяйства по

праву принадлежит Красноярскому краю, который одновременно с предыдущим регионом во все годы превышал среднероссийский уровень. В остальные годы третье место делили Республика Хакасия и Томская область.

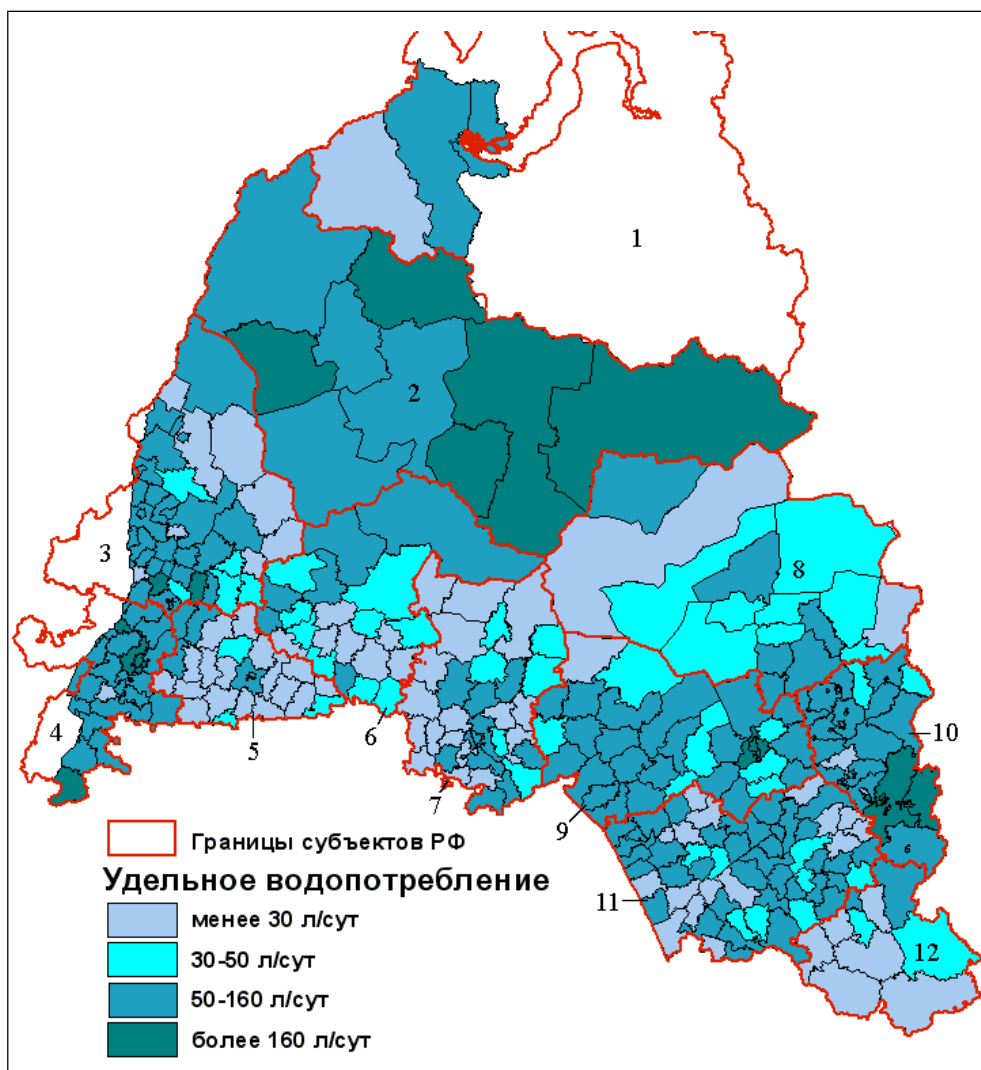


Рисунок 4.4.1. – Удельное хозяйственно-питьевое водопотребление в муниципальных образованиях субъектов РФ Обь-Иртышского бассейна (в расчете на человека): 1 – ЯНАО, 2 – ХМАО; 3 – Свердловская, 4 – Челябинская, 5 – Курганская, 6 – Тюменская (юг), 7 – Омская, 8 – Томская, 9 – Новосибирская, 10 – Кемеровская области; 11 – Алтайский край, 12 – Республика Алтай (Рыбкина, Стоящева, 2012)

Таблица 4.4.2. – Водоемкость валового регионального продукта (ВРП) субъектов Западной Сибири и Обь-Иртышского бассейна (рассчитано по материалам: Охрана окружающей среды, 2006, 2012, 2014, 2018; Регионы России, 2002, 2014, 2018)

Регион	Водоемкость ВРП, м ³ /тыс. руб.				
	1995	2000	2005	2010	2015
Тюменская область	0,01	2,36	0,84	0,57	0,61
Кемеровская область	0,07	27,91	8,13	3,88	2,42
Новосибирская область	0,04	12,33	3,55	1,58	0,63
Томская область	0,01	14,94	4,17	2,00	0,88
Алтайский край	0,05	13,08	3,85	1,54	0,84
Омская область	0,02	7,39	1,49	0,75	0,36
Республика Алтай	0,03	2,98	1,02	0,39	0,24
Республика Хакасия	0,07	18,06	4,79	1,42	0,66
Красноярский край	0,07	14,59	6,92	2,42	1,37
Курганская область	0,02	5,87	1,75	0,72	0,40
Свердловская область	0,04	13,90	3,92	1,43	0,66
Челябинская область	0,04	9,91	3,22	1,81	0,65
РФ в целом	0,07	13,69	4,41	2,10	1,04

Доля оборотного и повторно-последовательного водоснабжения заметно сократилась в таких субъектах, как Тюменская, Томская, Новосибирская, Курганская области, Алтайский край (табл. 4.4.3), максимально в Томской обл. – на 9,5 %. Рост оборотного водоснабжения в промышленности отмечен в Омской и Кемеровской областях, Республиках Хакасии и Алтай, Красноярском крае, Свердловской и Челябинской областях, максимально в Республике Алтай – на 29,1 % за рассматриваемый период. Отметим также, что в сравнении со среднероссийским уровнем доля оборотного водоснабжения ниже в Кемеровской, Новосибирской, Томской, Челябинской областях, Красноярском и Алтайском краях.

По показателю потерь воды при транспортировке выделяются Омская, Курганская, Свердловская и Челябинская области, Республика Хакасия, которые имеют значения выше среднероссийского уровня (12,5 %). Характерно, что в регионах с большими объемами водопотребления (Тюменская и Кемеровская области) доля потерь воды при транспортировке значительно меньше, чем в регионах с малыми объемами использованных вод (Республика Хакасия). Очевидно, этот

факт можно объяснить значительным износом основных сооружений водоподготовки, а также магистральных водоводов и уличных водопроводных сетей.

Таблица 4.4.3. – Доля оборотного и повторно-последовательного водоснабжения в регионах

Регион	Доля оборотного и повторно-последовательного водоснабжения, %				
	1995	2000	2005	2010	2015
Тюменская область	92,3	91,8	89,5	91,9	88,1
Кемеровская область	74,5	72,2	73,5	72,7	76,8
Новосибирская область	73,4	78,5	69,5	71,0	70,9
Томская область	83,7	82,8	82,5	66,0	74,3
Алтайский край	84,6	83,1	82,6	79,0	79,1
Омская область	90,7	91,3	91,2	92,8	94,7
Республика Алтай	58,4	84,6	86,6	90,4	87,5
Республика Хакасия	85,4	73,8	90,4	90,2	94,4
Красноярский край	58,4	57,1	56,5	62,9	65,8
Курганская область	94,4	93,8	92,4	93,4	92,1
Свердловская область	93,0	92,4	95,6	96,2	96,3
Челябинская область	94,6	95,0	95,5	94,5	96,3
РФ	77,6	77,5	78,8	79,4	81,5

Таблица 4.4.4. – Доля потерь воды при транспортировке от общего водопотребления в регионе

Регион	Потери воды при транспортировке, %				
	1995	2000	2005	2010	2015
Тюменская область	1,59	2,80	2,60	2,45	1,11
Кемеровская область	3,12	5,02	4,63	2,99	2,50
Новосибирская область	6,67	6,34	6,68	10,78	7,75
Томская область	4,92	6,69	6,00	6,18	5,36
Алтайский край	5,47	4,92	5,01	6,88	4,40
Омская область	5,36	10,65	8,80	11,36	20,43
Республика Алтай	6,09	5,45	10,00	10,00	7,89
Республика Хакасия	23,71	22,98	22,43	17,48	24,13
Красноярский край	5,38	4,56	3,25	4,61	3,92
Курганская область	11,34	20,36	19,14	17,10	26,91
Свердловская область	3,30	3,89	6,54	12,03	14,55
Челябинская область	7,93	17,11	16,66	15,74	18,08
РФ	10,72	12,65	12,98	12,93	12,50

Данные международной статистики Aquastat FAO позволяют провести сравнение сибирских регионов с высокоразвитыми странами мира, например, Федера-

тивной Республикой Германией (ФРГ). К сожалению, в число возможных для сравнения характеристик попадают только два показателя, доступных для целей анализа и оценки эффективности использования водных ресурсов – удельное водопотребление и водоемкость валового внутреннего продукта (в нашем случае ВРП для регионов).

По нашим данным (Рыбкина, 2015), водопотребление на душу населения Новосибирской области соответствует уровню ФРГ (390 м³/чел. в год). Ниже этого уровня удельного водопотребления в Алтайском крае, Омской области и Республике Алтай. В то же время неэффективным использованием водных ресурсов, а значит и высоким удельным водопотреблением, характеризуются Томская, Тюменская и Кемеровская области, для которых значение показателя превышает средний уровень по Германии в 1,5; 1,6 и 2,2 раза соответственно. Среднероссийский показатель удельного водопотребления составляет на одного жителя 454,9 м³/год (рис. 4.4.2).

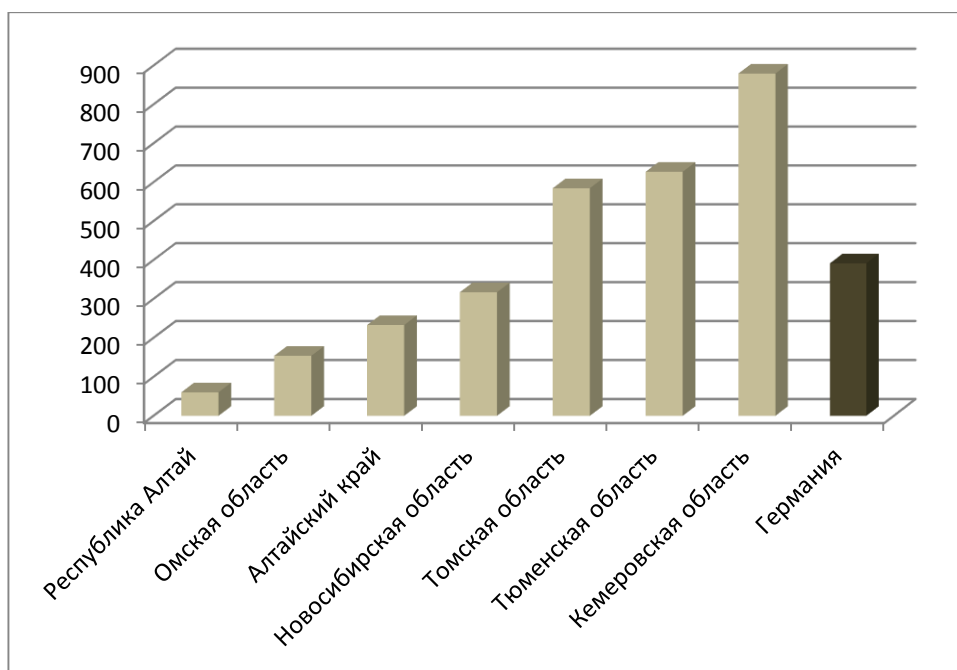


Рисунок 4.4.2. – Удельное водопотребление в регионах Западной Сибири и ФРГ, м³/чел. в год

По другому показателю эффективности использования водных ресурсов – водоемкости ВРП – сибирские регионы уступают Германии минимум в 1,1 раза (Республика Алтай) и максимум в 11,0 раз (Кемеровская область). При этом ни

один из сибирских субъектов РФ не может быть охарактеризован таким же низким уровнем водоемкости, как у германской экономики (11,3 м³/тыс. долл.). Среднероссийский показатель водоемкости ВВП составляет 35,3 м³/тыс. долл., что в 3,1 раза выше аналогичного показателя ФРГ (рис. 4.4.3).

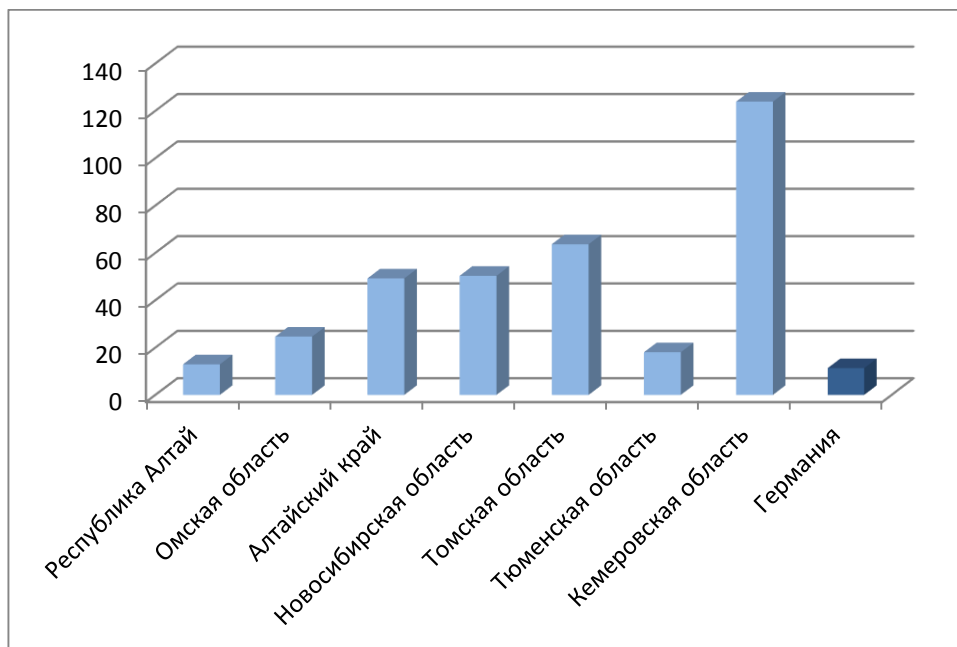


Рисунок 4.4.3. – Водоемкость произведенного продукта (ВВП для Германии и ВРП для регионов Западной Сибири), м³/тыс. долл.

Таким образом, сравнение водоемкости ВРП регионов Западной Сибири с общероссийскими и европейскими (на примере ФРГ) показателями позволяет сделать вывод о решающем значении отраслевой специализации экономик на эффективность использования водных ресурсов. В сырьевых регионах и субъектах РФ с развитой промышленной инфраструктурой (например, электроэнергетикой), водоемкость ВРП имеет уровни, значительно превышающие общероссийские значения и средние показатели для стран мира с развитой экономикой. Такую же специфику имеют уровни удельного водопотребления в регионах.

Выводы по главе 4

В главе приводится анализ используемых водных ресурсов в разрезе муниципальных образований, ландшафтных провинций, речных бассейнов и водохозяйственных участков. Представлены примеры реализации методического подхода к выделению региональных систем водопользования в бассейнах Верхней Оби и р. Алей с картографической интерпретацией полученных результатов.

Доказано, что антропогенный фактор вносит существенные коррективы в природообусловленный характер формирования и функционирования систем водопользования регионов.

Обсуждаются вопросы оценки прямых и косвенных воздействий на водные ресурсы регионов. Приводятся результаты оценки совокупной антропогенной нагрузки на водосборные территории и водные объекты.

Сравнение водоемкости производимой продукции в регионах Западной Сибири с общероссийскими и европейскими (на примере ФРГ) показателями позволяет сделать вывод о решающем значении отраслевой специализации экономик на эффективность использования водных ресурсов.

Глава 5. Прогноз целевого использования водных ресурсов в регионах на период 2020-2035 гг.

5.1. Целевые показатели социально-экономического развития регионов на примере бассейна Верхней Оби

В документах стратегического планирования установлены основные направления развития экономик регионов, в том числе связанные с изменением водопотребления и водоотведения в рассматриваемых субъектах. В настоящий момент действующими документами являются стратегии социально-экономического развития Алтайского края, Новосибирской и Кемеровской областей – на период до 2025 г., Томской области – до 2030 г., Республики Алтай – до 2035 г.

Согласно ФЗ-172 «О стратегическом планировании в Российской Федерации» № 172 от 28 июня 2014 года (ст. 3), среднесрочным считается период, следующий за текущим годом продолжительностью от трех до шести лет включительно, при этом долгосрочное прогнозирование выполняется на перспективу более шести лет. Исходя из этого, действующие документы удовлетворяют требованиям средне- и долгосрочного прогнозирования социально-экономическим развитием регионов Верхней Оби, подведомственных Верхне-Обскому БВУ. Кроме стратегий развития субъектов, в целях определения перспективного водопотребления в регионах также использовались опубликованные прогнозы социально-экономического развития до 2020-2021 гг. и на период до 2030-2035 гг.

Стратегические документы отражают специфику и особенности развития регионов. Например, перспективы инновационного роста Алтайского края связаны с модернизацией и активизацией инновационной деятельности агрокомплекса, промышленности, развитием региональной инновационной системы, формированием туристско-рекреационного комплекса международного уровня (Закон Алтайского края от 21.11.2012 № 86-ЗС). Соответствующие целевые показатели развития региона, оказывающие влияние на изменение объемов использования водных ресурсов, приведены в табл. 5.1.1.

Инновационное развитие Новосибирской области направлено на интеграцию всех составляющих системы региональной политики, включая социально-экономическую, промышленную, научную и образовательную подсистемы (Постановление губернатора Новосибирской области от 03.12.2007 № 474). Стратегической целью является достижение долгосрочной конкурентоспособности региона (на внутренних и внешних рынках) в формирующейся экономике знаний за счет его превращения в главный инновационный центр востока страны. Достижение заявленных целей должно произойти за счет формирования следующих территориально-отраслевых кластеров: транспортно-логистический, электротехническо-электроэнергетический, строительный, потребительский. Агропромышленный комплекс как важная составная часть экономики региона, обеспечивающая его продовольственную безопасность, изучается отдельно. При этом изменения объемов произведенных товаров и услуг, представленные в табл. 5.1.1, рассматривались нами как целевые показатели развития региона, оказывающие влияние на водопотребление и водоотведение в субъекте федерации.

Таблица 5.1.1. – Целевые показатели развития отдельных регионов Верхней Оби (Алтайского края и Новосибирской области), оказывающие влияние на изменение объемов водопотребления и водоотведения

Показатели	2010/2011	2015	2020	2025/2030/2035	Кратность изменения показателя
<i>Алтайский край</i>					
Объем ВРП на душу населения, в % к среднероссийскому уровню	47,3			65,0	1,4
Объем инвестиций в основной капитал на душу населения, в % к среднероссийскому уровню	39,0			63,0	1,6
Удельный вес обрабатывающих производств в общем объеме промышленного производства, %	83	84	85	87	1,1
Урожайность зерновых культур во всех категориях хозяйств (зерно в весе после доработки)	11,3	13	15	20	1,8
Продуктивность коров в	3938	4500	5500	7000	1,8

Показатели	2010/2011	2015	2020	2025/2030/2035	Кратность изменения показателя
крупных и средних с/х организациях, кг на 1 корову					
Количество средств размещения (гостиниц, санаториев, баз отдыха, зеленых домов и др.), ед.	599	650	700	750	1,3
Количество мест размещения, тыс. мест	46,9	54,6	64,0	66,7	1,4
Туристский поток, тыс. чел. в год	1300	1900	2500	3200	2,5
<i>Новосибирская область</i>					
ВРП региональной инновационной системы, % к общему ВРП		12		35-51	2,9-4,3
Объем отгруженных товаров в промышленности, млрд руб. в ценах 2005 г.	247			615,4	2,5
Объемы добычи полезных ископаемых, млрд руб. в ценах 2006 г.	16,5			44,1	2,7
Объемы производства отраслей обрабатывающей промышленности, млрд руб. в ценах 2006 г.	1-14			1-144	1-10,3
Объем годового производства продукции электротехнического и электроэнергетического кластера в ценах 2005 г., млрд руб.: - инерционный сценарий - ускоренное развитие ядра кластера	21-23 31-33			140-145 190-210	6,3-6,7 6,1-6,4
Производство зерна, все категории хозяйств, тыс. т		2766		2968	1,1
Производство молока, все категории, тыс. т		1171		1309	1,1
Число обслуженных туристов, тыс. чел.	261	333	596	1045	4,0

Для территории Республики Алтай определена ноосферная модель развития, при этом стратегическими направлениями развития региона признаны: туризм, агропромышленный комплекс, пищевая промышленность, санаторно-курортный и фармацевтический комплексы, энергетика. В качестве стратегиче-

ских задач обозначены: результативное управление территориями с учетом принципов «зеленой» экономики; развитие человеческого капитала; развитие и модернизация транспортной и инженерной инфраструктуры; совершенствование государственных механизмов управления экономикой, экологией и социальной сферой Республики Алтай (Постановление Правительства № 60 от 13.03.2018).

Траекторией социально-экономического развития Томской области в долгосрочной перспективе является движение от преимущественно сырьевой экономики к экономике перерабатывающих производств, экономике знаний и инновационной экономике за счет масштабирования существующих и создания новых высокотехнологичных производств, создания и модернизации высокопроизводительных рабочих мест, внедрения инноваций в традиционных секторах промышленности. В результате реализации стратегии к 2030 году конкурентоспособной основой экономики Томской области станут развитые высокотехнологичные кластеры промышленности высоких переделов, добывающей и перерабатывающей промышленности, сельского хозяйства, привлекающие качественные человеческие ресурсы и инвестиции. Развитие производства будет дополнено эффективными механизмами государственного управления, предполагающими развитое общественное участие предпринимателей и граждан (Постановление Законодательной Думы от 26.03.2015 № 2580).

Для Кемеровской области с базовым сектором в виде добычи сырья и его первичной переработкой с высокой степенью зависимости от циклической рыночной конъюнктуры на глобальных товарных рынках стратегической целью государственной политики по социально-экономическому развитию на долгосрочную перспективу становится повышение конкурентоспособности региона и рост на этой базе благосостояния его жителей. Стратегическая цель предполагает решение нескольких связанных с ней задач: развитие ресурсной базы региона; повышение глубины переработки добываемого сырья, его комплексное и эффективное использование; наращивание потребления продукции на традиционных рынках, поддержка выхода производителей Кемеровской области на новые рынки; снятие инфраструктурных ограничений для развития базового сектора экономики;

обеспечение технологического подъема; формирование национального центра горнодобывающей продукции; развитие системы подготовки кадров, устранение диспропорций на рынке труда; создание инновационных центров, в том числе в ядрах агломеративных систем региона – гг. Кемерове и Новокузнецке (Закон Кемеровской области от 11 июля 2008 г. № 74-ОЗ).

Прогнозы социально-экономического развития регионов (Распоряжение коллегии Администрации Кемеровской области от 9 ноября 2015 г. № 616-р; Постановление Администрации Томской области от 24 марта 2017 г. № 98а; Распоряжение Правительства Республики Алтай от 26 июля 2017 года № 404-р; Постановление Правительства Новосибирской области от 27.12.2016 № 450-п), выполненные в субъектах и выложенные на сайтах открытых интернет-источников региональных министерств и ведомств, позволяют проследить предполагаемую динамику социально-экономических показателей как минимум в двух или даже трех вариантах (сценариях) развития – базовом, консервативном (или инерционном) и целевом (или инновационном). Данные характеристики положены нами в основу разработки прогноза целевых видов использования водных ресурсов – хозяйственно-питьевого, производственного, ирригационного и сельскохозяйственного.

Для уточнения показателей развития субъектов на среднесрочную перспективу также использовались имеющиеся в настоящий момент актуализированные прогнозы на 2019-2021 гг. (Постановление Администрации Томской области от 26.09.2018 №379а; Приложение к протоколу заседания Правительства Алтайского края от 22.10.2018 № ЗП-10), которые позволяют провести корректировку прогнозов целевых видов использования водных ресурсов на ближайшую перспективу.

5.2. Прогноз использования водных ресурсов в хозяйственно-питьевых, производственных и иных целях

Согласно разработанным методическим приемам (Рыбкина, 2016), в основу расчетов положены следующие показатели:

- на питьевые и хозяйственно-бытовые цели – динамика объемов хозяйственно-питьевого водоснабжения, величина удельного водопотребления в расчете на одного человека, предположительная численность населения в регионах;
- на производственные нужды – динамика производственного водопотребления и современная водоемкость промышленного производства, среднесрочный и долгосрочный прогноз объемов отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг по видам экономической деятельности в стоимостном выражении, прогнозируемые индексы промышленного производства;
- на орошение и сельскохозяйственное водоснабжение – динамика соответствующих целевых видов водопотребления, водоемкость выпускаемой сельскохозяйственной продукции, среднесрочный и долгосрочный прогноз объемов сельскохозяйственной продукции в стоимостном выражении, прогнозируемые индексы сельскохозяйственного производства.

Для учета тенденций развития целевых видов водопотребления детально рассматривался период 2000-2017 гг., поскольку именно в это время стала обязательной установка приборов учета и контроля расхода воды (ФЗ № 261 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности» от 23.11.2009). В расчетах применялись прогнозные показатели социально-экономического развития субъектов, приведенные в документах стратегического планирования территорий. Согласно среднесрочным прогнозам основных показателей развития регионов, которые выполнены в 2017-2018 гг., осуществлялась детализация характеристик водопотребления на перспективу до 2020-2021 гг.

Ряды других основных социально-экономических показателей (численность населения, объемы произведенной продукции и др.) заимствованы из опубликованных материалов Росстата, открытых интернет-источников и баз данных (Регионы России, 2002; Регионы России, 2017; ЕМИСС <https://fedstat.ru/>).

Далее проиллюстрируем методику расчета на примере хозяйственно-питьевого водоснабжения Новосибирской области, в которой расположен единственный город-миллионер в бассейне Верхней Оби. За период 2000-2017 гг. объемы этого вида использования водных ресурсов сократились здесь более чем на

40 % (табл. 5.2.1). Сокращение общих объемов водопотребления произошло на фоне роста численности населения, в первую очередь городских жителей (на 0,11 млн чел в целом по области за 2010-2017 гг.).

Наиболее интенсивное сокращение отмечалось в 2011 г. по сравнению с 2010 г.: индекс удельного хозяйственно-питьевого водопотребления составил 85,6 %. В абсолютных показателях удельное водопотребление за период 2010-2017 гг. уменьшилось с 235,03 л/сутки на человека до 149,46 л/сутки на человека, что непосредственно, на наш взгляд, связано с вступлением в силу ФЗ-261 и обязательностью установки приборов учета и контроля расхода воды.

Согласно нашим расчетам, питьевое и хозяйственно-бытовое водопотребление Новосибирской области в дальнейшем будет увеличиваться по причине прогнозируемого роста городского населения. Основываясь на среднем варианте демографического прогноза Росстата можно утверждать, что увеличение объемов водоснабжения произойдет к 2020 г. – на 1,3 %, к 2025 г. – на 4,01 %, к 2030 г. – на 6,78 %, к 2035 г. – на 9,82 % по сравнению с 2017 г. при условии сохранения существующего удельного водопотребления на одного жителя.

Другие промежуточные результаты расчетов перспективного водопотребления приведены в Приложении 5.

Таблица 5.2.1. – Фактические и прогнозные показатели использования водных ресурсов в питьевых и хозяйственно-бытовых целях на примере Новосибирской области (таблица расчетов)

Показатель, ед. изм.	Факт										Прогноз			
	2000	2005	2010*	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2020	2025	2030	2035
использование водных ресурсов на питьевые и хозяйственно-бытовые цели, млн куб. м	259,01	241,30	228,70	197,30	189,22	174,34	175,91	168,93	160,80	151,89	153,83	157,99	162,19	166,81
численность населения на конец года, млн чел. (с 2020 г. прогноз, средний вариант)	2,72	2,66	2,67	2,69	2,71	2,73	2,75	2,76	2,78	2,78	2,82	2,90	2,97	3,06
удельное хозяйственно-питьевое водопотребление, куб. м / чел.	95,21	90,89	85,78	73,43	69,82	63,84	64,04	61,16	57,84	54,55	54,55	54,55	54,55	54,55
удельное хозяйственно-питьевое водопотребление, л / сутки на 1 чел.	260,86	249,00	235,03	201,17	191,29	174,90	175,45	167,57	158,47	149,46	149,46	149,46	149,46	149,46

Примечание: Вступил в силу Федеральный закон 261 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности» от 23 ноября 2009 г., согласно которому с 2011 г. является обязательной установка приборов учета и контроля расхода воды.

В целом для регионов Верхней Оби (табл. 5.2.2) водопотребление на питьевые и хозяйственно-бытовые нужды будет сокращаться, что согласуется с демографическим прогнозом на долгосрочный период по среднему варианту: к 2035 г. здесь будет проживать 8,96 млн чел. или 98% от уровня 2017 г. Максимальное сокращение населения произойдет в Алтайском крае (на 0,26 млн чел.) и Кемеровской области (0,25 млн чел.).

Таблица 5.2.2. – Прогноз целевых видов использования водных ресурсов в регионах Верхней Оби (базовый вариант)

Использование пресной воды	2020	2025	2030	2035
на питьевые и хозяйственно-бытовые нужды, всего, млн м ³ , в том числе:	463,79	461,09	458,62	457,43
Новосибирская область	153,83	157,99	162,19	166,81
Алтайский край	73,92	71,65	69,12	66,64
Республика Алтай	2,94	2,97	2,98	2,99
Кемеровская область	180,95	175,64	170,73	166,65
Томская область	52,16	52,85	53,59	54,33
на производственные нужды, всего, млн м ³ , в том числе:	2399,68	2768,41	3223,39	3746,94
Новосибирская область	393,47	471,85	565,84	678,56
Алтайский край	234,98	269,77	309,71	355,57
Республика Алтай	1,96	2,38	2,94	3,44
Кемеровская область	1520,18	1731,70	2005,57	2315,99
Томская область	249,09	292,71	339,33	393,38
на нужды с/х водоснабжения и орошения, всего, млн м ³ , в том числе:	63,66	67,41	71,57	76,11
Новосибирская область	20,73	23,11	25,77	28,73
Алтайский край	35,12	35,74	36,37	37,01
Республика Алтай	1,40	1,54	1,72	1,90
Кемеровская область	3,06	3,38	3,73	4,12
Томская область	3,34	3,63	3,97	4,34

Использование водных ресурсов на производственные цели в соответствии с планами социально-экономического развития увеличится к 2035 г. почти на 50% по сравнению с 2017 г. Максимальное увеличение – свыше 800 млн м³ – будет отмечаться в Кемеровской области; минимально в Республике Алтай – на 2,35 млн м³. При этом лишь в некоторых субъектах объемы водопотребления достигнут

уровня 1990 г. (Новосибирская область), в других – только приблизятся к нему (Алтайский край).

В целях сельскохозяйственного водоснабжения и орошения объемы водопотребления возрастут в бассейне Верхней Оби, но не столь значительно как в промышленном производстве – на 32%. Скорее всего, наибольшими темпами водоснабжение в этом секторе экономики будет увеличиваться в Новосибирской области (на 9,4 млн м³ или 49% за период 2017-2035 гг.) и Алтайском крае (на 1,01 млн м³ или 3 % за период 2017-2035 гг.).

Следует отметить, что наибольшей достоверностью отличается прогноз использования водных ресурсов на среднесрочную перспективу, поскольку основан на скорректированных и актуализированных данных социально-экономического развития и прогноза в регионах (рис. 5.2.1). Среди показателей долгосрочного прогнозирования наиболее достоверны полученные результаты на период 2025-2030 гг. (рис. 5.2.2). Картографическая интерпретация результатов прогноза выполнена совместно с к.г.н., с.н.с. лаборатории водных ресурсов и водопользования ИВЭП СО РАН Н.Ю. Курепиной.

Возможная детализация перспективных оценок использования водных ресурсов в рамках применения ландшафтно-бассейновой идеологии исследования представлена на примере Омской области в следующем разделе диссертации.

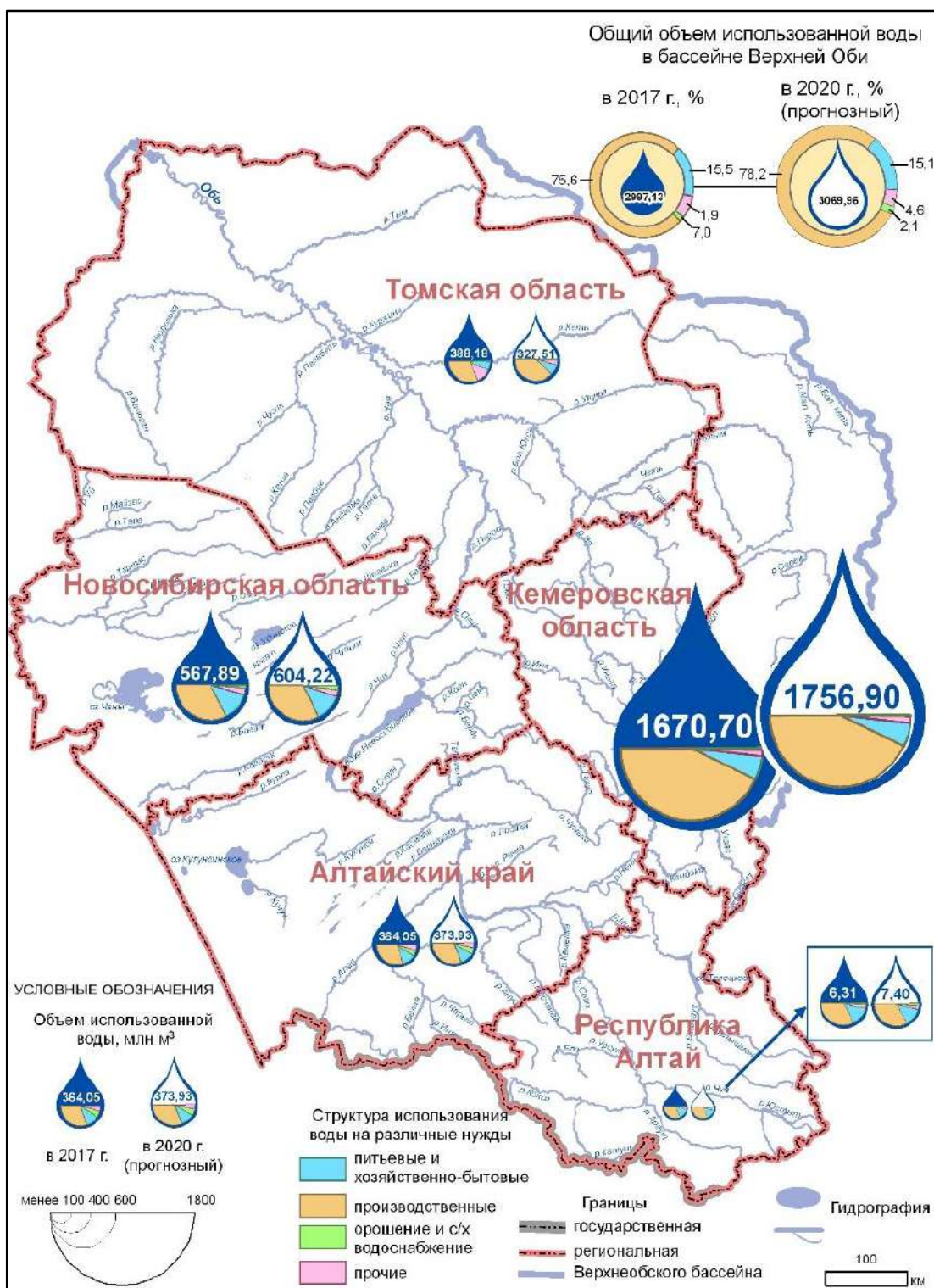


Рисунок 5.2.1. Прогноз целевых видов использования водных ресурсов на среднесрочную перспективу (до 2020 г.) в сравнении с современным состоянием (2017 г.)

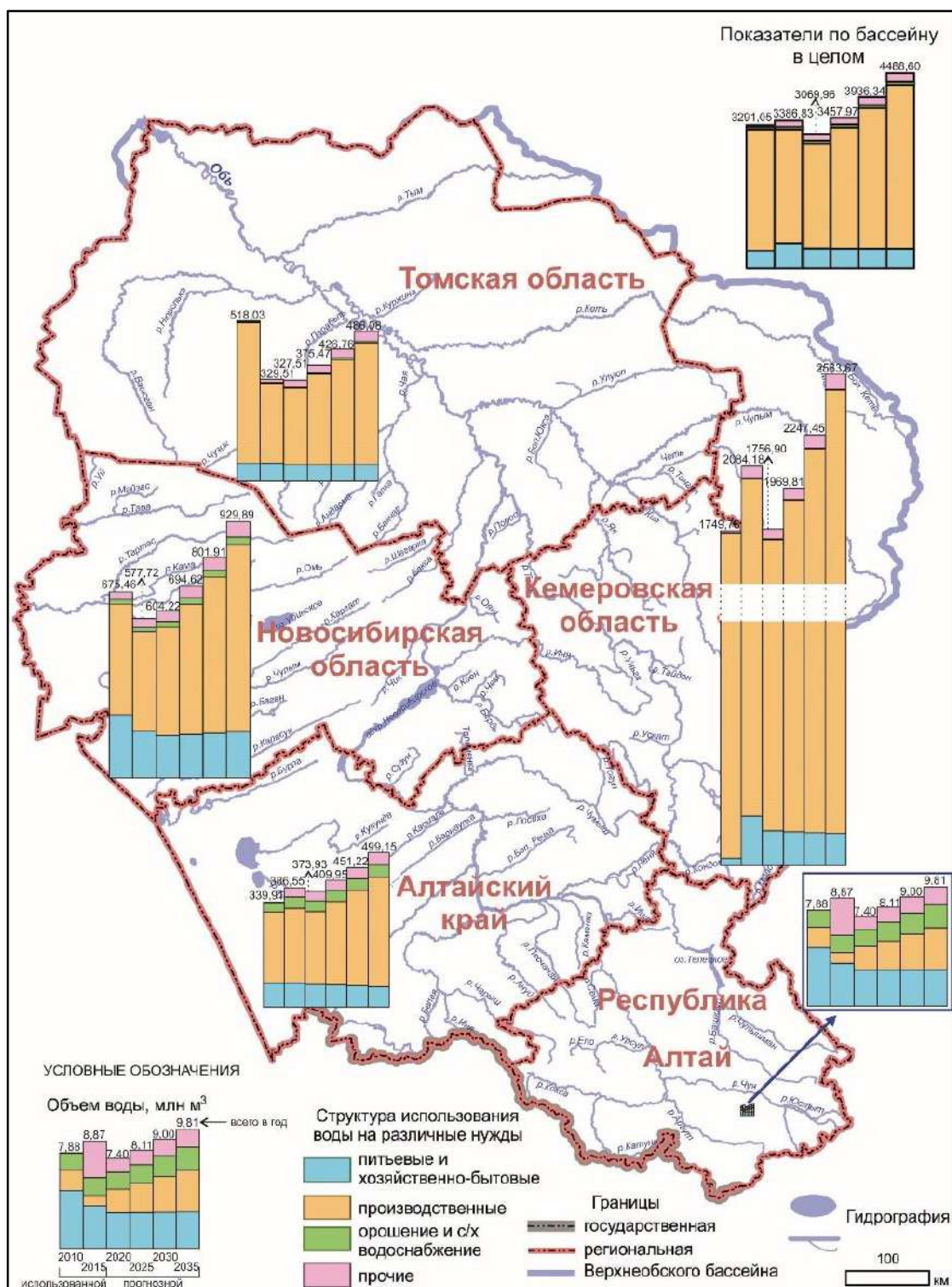


Рисунок 5.2.2. – Прогноз целевых видов использования водных ресурсов на долгосрочную перспективу (до 2035 г.)

5.3. Оценка водообеспеченности и прогноз водопотребления в Омской области

Территория Омской области расположена в пределах 10 ландшафтных провинций (рис. 5.3.1), характеризующихся разной степенью обеспеченности ресурсами речного и подземного стока (Рыбкина, Стоящева, Магаева и др., 2014). Оценка современной обеспеченности поверхностными водными ресурсами выполнена в расчете на одного жителя на основе данных Росгидромета о среднегодовых речных расходах, а также в случае недостатка наблюдаемой информации с использованием карты «Средний многолетний сток рек» (Географический атлас, 1980). Оценка осуществлялась по данным ближайших гидропостов за весь период наблюдений с привязкой к местам пересечения рекой границ ландшафтных провинций. При отсутствии гидропостов, их удаленности от границ провинций использовались картографические данные по модулю речного стока.



Рисунок 5.3.1. – Ландшафтные провинции Омской области (карта-схема подготовлена к.г.н., с.н.с. лаборатории водных ресурсов и водопользования ИВЭП СО РАН Н.Ю. Курепиной)

В основу оценки водообеспеченности подземными водами положены картографические материалы Атласа гидрогеологических и инженерно-геологических карт СССР (Атлас гидрогеологических..., 1983) и оценки ресурсов пресных и маломинерализованных подземных вод южной части Западно-Сибирского артезианского бассейна (Ресурсы пресных и маломинерализованных..., 1991), а также результаты геологоразведочных работ, которые были проведены в регионах за последние годы (при условии их наличия). Водообеспеченность рассчитывалась по показателям модуля подземного стока зоны интенсивного водообмена.

Для оценки современной и перспективной водообеспеченности субъекта также были рассчитаны показатели забранной и использованной воды на различные хозяйственные нужды, объемы водопотребления из поверхностных и подземных водных источников, водоемкость валового регионального продукта, водоемкость промышленной и сельскохозяйственной продукции, объем оборотного и повторно-последовательного водоснабжения в ландшафтных провинциях. Расчет проводился путем совмещения или «вложения» территорий муниципальных образований (районов и городских округов) в границы ландшафтных провинций в пересчете на количество проживающего населения.

Особенности современного водопользования (по данным 2 – ТП (водхоз)) Омской области таковы, что наибольший объем воды из поверхностных и подземных водных источников забирается на территории Западно-Барабинской ландшафтной провинции, в пределах которой расположены г. Омск и практически полностью Омский район. Провинция характеризуется общим объемом забранной и использованной воды соответственно около 200,0 и 190,0 млн м³ в год, что составляет порядка 75 % общего водозабора и 90 % используемой воды в области. В структуре источников водоснабжения преобладают поверхностные водные объекты: 99,1 % (рис. 5.3.2). На хозяйственно-питьевые нужды расходуется 50,3 % используемых вод в провинции, на производственные – 45,6 %, на орошение и сельскохозяйственное водоснабжение – 4,1 % (рис. 5.3.3).

Пространственная неравномерность степени заселения и освоения региона находит свое отражение в специфике территориальной организации водопользо-

вания в целом и эффективности использования водных ресурсов в частности. В Западно-Барабинской провинции проживает 1,35 млн чел. или 68,5 % населения Омской области. Общий объем выпускаемой продукции в стоимостном выражении составляет 583,8 млн руб. или 92,5 % ВРП области. При этом на долю промышленной продукции (в основном обрабатывающих производств) приходится 565,8 млн руб. или 96,4 % ВРП провинции. Водоемкость ВРП здесь составляет 0,34 м³/1000 руб., что меньше на 19 % чем в среднем по области. Еще меньшее значение имеет водоемкость в промышленном производстве провинции – 0,15 м³/1000 руб. В сельскохозяйственном производстве водоемкость варьирует от 0,21 м³/1000 руб. в животноводстве и до 0,79 м³/1000 руб. в растениеводстве, это больше чем в среднем по области на 25 % и 88 % соответственно (рис. 5.3.4).

В других ландшафтных провинциях водоемкость ВРП колеблется от 0,17 до 3,40 м³/1000 руб., водоемкость промышленного производства – от 0,13 до 1,87 м³/1000 руб. Интересен тот факт, что наибольшая водоемкость промышленных производств (ПП) отмечается в ландшафтных провинциях, где доля такого вида экономической деятельности, как производство и распределение электроэнергии, воды и газа имеет высокие уровни: Северо-Барабинская (водоемкость ПП – 1,87 м³/1000 руб., доля электроэнергетики по ОКВЭД – 95 %), Ашлыкская (водоемкость ПП – 1,08 м³/1000 руб., доля электроэнергетики по ОКВЭД – 99 %). Факт высоких уровней водоемкости энергетики подтверждается и другими авторами (Демин, 2010).

Водоемкость в сельскохозяйственном производстве составляет: в растениеводстве – от 0,01 до 0,80 м³/1000 руб., в животноводстве – от 0,03 до 0,21 м³/1000 руб. Максимальные значения приурочены к наиболее заселенным и освоенным провинциям области (в т.ч. Западно-Барабинской).

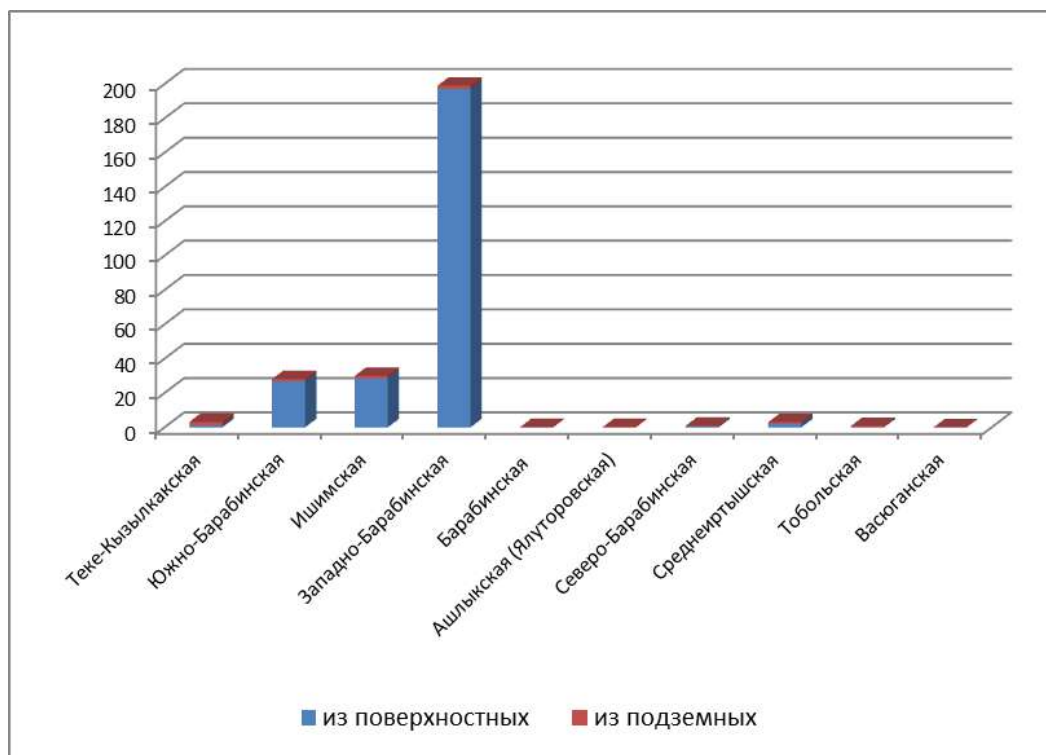


Рисунок 5.3.2. – Общий водозабор в ландшафтных провинциях Омской области, млн м³

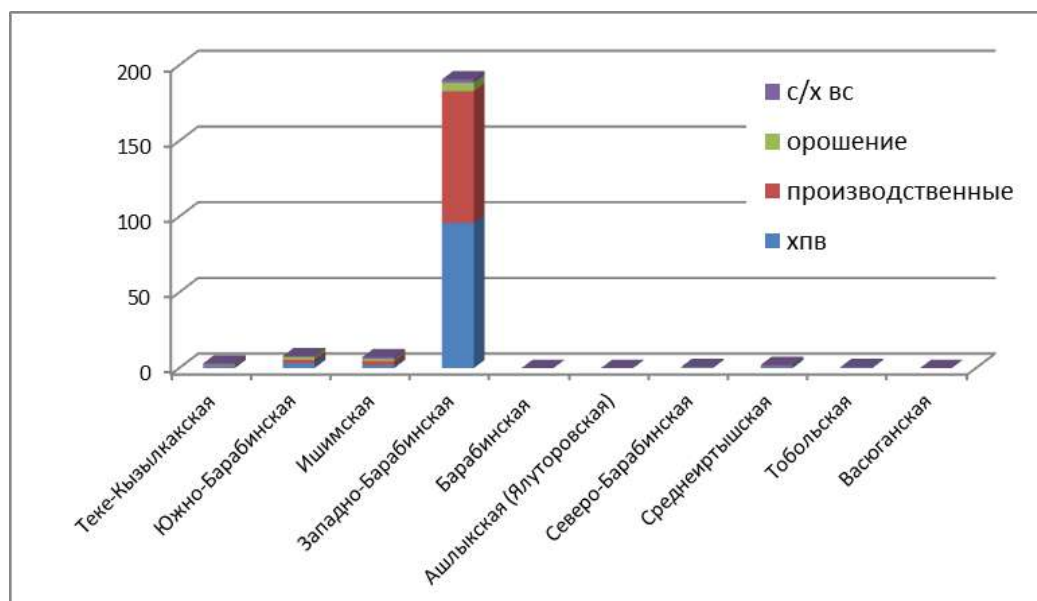


Рисунок 5.3.3. Использование водных ресурсов в ландшафтных провинциях Омской области, млн м³

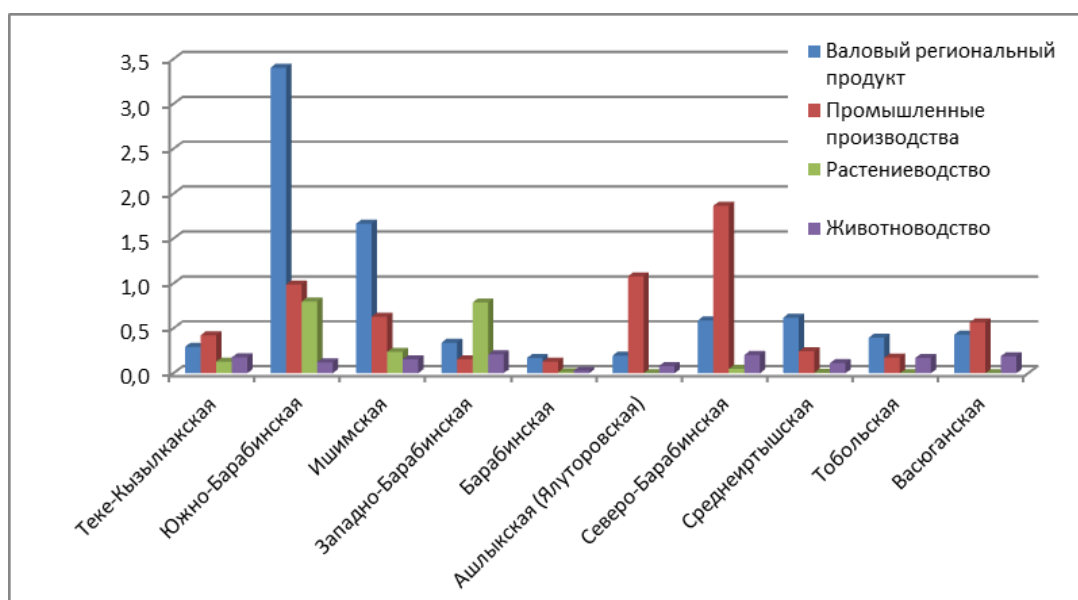


Рисунок 5.3.4. – Водоемкость в ландшафтных провинциях Омской области, м³/1000 руб.

Для оценки перспективной водообеспеченности региона проведен сбор и анализ социально-экономической информации с описанием «точек роста», являющихся центрами устойчивого развития региона. В Омской области устойчивым социально-экономическим ростом характеризуются следующие экономические районы (Стартегия-2020; Стратегия-2025):

- Центральный, в который входят г. Омск и Омский район (центр – город Омск);
- Северный, в который входят Тарский, Усть-Ишимский, Большеуковский, Седельниковский, Знаменский и Тевризский районы Омской области (центр – город Тара);
- Западный, в который входят Азовский немецкий национальный, Исилькульский, Крутинский, Любинский, Марьяновский, Москаленский, Называевский, Тюкалинский районы Омской области (центр – город Исилькуль);
- Восточный, в который входят Большереченский, Горьковский, Калачинский, Колосовский, Кормиловский, Муромцевский, Нижнеомский, Саргатский районы Омской области (центр – город Калачинск);

– Южный, в который входят Нововаршавский, Одесский, Оконешниковский, Павлоградский, Полтавский, Русско-Полянский, Таврический, Черлакский, Щербакульский районы Омской области (центр – рабочий поселок Нововаршавка).

В оценке перспективной водообеспеченности Омской области также использован прогноз численности населения Росстата по субъектам РФ на период до 2030 года (Предположительная численность..., 2009).

Результаты оценки современной водообеспеченности показывают, что наиболее обеспечены ресурсами поверхностных вод (с учетом транзитного стока) жители Северо-Барабинской, Тобольской и Васюганской ландшафтных провинций. Однако если в расчет взять местный речной сток, то наибольшей удельной водообеспеченностью характеризуются только Тобольская и Васюганская провинции. Значительными ресурсами подземных вод выделяются эти же провинции (табл. 5.3.1).

Оценка перспективной водообеспеченности проводилась с учетом сложившихся особенностей водопользования и эффективности использования водных ресурсов (водоемкости) в пределах ландшафтных провинций Омской области, а также результатов оценки их современной водообеспеченности.

Проводимые расчеты проиллюстрируем на примере Западно-Барабинской ландшафтной провинции, к которой приурочен Центральный экономический район Омской области, характеризующийся максимальным уровнем развития промышленного производства в пределах субъекта (свыше 90 % объемов ПП области). В районе планируется создание промышленно-производственной особой экономической зоны, организация новых высокотехнологичных производств, развитие нефтехимического, машиностроительного, биотехнологического и других производственных комплексов.

Согласно Стратегии развития региона, объемы промышленного производства области к 2020 г. возрастут в 2,7 раза по сравнению с 2005 г. (в основном в 2015-2020 гг., во второй этап реализации Стратегии 2025, который называется «Омская область – промышленный центр юга Западной Сибири»). При пересчете показате-

ля к текущим ценам стоимости произведенной промышленной продукции в 2010 г. увеличение объемов производства к 2020 г. произойдет в 1,6 раза.

Но даже при таких темпах роста промышленного производства нагрузка на водные ресурсы Западно-Барабинской провинции будет превышать допустимые пределы изъятия, поскольку современный уровень использования ресурсов местного речного стока практически равен 100 %. Здесь следует отметить, что значение показателя более 40 % уже означает высокий уровень нехватки водных ресурсов или состояние водного стресса (Данилов-Данильян, Лосев, 2006), по другим оценкам нагрузка на водные ресурсы свыше 60 % относится к категории «критически высокой» (Водные ресурсы России., 2008). По данным ГГИ в средние по водности годы нагрузка на ресурсы местного стока области в целом не превышает 5 %, а с учетом наименьших значений за маловодный период равна 18,3 %.

В расчетах перспективной водообеспеченности учтены полученные нами оценки водоемкости промышленного производства. Для Западно-Барабинской провинции водоемкость ПП к 2020 г. при инерционном варианте развития составит 0,15 м³/1000 руб. (то есть останется на современном уровне), при инновационном сократится до 0,14 м³/1000 руб. (приблизительно на 10 % по сравнению с 2012 г.). В этом случае водопотребление на производственные нужды к 2020 г. соответственно увеличится при инерционном варианте на 28,43 млн м³/год, при инновационном – на 20,73 млн м³/год по сравнению с 2012 г., когда оно составляло 86,95 млн м³/год (Рыбкина, 2016).

Таблица 5.3.1. – Результаты оценки современной водообеспеченности Омской области в границах ландшафтных провинций

Ландшафтная провинция	Удельная обеспеченность поверхностными водами, тыс. м ³ /чел. в год		Удельная обеспеченность подземными водами, тыс. м ³ /чел. в год	Удельное водопотребление по данным за 2012 г., тыс. м ³ /чел. в год		Нагрузка на водные ресурсы*, %		
	местный сток	транзитный сток		всего	из поверхностных	местный сток	транзитный сток	подземный сток
Теке-Кызылкакская	0,73	0,73	0,91	0,03	0,01	1,16	1,16	1,87
Южно-Барабинская	1,40	261,01	1,21	0,30	0,29	20,37	0,11	1,05
Ишимская	2,11	5,82	1,23	0,14	0,13	6,25	2,26	0,52
Западно-Барабинская	0,15	20,52	0,12	0,15	0,146	97,37	0,71	1,16
Барабинская	2,18	9,25	1,63	0,02	0	0,06	0,01	1,14
Ашлыкская (Ялуторовская)	7,53	36,13	2,84	0,01	0	0	0	0,38
Северо-Барабинская	15,65	1018,52	4,78	0,03	0,02	0,14	0	0,22
Среднеиртышская	15,09	236,01	4,81	0,03	0,02	0,16	0,01	0,18
Тобольская	354,19	648,89	97,43	0,02	0	0	0	0,02
Васюганская	267,31	611,24	71,94	0,02	0	0	0	0,02
Омская область**	2,87	16,74	0,59	0,14	0,13	4,54	0,78	0,86

* рассчитано как отношение водозабора из водных источников к доступным возобновляемым водным ресурсам (Данилов-Данильян, Лосев, 2006, С. 60), в нашем случае – соответственно для местного и транзитного речного стока, а также для подземного стока зоны интенсивного водообмена;

** рассчитано по среднегодовым данным ГГИ (Водные ресурсы России..., 2008, С. 409-418; Ресурсы поверхностных и ..., 2014, С. 30).

Как свидетельствуют экспертные оценки в области гидрологических прогнозов (Водные ресурсы России., 2008; Шикломанов, Бабкин, Балонишникова, 2011), в Западной Сибири речной сток в ближайшее десятилетие будет иметь тенденцию к росту. Тогда можно предположить, что, по крайней мере, ресурсы местного и транзитного стока не уменьшатся, а с учетом демографического прогноза для этой территории перспективная водообеспеченность составит к 2020 г.: с учетом ресурсов местного стока – 0,16 тыс. м³/чел. в год, транзитного стока – 21,85 тыс. м³/чел. в год, подземного стока – 0,13 тыс. м³/чел. в год (Рыбкина, 2016).

К 2025 году ситуация по водообеспеченности будет соответствовать общим тенденциям развития региона, которые заложены в Стратегии развития согласно четырем сценариям (вариантам): «Базовый», «Сибирский лидер», «Трансформация», «Борьба за выживание». Каждый из них поддается подобному расчету, что приведен выше в настоящем разделе.

5.4. Сценарии водообеспечения и управление водными ресурсами в целях устойчивого социально-экономического развития регионов

Для целей стратегического планирования в регионах Верхней Оби разработаны сценарии водообеспечения территорий в зависимости от водности рассматриваемого периода. По данным ГГИ (Ресурсы поверхностных..., 2016), в настоящее время регионы находятся в состоянии следующей водности: высокой – Кемеровская область, умеренно высокой – Республика Алтай и Новосибирская область, средней – Алтайский край и Томская область.

С учетом базового варианта социально-экономического развития сценарии водообеспечения регионов выглядят следующим образом (табл. 5.4.1; рис. 5.4.1). В двух из пяти регионов (Томская область и Республика Алтай) при всех вариантах водности водообеспеченность будет иметь очень высокие значения: более 20,0 тыс. м³/чел. в год (категории приняты по: Shiklomanov, 2000; Водные ресурсы России., 2008). В Новосибирской области и Алтайском крае в периоды средней и наибольшей водности водообеспеченность также будет характеризоваться очень высокими значениями, в наименьшую водность – высокими уровнями (от 10,1 до

20,0 тыс. м³/чел. в год). В Кемеровской области в период наибольшей водности водообеспеченность возрастет до очень высоких значений, в среднюю водность – до высоких, в наименьшую водность – будет иметь средние показатели (от 5,0 до 10,0 тыс. м³/чел. в год).

Таблица 5.4.1. – Сценарии водообеспечения регионов Верхней Оби в разные периоды водности при базовом варианте социально-экономического развития, тыс. м³/чел. в год

Регион / водность	2017	2020	2025	2030	2035
Новосибирская область					
средняя	23,06	22,76	22,16	21,58	20,97
наибольшая	31,57	31,17	30,34	29,55	28,72
наименьшая	15,37	15,17	14,77	14,38	13,97
Алтайский край					
средняя	23,53	23,82	24,57	25,46	26,40
наибольшая	35,15	35,58	36,70	38,04	39,45
наименьшая	16,36	16,56	17,08	17,70	18,35
Республика Алтай					
средняя	156,29	154,28	152,52	151,96	151,35
наибольшая	232,60	229,61	226,99	226,16	225,25
наименьшая	97,44	96,19	95,10	94,75	94,37
Кемеровская область					
средняя	15,88	16,11	16,58	17,04	17,43
наибольшая	23,17	23,50	24,20	24,88	25,46
наименьшая	9,81	9,95	10,23	10,51	10,74
Томская область					
средняя	168,95	168,27	166,06	163,73	161,49
наибольшая	220,89	219,98	217,10	214,06	211,14
наименьшая	117,67	117,19	115,65	114,03	112,46

Разработанные сценарии водообеспечения служат в целях гарантированного обеспечения водными ресурсами населения и экономики. Данное направление развития водохозяйственного комплекса регионов обозначено в качестве основного и в Водной стратегии РФ, и в ФЦП «Развитие водохозяйственного комплекса РФ на период до 2020 г.».

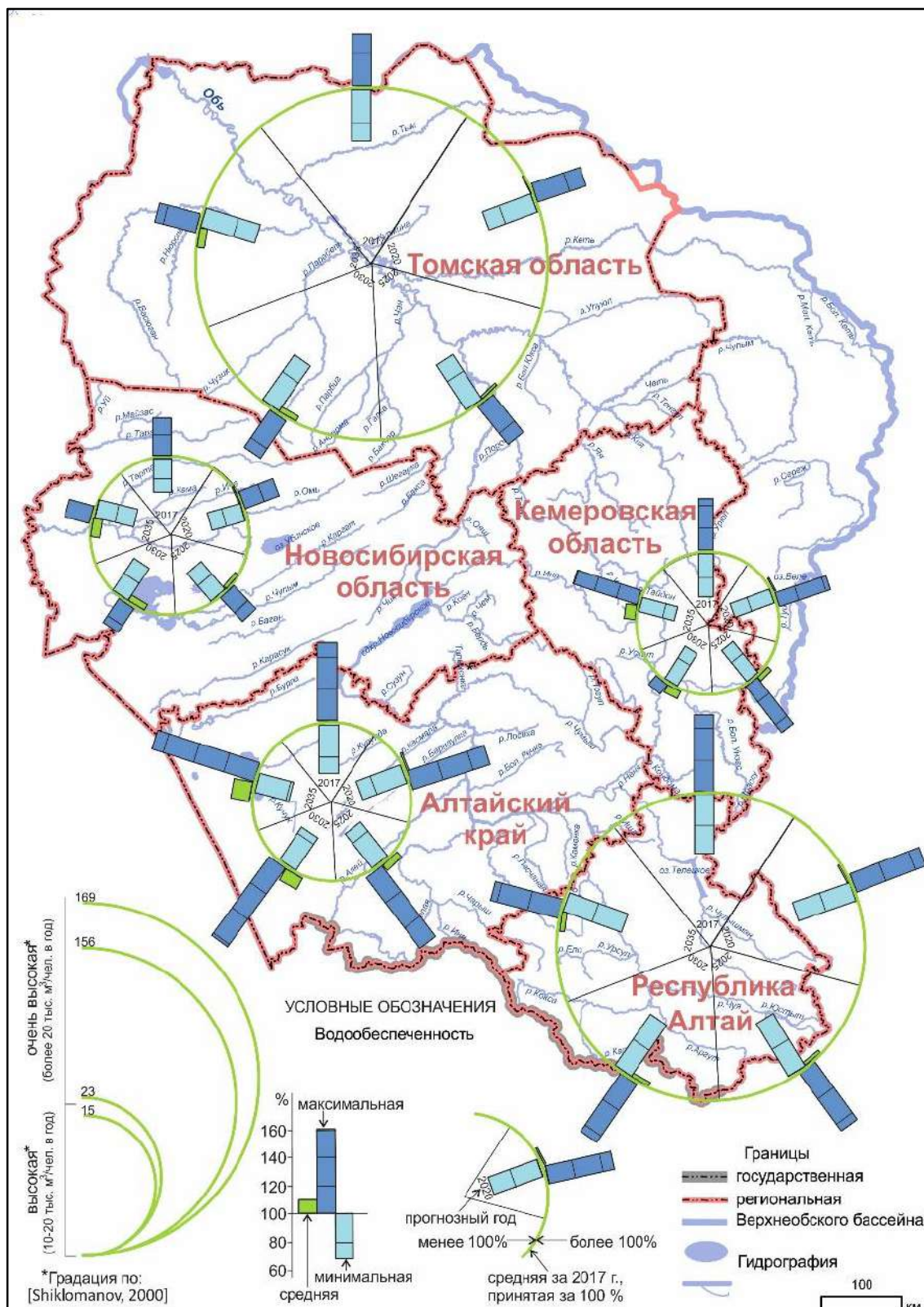


Рисунок 5.4.1. – Картографическая модель сценариев перспективного водообеспечения регионов Верхней Оби на период 2020-2035 гг.

Сценарии могут быть использованы для согласованной разработки документов стратегического планирования регионов (во исполнение ФЗ-172 «О стратегическом планировании в Российской Федерации»), в том числе с детализацией разных видов экономической деятельности. Например, полученная информация может быть включена в раздел стратегий регионального развития под общим названием кода ОКВЭД «Водоснабжение, водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений».

Согласно нашему прогнозу, локальный вододефицит на юге Западной Сибири наиболее вероятен в муниципальных образованиях Кемеровской области, для которой характерна низкая степень разведанности подземных вод питьевого качества и высокий уровень загрязнения поверхностных водных объектов (в первую очередь р. Томь и ее притоков).

Проявления условий локального вододефицита также возможно для территорий Обь-Иртышского междуречья – муниципальных образований Новосибирской области и Алтайского края, районы которых по природным причинам не могут использовать поверхностные водные источники и ограниченно используют ресурсы подземных вод из-за их несоответствия требованиям питьевого качества.

Кроме этого, отмечаются территории с высоким уровнем антропогенных воздействий, а именно прямых нагрузок на водные объекты в результате изъятия речного стока или поступления загрязняющих веществ, в том числе путем трансграничного загрязнения, что также служит предпосылками для формирования вододефицитных ситуаций (муниципальные образования Томской, Омской и юга Тюменской областей).

Как показывают наши исследования, еще более сложной может оказаться перспективная водохозяйственная ситуация в регионах Уральского ФО, территория которых имеет речной сток в систему Оби и Иртыша. Здесь крупные водохозяйственные системы со значительными объемами водопотребления сосредоточены в верховьях рек и в пределах водоразделов их бассейнов.

Во избежание этого нами разработан и предлагается к реализации методический подход в рамках ландшафтно-бассейновой методологии с использованием

концептуальных идей устойчивого развития и водной безопасности территорий, принципов рационального природопользования и интегрированного управления водными ресурсами регионов. Подход направлен на детализацию и повышение корректности оценок водообеспеченности территорий, а также применение результатов оценок при разработке документов стратегического планирования регионов, совершенствование системы государственного управления водными ресурсами субъектов федерации.

При этом основными задачами функционирования и развития водохозяйственного комплекса регионов являются: устранение локальных дефицитов водных ресурсов, прежде всего, в маловодные периоды, снижение антропогенных нагрузок на отдельные водные объекты и их водосборные территории, повышение рациональности и эффективности водопользования путем сокращения водоемких производств, увеличение доступа населения к системам централизованного водоснабжения, разработка мероприятий по охране водных объектов и др.

Далее приведены примеры практической реализации предложенного методического подхода и алгоритма последовательных действий для решения перечисленных выше задач. Так, в целях снижения антропогенных воздействий на водные объекты и их водосборную территорию успешно применена методика оценки совокупной антропогенной нагрузки (Рыбкина, Стоящева, Курепина, 2011) при разработке Проектов СКИОВО р. Обь и других сибирских рек (Енисей, Ангара, Хатанга, Нижний Таймыр, Пясины). В составе научного коллектива автор принимал непосредственное участие в Проекте СКИОВО р. Обь, для которого были выделены водохозяйственные участки речного бассейна с высокой, средней и низкой степенью антропогенных воздействий. На примере трансграничного бассейна р. Иртыш выполнена оценка антропогенной нагрузки, одним из основных этапов которой стало определение типов систем регионального природопользования, обусловивших остроту проявления проблем водоразделения и качества речных вод в муниципальных образованиях российско-казахстанского приграничья (Стоящева, Рыбкина, 2011, 2013). В результате выполненной работы сформулированы предложения и практические рекомендации.

Для Обь-Иртышского бассейна в целом рассчитаны удельные величины хозяйственно-питьевого водопотребления в муниципальных образованиях субъектов, полученные значения сравнивались с нормативно установленными показателями водопотребления (Рыбкина, Стоящева, 2010, 2012). В результате этой работы определены муниципальные районы, в которых проживающее население получает услуги водоснабжения не в полном объеме. Эти и другие аспекты качества жизни населения представлены в отчетах по грантам РФФИ и РГНФ: «Гидроэкологический анализ бассейна Оби для организации безопасного водопользования», «Проблемы водообеспечения в регионах Обь-Иртышского бассейна: вымысел или реальность?», «Концепция качества жизни в геоэкологическом пространстве Сибири», в том числе выполняемых под руководством автора настоящей диссертации (Рыбкина, 2013, 2014).

Выявление проблем функционирования водохозяйственных систем Западной Сибири происходило также в рамках других научно-исследовательских задач, например, при осуществлении госбюджетных НИР по проектам «Региональное природопользование в Сибири с учетом ландшафтной дифференциации территории и экологических ограничений», «Формирование, трансформация и использование водных ресурсов, разработка научных основ их охраны и управления на базе бассейнового подхода (с учетом природных, антропогенных факторов и особенностей природопользования)», «Пространственно-временная организация природных и природно-хозяйственных систем в водосборных бассейнах: стратегия водопользования и обеспечения гидроэкологической безопасности Сибири», «Изучение гидрологических и гидрофизических процессов в водных объектах и на водосборах Сибири и их математическое моделирование для стратегии водопользования и охраны водных ресурсов», реализованным в ИВЭП СО РАН за 2007-2018 гг. и направленным на изучение региональных систем водопользования и разработку предложений в документы стратегического планирования субъектов. В частности, были выполнены исследования территориальной организации природо- и водопользования, оценки антропогенной нагрузки в речных бассейнах: Алея (Винокуров, Рыбкина и др., 2013, 2014), Ануя, Чарыша (Рыбкина, 2016), Чу-

мышья (Седова, Рыбкина, 2018) и др. Проведено изучение и инвентаризация осушительных и оросительных каналов на примере степных участков Западной Сибири: Барабинской и Кулундинской равнин (Губарев, Магаева, Рыбкина и др., 2014; Губарев, Рыбкина, Стоящева, 2017), что позволило внести конкретные предложения и рекомендации по улучшению состояния гидротехнических сооружений на водотоках Алтайского края и Новосибирской области.

Для ведомственной целевой программы развития водохозяйственного комплекса Алтайского края предложена группировка водных объектов по интенсивности антропогенных воздействий и обоснованию проведения водоохранных мероприятий, авторский материал вошел в раздел программы по экологической реабилитации водотоков и водоемов и опубликован в статье (Рыбкина, Стоящева, 2014). Экспертная оценка состояния водных объектов края свидетельствует, что в первую очередь в экологической реабилитации нуждаются водные объекты, испытывающие высокие антропогенные нагрузки, частично или полностью измененные в процессе хозяйственной деятельности населения. Такие водные объекты, как правило, расположены в пределах городских территорий, в районах добычи полезных ископаемых и интенсивного сельскохозяйственного освоения.

В целях повышения уровня водности на примере р. Алей изучены особенности использования водных ресурсов и разработаны мероприятия по залесенности территории бассейна (Парамонов, Рыбкина, 2016). Так, научно доказано, что наибольшее пополнение водотока следует ожидать при увеличении площади лесных насаждений в бассейнах рек – притоков третьего и четвертого порядков.

Водохозяйственные проблемы питьевого водоснабжения были представлены в ряде работ автора на примере городских территорий Алтайского края, Новосибирской, Омской, Кемеровской и Томской областей (всего 12 субъектов СФО), результаты работ вошли в отчет по гранту РГНФ «Оценка демографической емкости регионов Сибири в условиях дестабилизации их производственной структуры». Согласно расчетам, по ряду экологических критериев, в том числе и водоресурсному, определены допустимые (критические) уровни численности населения городов Сибири (Рыбкина, 2008; Рыбкина, Губарев, 2008; Рыбкина, 2010).

Для реализации водоохранных мероприятий на примере отдельных водных объектов выполнен комплекс работ, включая экспедиционные исследования, по экологическому обоснованию создания и/или изменению границ особо охраняемых природных объектов регионального уровня на рр. Бурла, Кизиха, Волчиха, озерах Ая, Песьяное, Горькое, Монастырское, Зеркальное и другие (Стойцева, Рыбкина, Резников и др., 2016; Стойцева, Рыбкина, Резников и др., 2018).

В рамках грантовой поддержки РФФИ и администрации Алтайского края проводились работы по оценке воздействия на окружающую среду объектов малой гидроэнергетики (Стойцева, Резников, Рыбкина и др., 2015), в которых автор принимал непосредственное участие. Результатом стали разработанные мероприятия по снижению возможных негативных последствий строительства ГЭС, в том числе экологических, социальных и экономических (Рыбкина, 2016).

Все перечисленные примеры лишь частные случаи реализации и внедрения предложенного выше методологического подхода и его алгоритма в регионах Сибири. Накопленный за годы исследований научный опыт автора показывает, что на изучаемых территориях в последние десятилетия происходит сжатие социально-экономического пространства. Водохозяйственным аспектом этого процесса является сокращение обеспеченности населения и охвата населенных пунктов услугами централизованного водоснабжения, доступности услуг питьевого водоснабжения. В связи с этим, считаем необходимым применение в документах стратегического и отраслевого планирования регионов оценок водообеспеченности территорий для совершенствования государственного управления в сфере водных отношений и водопользования, координации действий органов исполнительной власти в целях устойчивого социально-экономического развития территорий.

Одним из действенных механизмов долгосрочного планирования водохозяйственной деятельности в регионах является СКИОВО. Однако для усиления деятельности и в целях координации СКИОВО с разработанными планами и прогнозами социально-экономического развития субъектов федерации предлагаем использовать соответствующие индикаторы состояния водохозяйственной отрасли и региональных систем водопользования, к которым следует отнести объемы

перспективного водопотребления в зависимости от их целевого использования и другие показатели состояния систем водопользования (рис. 5.4.2).

Необходимо применение данных показателей в основных документах стратегического и отраслевого планирования территорий (например, в прогнозах социально-экономического развития регионов согласно общероссийскому классификатору видов экономической деятельности (ОКВЭД)). Актуальность и своевременность такого изменения неоднократно обсуждалась в научной литературе соответствующего профиля (Липина и др., 2019; Косолапова и др., 2019).

Что касается экологического стока, то для функционирования экосистем в естественном состоянии его учет обязателен в отдельных ландшафтных провинциях (Васюганская, Кулундинская, Барабинская), на территории которых расположены наиболее чувствительные к изменениям водного компонента экосистемы – водно-болотные или озерные. Учет этой составляющей прогноза водопотребления и нагрузки на водные объекты позволит сохранить и длительно поддерживать в устойчивом состоянии функционирование этих экосистем. Исследования (Фашевский и др., 2012) подтверждают, что соблюдение требований экологического стока возможно при условии изъятия водных ресурсов, соответствующих объемам не более 75% от минимального среднемесячного расхода реки.

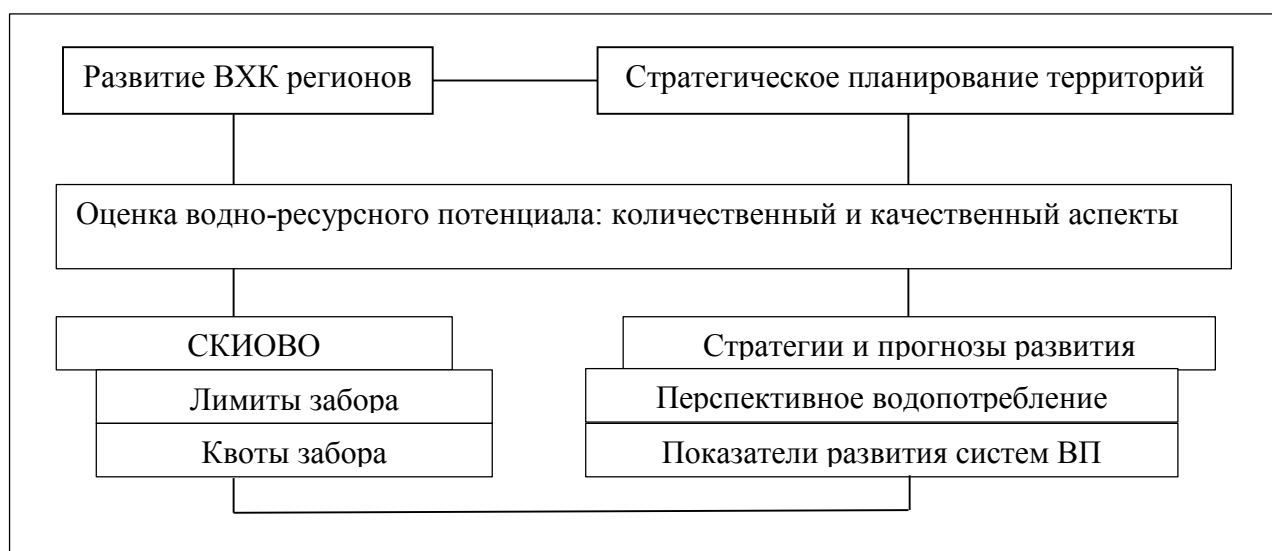


Рисунок 5.4.2. Принципиальная схема совершенствования управления водными ресурсами в регионах

Выводы по главе 5

Анализ документов стратегического планирования территорий позволяет определить основные целевые показатели социально-экономического развития регионов, оказывающие влияние на изменение объемов водопотребления и водоотведения.

Перспективные оценки водообеспеченности и прогноз водопотребления необходимо выполнять на основе расчетов водоемкости валового регионального продукта с учетом различий эффективности использования водных ресурсов в отраслях промышленного и сельскохозяйственного производства. Данный методический прием способствует детализации проводимых оценок и повышает их качество, так же как и применение ландшафтно-бассейновой методологии.

Разработанные рекомендации и предложения в стратегии водообеспечения и водопользования, охраны водных ресурсов имеют практическую востребованность и значимость, что подтверждается актами апробации и внедрения, перечисленными видами выполненных работ, необходимостью применения в документах стратегического и отраслевого планирования субъектов федерации индикаторов, связанных с оценкой функционирования систем водопользования.

В целом все выше названные рекомендации способствуют совершенствованию государственного управления в сфере водных отношений и водопользования, направлены на координацию действий органов исполнительной власти в целях устойчивого социально-экономического развития регионов. Предлагаемый ландшафтно-бассейновый подход позволяет разделить территории Западной Сибири на четыре группы: 1 группа территорий с малой минерализацией природных вод, высокой водообеспеченностью; 2 группа – имеет воды питьевого качества, низкую и очень низкую водообеспеченность; 3 группа – питьевое качество природных вод и высокую водообеспеченность; 4 группа – воды не соответствуют питьевому качеству, водообеспеченность низкая и очень низкая. Практические рекомендации и мероприятия по улучшению функционирования водохозяйственного комплекса регионов следует разрабатывать и проводить в соответствии с данной группировкой территорий.

Заключение

Проблема современной и перспективной оценки водных ресурсов и водообеспеченности территорий России крайне актуальна, широко обсуждается в научной литературе. Высокая водообеспеченность населения и экономики РФ связана с ее большой территорией и малой заселенностью обширных пространств. На результаты оценок накладывает отпечаток территориальная неравномерность распределения водных ресурсов, которая усиливается многолетней и внутригодовой изменчивостью речного и подземного стока.

Не является исключением в этом смысле и территория Западной Сибири. На этом фоне важной научной проблемой становится детализация региональных оценок водообеспеченности субъектов федерации, необходимая для корректировки планов социально-экономического развития территорий. В этих целях исследователи рекомендуют использовать понятия потенциальных и реальных водных ресурсов. Однако, если в первом случае, для регионов Сибири такие оценки достаточно легко выполнимы, то во втором случае из-за отсутствия многолетних рядов наблюденных гидрологических данных и достоверных сведений о водопользовании расчеты затруднены, а для отдельных территорий не представляются возможными. Уровень региональных оценок также не обеспечен в полной мере информацией о качестве природных вод и загрязненности водных объектов.

В этой связи, требуется разработка такого теоретико-методологического подхода к оценкам водно-ресурсного потенциала и водообеспеченности регионов Западной Сибири, который позволит их выполнять на качественно новом уровне обобщения и корректного представления имеющейся информации, а также учитывать современные методологии исследования проблем водопользования. Подход должен раскрываться пошагово в методическом плане и выступать важным инструментом управления водными ресурсами регионов. Предложенный и реализованный в работе подход, на наш взгляд, отвечает вышеназванным требованиям. Он согласуется с общепринятыми научными представлениями об устойчивом развитии и управлении водными ресурсами регионов, ведении водохозяйственной деятельности по бассейновому принципу.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ, ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. В целях оценки водно-ресурсного потенциала территорий Западной Сибири предложено использовать ландшафтно-бассейновый подход, который реализуется последовательно по следующей структурно-логической схеме: природообусловленность систем водопользования, их детерминированность действием антропогенных факторов, эффективность использования водных ресурсов, перспективное водопотребление и водообеспечение, территориальная организация и управление водопользованием. Каждый из элементов схемы имеет четкие описания, которые раскрываются на примере отдельных регионов и ландшафтных провинций, речных бассейнов и водохозяйственных участков в соответствии с пространственно-таксономическими уровнями (макрорегиональным, региональным, субрегиональным) географических и геэкологических исследований.

2. Разработан и представлен алгоритм оценки водоресурсного обеспечения долгосрочного социально-экономического развития Западной Сибири. Реализация предлагаемого подхода и алгоритма позволила уточнить оценки водообеспеченности регионов. В целом около 15% общей численности населения Обь-Иртышского бассейна проживает в условиях катастрофически низкой, очень низкой и низкой потенциальной водообеспеченности. Реальная водообеспеченность, расчет которой выполнен только для отдельных речных бассейнов и водохозяйственных участков с высокой интенсивностью антропогенных нагрузок, характеризуется на примере ВХУ рр. Алей и Томь, где имеет низкие и средние значения в годы минимальной водности и катастрофически низкие и отрицательные значения в меженные периоды.

3. Анализ и оценка природных факторов формирования региональных систем водопользования свидетельствует о природообусловленности их функционирования с выраженной антропогенной детерминантой развития. Так, прямой зависимости формирования систем ВП от природных факторов, изменяющихся по широте, не выявлено. Но в целом оценки водообеспеченности согласуются с общими закономерностями формирования речного и подземного стока, увлажнения территорий Западной Сибири.

Функционирование и развитие систем ВП как исторически сложившихся форм использования водных ресурсов, нашедших отражение в особенностях территориальной структуры водопользования, в полной мере доказывается теснотой корреляционной связи между показателями водопотребления и численности проживающего населения в ландшафтных провинциях Западной Сибири. Действие антропогенного фактора имеет обратную зависимость с природообусловленным характером развития систем ВП. При расчетах корреляции между показателями потенциальной водообеспеченности и использования водных ресурсов коэффициент Спирмена имеет достоверные отрицательные значения и соответственно равен -0,73 (для общего речного стока) и -0,68 (для подземного стока). Кроме этого, определяется территориальное несоответствие водно-ресурсного потенциала потребностям населения и экономики регионов.

4. Пространственный анализ водопотребления в регионах Западной Сибири показывает, что в многолетней динамике объемы используемых вод сокращаются (за период 1995-2017 гг. на 17%), но не столь значительно, как для Российской Федерации в целом (на 30%). Показатели водоемкости выпускаемой продукции превышают среднероссийский уровень в Кемеровской области в 2,3 раза. Удельное водопотребление соответствует нормативным значениям на 100-120% в индустриально-развитых субъектах федерации, на 50-85% – в остальных регионах, в том числе с аграрной и рекреационной специализацией. При этом доля оборотного и повторно-последовательного водоснабжения ниже среднероссийского уровня (81,5%) в Новосибирской (70,9), Томской (74,3), Кемеровской (76,8) областях и Алтайском крае (79,1%). Наибольшие потери воды при транспортировке отмечаются в Омской области (20,4%).

Сравнение водоемкости производимой продукции в регионах Западной Сибири с общероссийскими и европейскими (ФРГ) показателями позволило сделать вывод о решающем значении отраслевой специализации экономик на эффективность использования водных ресурсов. В связи с чем, предложено перспективные оценки водопотребления выполнять на основе расчетов водоемкости валового ре-

гионального продукта с учетом различий использования водных ресурсов в отраслях промышленного и сельскохозяйственного производства.

5. На примере регионов Верхней Оби произведен расчет перспективного водопотребления и водообеспеченности населения и объектов экономики. Прогноз использования водных ресурсов показывает, что водопотребление на питьевые и хозяйственно-бытовые нужды будет сокращаться (в сравнении с 2017 г.: на 0,9% к 2025 г., на 1,4% к 2030 г.), в то время как для промышленных нужд, сельскохозяйственного водоснабжения и ирригации будет возрастать (соответственно к 2025 г. на 22,2 и 17,1%, к 2030 г. 42,3 и 24,3%).

Применение ландшафтно-бассейнового подхода в целях оценки перспективного водопотребления и водообеспечения территорий проиллюстрировано на примере муниципальных образований и ландшафтных провинций Омской области и бессточной области Обь-Иртышского междуречья как потенциально вододефицитных территорий. Результаты оценки свидетельствуют, что по данным 2012 г. ресурсы местного стока Западнобарабинской провинции, в пределах которой расположены г. Омск и Омский район, используются почти на 100%. При этом водообеспеченность по данным на 2020 г. составит ресурсов местного стока – 0,16 тыс. м³/чел. в год, транзитного – 21,85 тыс. м³/чел. в год, подземного – 0,13 тыс. м³/чел. в год. Для муниципальных образований Новосибирской, Омской областей и Алтайского края, находящихся в границах замкнутого стока количественных и качественных ограничений по использованию подземных вод не выявлено. Для бесперебойного и гарантированного хозяйственно-питьевого водоснабжения здесь требуются водоподготовка и финансовые вложения.

6. Разработаны сценарии водообеспечения регионов на примере Верхней Оби, согласно которым локальный вододефицит на юге Западной Сибири наиболее вероятен в муниципальных образованиях Кемеровской области, поскольку здесь отмечена низкая степень разведанности подземных вод и высокий уровень загрязнения поверхностных водных объектов (в первую очередь р. Томь и ее притоков), требуется доразведка питьевых вод. Проявления условий локального вододефицита также возможны для территорий Обь-Иртышского междуречья – в

муниципальных образованиях Новосибирской области и Алтайского края, районы которых по природным причинам не могут использовать поверхностные водные источники и ограниченно используют ресурсы подземных вод из-за их несоответствия требованиям питьевого качества. Рекомендуются строительство станций водоподготовки, реконструкция существующих систем водоснабжения и доразведка месторождений подземных вод питьевого качества.

7. В отдельных регионах Западной Сибири выделены территории с высоким уровнем антропогенных воздействий, а именно прямых и косвенных нагрузок на водные объекты в результате изъятия речного стока или поступления загрязняющих веществ с водосбора или путем трансграничного загрязнения, что также служит предпосылками для формирования вододефицитных ситуаций. К таковым можно отнести муниципальные образования Томской, Омской и юга Тюменской областей. Решение проблем гарантированного хозяйственно-питьевого водоснабжения здесь должно быть комплексным (водоподготовка, реконструкция сооружений и коммуникаций, поиск альтернативных водных источников, строительство ГТС).

8. В качестве основных направлений стратегий развития регионов в части управления водными ресурсами и водными отношениями, урегулирования водохозяйственных проблем предлагаются: устранение локальных дефицитов водных ресурсов в маловодные периоды; снижение антропогенных нагрузок на водные объекты и их водосборные территории; повышение рациональности и эффективности водопользования, в т.ч. путем сокращения водоемких производств; увеличение доступности сельского населения услуг централизованного водоснабжения; разработка комплексных мероприятий по охране водных объектов; учет экологического стока в оценках водообеспеченности и при выделении квот и лимитов забора воды и др.

9. Для долгосрочного планирования в регионах предложено использовать индикаторы развития водохозяйственной отрасли в прогнозах социально-экономических показателей субъектов федерации, что будет способствовать совершенствованию государственного управления в сфере водопользования, а так-

же координировать действия органов исполнительной власти, водопользователей и ведомственных водохозяйственных организаций в целях устойчивого регионального развития Западной Сибири.

Список литературы

Авакян А.Б., Салтанкин В.П., Шарапов В.А. Водохранилища. М.: Мысль, 1987. 325 с.

Авакян А.Б., Шарапов В.А. Водохранилища гидроэлектростанций СССР. М.: Энергия, 1977. 323 с.

Алаев Э.Б. Социально-экономическая география: Понятийно-терминологический словарь. М.: Мысль, 1983. 350 с.

Антипова А.В. Географическое изучение использования территории при выявлении и прогнозировании экологических проблем // География и природные ресурсы. 1994. № 3. С. 26-32.

Атлас гидрогеологических и инженерно-геологических карт СССР. Карта естественных ресурсов подземных вод СССР (подземного стока зоны интенсивного водообмена). – М., 1983. (Электронный ресурс): http://www.hge.pu.ru/mapgis/subekt/obzorniye/ig_atlas/est_res.pdf.

Бакланов П.Я. Экстремальные природные процессы и устойчивое развитие региона (некоторые теоретические аспекты) // Стихийные природные процессы: географические, экологические и социально-экономические аспекты. М.: Изд-во НЦ ЭНОС. 2002. С. 4-9.

Баринова Г.М., Краснов Е.В., Ушакова Л.О. Экологическая безопасность – основа устойчивого развития регионов // Здоровая окружающая среда – основа безопасности регионов: матер. I межд. экологического форума в Рязани. Рязань: Изд-во Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева, 2017. С. 14-19.

Безматерных Д.М. Пространственно-временная организация и факторы формирования макрозообентоса озер юга Западно-Сибирской равнины: диссертация ... д-ра биол. наук. Новосибирск, 2017. 345 с.

Безруков Л.А., Гагаринова О.В., Кичигина Н.В., Корытный Л.М., Фомина Р.А. Водные ресурсы Сибири: состояние, проблемы и возможности использования // География и природные ресурсы. 2014. № 4. С. 30-41.

Беляев С.Д. Методологические основы разработки водоохранной стратегии для крупных речных бассейнов (на примере Верхней и Средней Оби): диссертация ... д-ра геогр. наук. Екатеринбург, 2017. 320 с.

Беляев С.Д., Михайлова Т.И., Одинцева Г.Я., Чайкина Т.И. Установление приоритетов водоохранной деятельности в бассейне реки на основе целевых показателей качества (на примере бассейна реки Оби) // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2013. № 2. С. 6-25.

Беркович К.М., Рулева С.Н., Чалов Р.С. Река Обь // Вода России. Научно-популярная энциклопедия. (Электронный документ): <http://water-rf.ru> (дата обращения 17.12.2018).

Бобылев С.Н., Зубаревич Н.В., Соловьева С.В., Власов Ю.С. Устойчивое развитие: методология и методики измерения. М.: Изд-во «Экономика», 2011. 358 с.

Бобылев С.Н., Минаков В.С., Соловьева С.В., Третьяков В.В. Эколого-экономический индекс регионов РФ. Методика и показатели для расчета. М.: Изд-во Всемирный фонд природы, 2012. 150 с.

Василевский Л.И., Полян П.М., Трейвиш А.И. Контурные экономико-географической теории территориальных структур // Изучение территориальных производственных структур экономических районов. М.: ГО СССР, 1979. С. 77-89.

Василенко В.А. Устойчивое развитие регионов: подходы и принципы / под ред. А.С. Новоселова. Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2008. 208 с.

Васильев О.Ф., Бураков Д.А., Юфит Т.Н., Востряков Н.В., Малик Л.К., Савкин В.М. Перспективы регулирования стока в Обь-Иртышском бассейне в связи с мелиоративным освоением территорий // Труды V Всесоюзного гидрологического съезда. СПб: Государственный гидрологический институт. 1990. С. 159-164.

Васильев О.Ф., Савкин В.М., Двуреченская С.Я., Попов П.А. Водохозяйственные и экологические проблемы Новосибирского водохранилища // Водные ресурсы. 1997. Т. 24. № 5. С. 581-589.

Васильев О.Ф., Сухенко С.А., Атавин А.А. и др. Экологические аспекты проекта Катунской ГЭС, обусловленные наличием ртути в природной среде Горного Алтая // Водные ресурсы. 1992. № 6. С. 107-122.

Васькина В.Н., Казьмин С.П. Отчет Новосибирского Центра мониторинга за подземными водами «Новосибирская геолого-поисковая экспедиция» / Новосибирские ТГФ. Новосибирск, 2006.

Вендров С.Л. Проблемы преобразования речных систем. Л.: Гидрометеиздат, 1979. 207 с.

Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера. М.: Наука, 1989. 261 с.

Верхне-Обской бассейновый округ // ЭКО-бюллетень ИнЭКА, 2009, № 4 (135) (Электронный ресурс). – URL: <http://www.ineca.ru/>.

Винокуров Ю.И., Васильев О.Ф., Зиновьев А.Т. и др. Водохозяйственный комплекс Обь-Иртышского бассейна: состояние, проблемы и перспективы развития // Проблемы безопасности в водохозяйственном комплексе России: сб. тр. Всерос. науч. конф. Краснодар: Авангард плюс, 2010. С. 41–51.

Винокуров Ю.И., Красноярова Б.А. Стратегическое развитие Сибири в контексте водно-экологической безопасности // Ползуновский вестник. 2011. № 4-2. С. 42-47.

Винокуров Ю.И., Красноярова Б.А., Овденко В.И., Суразакова С.П., Счастливых Е.Л. Устойчивое развитие сибирских регионов. Новосибирск: Изд-во «Наука», 2003. 240 с.

Винокуров Ю.И., Рыбкина И.Д., Стоящева Н.В. Территориальная организация водопользования в бассейне реки Алей // Региональные исследования. 2013. № 4. С. 53-59 http://regis.shu.ru/ri/RI_2013_04%2842%29.pdf.

Винокуров Ю.И., Рыбкина И.Д., Стоящева Н.В., Губарев М.С., Курепина Н.Ю., Резников В.Ф., Магаева Л.А. Ландшафтно-бассейновый подход в оценках водообеспеченности населения и экономики регионов Западной Сибири // География и природные ресурсы. 2018. № 1. С. 31-41.

Винокуров Ю.И., Рыбкина И.Д., Стоящева Н.В., Курепина Н.Ю. Территориальная организация водопользования в бассейне реки Алей // География и природные ресурсы. 2014. № 3. С. 133-140.

Винокуров Ю.И., Стоящева Н.В. Поверхностные и подземные воды Сибири: ресурсы, состояние и лимитирующие факторы // Питьевые воды Сибири – 2010: матер. науч.-практ. конф. Барнаул: Пять плюс, 2010. С. 46–56.

Винокуров Ю.И., Цимбалей Ю.М., Красноярова Б.А. Физико-географическое районирование Сибири как основа разработки региональных систем природопользования // Ползуновский вестник. 2005. № 4. С. 3-13.

Владимиров В.В., Микулина Е.М., Яргина З.Н. Город и ландшафт: проблемы, конструктивные задачи и решения. М., Мысль, 1986. 238 с.

Водная стратегия Российской Федерации на период до 2020 года. Утв. распоряжением Правительства РФ от 27.08.2009 № 1235-р (в ред. распоряжений Правительства РФ от 28.12.2010 № 2452-р, от 17.04.2012 № 553-р).

Водные ресурсы и водное хозяйство России в 2007 году (статистический сборник). М.: НИА-Природа, 2008. 255 с.

Водные ресурсы России и их использование / Под ред. И.А. Шикломанова. СПб: Государственный гидрологический институт, 2008. 600 с.

Водные ресурсы СССР и их использование. Л.: Гидрометеиздат, 1987. 302 с.

Воистинова Е.С., Парфенова Г.К. Устойчивое развитие территорий и геоэкологические проблемы водопользования (на примере Кемеровской области) // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2010. № 4. С. 312-318.

Вторжение в природную среду: оценка воздействия (основные положения и методы). М., Прогресс, 1983. 190 с.

Галахов В.П. Средняя многолетняя сумма твердых осадков Верхней Оби // Известия Алтайского отделения Русского географического общества. 2016. № 1 (40). С. 27-33.

Гвоздецкий Н.А. Ландшафтная карта и схема физико-географического районирования Закавказья // Ландшафтное картографирование и физико-географическое районирование горных областей. М.: Изд-во МГУ, 1972. С. 97–119.

Географический атлас / отв. ред. Л.Н. Колосова. М.: ГУГК при Совете Министров СССР, 1980. 238 с.

География Сибири в начале XXI века: в 6 т. / гл. ред. В.М. Плюснин; Рос. академ. наук; Сиб. отд-ние; Ин-т географии им. В.Б. Сочавы. Новосибирск: Изд-во «Гео», 2015. Т. 2: Природа. 2015. 390 с.

Георгиади А.Г., Кашутина Е.А. Долговременные изменения стока крупнейших сибирских рек // Известия РАН. Серия географическая. 2016. № 5. С. 70-81.

Георгиевский В.Ю., Коронкевич Н.И., Алексеевский Н.И. Водные ресурсы и гидрологический режим рек РФ в условиях изменения климата // Докл. VII Всерос. гидрологического съезда. СПб: Гидрометеиздат, 2013.

Гидрогеология СССР. Том XVI. Западно-Сибирская равнина (Тюменская, Омская, Новосибирская и Томская области). М.: Недра, 1970. 368 с.

Гидрогеология СССР. Том XVII. Кемеровская область и Алтайский край. Западно-Сибирское геологическое управление. Редакторы М.А. Кузнецова и О.В. Постникова. М.: Недра, 1972. 399 с.

Гидрологическая роль лесных геосистем / отв. ред. В.А. Снытко. Новосибирск: Наука, 1989. 167 с.

Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. Изд. 2-е. Серия Западно-Сибирская. Омско-Кулундинская подсерия. Листы N-44-VII (Здвинск), N-44-XIII (Верх-Урюм), N-44-XIV (Довольное). Объяснительная записка. СПб: изд-во картфабрики ВСЕГЕИ, 2001. 119 с.

Государственный водный реестр. (Электронный ресурс). – URL: <http://textual.ru/gvr/>.

Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2016 году». М.: НИА-Природа, 2017. 300 с.

Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2017 году». М.: НИА-Природа, 2018. 298 с.

Государственный доклад «О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2016 и 2017 годах». М.: ООО «Минерал-Инфо», 2018. 372 с.

Григорьев Е.Г. Водные ресурсы России: проблемы и методы государственного регулирования. М.: Научный мир, 2007. 240 с.

Губарев М.С., Магаева Л.А., Рыбкина И.Д., Шарабарина С.Н. Инвентаризация состояния осушительных каналов Барабы // Мелиорация и водное хозяйство. 2014. № 4. С. 10-12.

Губарев М.С., Рыбкина И.Д., Стоящева Н.В. Инвентаризация состояния прудов на притоках реки Алей в степной зоне Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. № 6 (152). С. 61-68.

Гук А.П., Дышлюк С.С., Сухорукова С.А. Картографическая интерпретация природопользования как элемента устойчивого развития территории // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2012. № 2/1. С. 66-69.

Данилик В.Н. Влияние техники и технологии лесозаготовок на водно-физическую роль леса // Лесное хозяйство. 1979. № 1. С. 24-25.

Данилов-Данильян В. И., Гельфан А. Н. Водная безопасность // Национальная безопасность России. 2015. Вып. 2. (Электронный ресурс). Режим доступа: <http://www.iwp.ru/upload/iblock/e25/e25ad4b0f2b86fe36a129df9bcad5a48.pdf>

Данилов-Данильян В.И., Асарин А.Е., Балонишникова Ж.А., Иванов А.Л., Прохорова Н.Б. Задачи оптимального управления водными ресурсами в целях устойчивого развития регионов России // Докл. VII Всерос. гидрологического съезда. СПб: Гидрометеиздат, 2013.

Данилов-Данильян В.И., Демин А.П., Пряжинская В.Г., Покидышева И.В. Рынки воды и водохозяйственных услуг в мире и Российской Федерации Ч. I. // Водные ресурсы. 2015а. Т. 42. № 2. С. 229–239.

Данилов-Данильян В.И., Демин А.П., Пряжинская В.Г., Покидышева И.В. Рынки воды и водохозяйственных услуг в мире и Российской Федерации Ч. II. // Водные ресурсы. 2015б. Т. 42. № 3. С. 329–342.

Данилов-Данильян В.И., Залиханов М.Ч., Лосев К.С. Экологический вызов и устойчивое развитие. М.: Прогресс-Традиция, 2000. 380 с.

Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С. Потребление воды: экологический, экономический, социальный и политический аспекты. М.: Наука, 2006. 221 с.

Данилов-Данильян В.И., Хранович И.Л. Управление водными ресурсами. Согласование стратегий водопользования. М.: Научный мир, 2010. 232 с.

Двуреченская С.Я. Исследование изменчивости гидрохимического режима Новосибирского водохранилища // География и природные ресурсы. 2007. № 4. С. 74-79.

Демин А.П. Изменение водоемкости экономики России // Водные ресурсы. 2010. Т. 37. № 6. С. 739-751.

Демин А.П. Использование водных ресурсов России: современное состояние и перспективные оценки / Автореф. на соиск. уч. ст. д.г.н. по спец. 25.00.27. М., 2011. 52 с.

Демин А.П. Современная водоемкость экономик стран мира // Известия РАН. Серия географическая. 2012. № 5. С. 71-81.

Джамалов Р.Г., Сафронова Т.И., Бугров А.А. Западно-Сибирская артезианская область // Вода России. Научно-популярная энциклопедия. (Электронный документ): <http://water-rf.ru> (дата обращения 17.12.2018).

Джамалов Р.Г., Фролова Н.Л., Кричевец Г.Н., Сафронова Т.И., Киреева М.Б., Игониная М.И. Формирование современных ресурсов поверхностных и подземных вод европейской части России // Водные ресурсы. 2012. Т. 39. № 6. С. 571-589.

Дмитревский Ю.Д. Очерки социально-экономической географии: развитие и проблемы. Л.: Наука, 1990. 164 с.

Доброумов Б.М., Устюжанин Б.С. Преобразование водных ресурсов и режима рек центра ЕТС. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 220 с.

Думнов А.Д. Водоемкость экономики России и других стран: какова же реальность? // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2009. № 3. С. 11-13.

Думнов А.Д. Международные сопоставления водопользования: некоторые итоги // Природно-ресурсные ведомости. 2011. № 5. С.4.

Думнов А.Д. Сравнение водопользования в Российской Федерации и США // <http://www.priroda.ru/reviews/detail.php?ID=6608>

Духовный В.А., Омеляненко В.А., Самоесов Е.Д. Водные ресурсы – международный опыт управления // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2014. Т. 136. № 4. С. 20-23.

Емельянова (Лесюта) Н.В. Агломерационные процессы и трансформация расселения Сибири // Сжатие социально-экономического пространства: новое в теории регионального развития и практике его государственного регулирования. М.: Эслан, 2010. С. 263-281.

ЕМИСС: Единая межведомственная информационно-статистическая система. (Электронный ресурс): <https://fedstat.ru/>.

Заключительный научно-исследовательский отчет по государственному контракту «Исследование современного состояния и научное обоснование методов и средств обеспечения устойчивого функционирования водохозяйственного комплекса в бассейнах рек Оби и Иртыша». Барнаул, ИВЭП СО РАН, 2010. 435 с.

Закон Алтайского края от 21.11.2012 № 86-ЗС «Об утверждении стратегии социально-экономического развития Алтайского края до 2025 года».

Закон Кемеровской области от 11 июля 2008 г. № 74-ОЗ «Об утверждении Стратегии социально-экономического развития Кемеровской области до 2025 года (с изменениями на 21 марта 2018 года)».

Заносова В.И. Водно-ресурсный потенциал Западно-Сибирского региона и его роль в устойчивом развитии мелиоративно-водохозяйственных систем АПК. Диссертация ... д.с.-х.н. Барнаул, 2011. 257 с.

Земскова И.М., Смоленцев Ю.К., Полканов М.П. и др. Ресурсы пресных и маломинерализованных подземных вод южной части Западно-Сибирского артезианского бассейна. М.: Недра, 1991. 262 с.

Земцов В.А. Ресурсы поверхностного стока в бассейне Оби: основные закономерности и проблемы управления: диссертация... д.г.н. Томск, 2004. 321 с.

Зиновьев А.Т. Математическое моделирование гидрологических процессов в водохранилищах и нижних бьефах ГЭС на реках Сибири: диссертация ... д-ра техн. наук. Барнаул, 2014. 331 с.

Зубаревич Н.В. Регионы России: неравенство, кризис, модернизация. М.: Изд-во Независимого института социальной политики, 2010. 160 с.

Иванов К.Е. Водообмен в болотных ландшафтах. Л.: Гидрометеиздат, 1975. 280 с.

Израэль Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды. М., Гидрометеиздат, 1984. 560 с.

Информационный бюллетень о состоянии геологической среды (недр) на территории Новосибирской области в 2008 году / ОАО «Новосибирская геолого-поисковая экспедиция». Территориальный центр государственного мониторинга геологической среды. Рук. выпуска Васькина В.Н. 2009. № 14. С. 47.

Исаев В.И. Поверхностный и внутрипочвенный сток на вырубках темнохвойных лесов Среднего Урала // Лесоведение. 1970. № 1. С.69-74.

Исаченко А.Г. Ландшафтная структура Земли, расселение, природопользование. СПб: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2008. 320 с.

Исаченко А.Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. М.: Высшая школа, 1991. 366 с.

Исаченко А.Г. Экологическая география России. СПб: Издательский дом СПбГУ, 2001. 328 с.

Казьмин С.П., Королев В.А., Тарасов С.П. и др. Отчет по групповой инженерно-геологической съемке масштаба 1:200000 и геолого-гидрогеологическому доизучению территории листов N-44-VII, N-44-XIII, N-44-XIV, N-44-XIX, N-44-XX (по работам Здвинского участка за 1984-1986 гг., 1990-1995 гг.) / Новосибирские ТГФ. Новосибирск, 1995.

Калинин Г.П. Проблемы глобальной гидрологии. Л.: Гидрометеиздат, 1969. 376 с.

Касимов Н.С., Мазуров Ю.Л., Тикунов В.С. Концепция устойчивого развития: восприятие в России // Вестник РАН. 2004. Т. 74. № 1. С. 28-37.

Концепция устойчивого развития в контексте глобализации // Мировая экономика и международные отношения. 2007. № 6. С. 66-80.

Коптюг В.А. Человечество перед выбором. Повестка дня на XXI век // ЭКО. 1992. № 10. С. 57-71.

Королев А.А., Розенберг Г.С., Гелашвили Д.Б., Панютин А.А., Иудин Д.А. Экологическое зонирование территории Волжского бассейна по степени нагрузки сточными водами на основе бассейнового принципа (на примере Верхней Волги) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2007. № 1. Т.9. С. 265-269.

Коронкевич Н.И., Барабанова Е.А., Бибикова Т.С., Зайцева И.С. Россия на водохозяйственной карте мира // Известия РАН. Серия географическая. 2014. № 1. С. 7-18.

Коронкевич Н.И., Мельник К.С. Антропогенные воздействия на сток реки Москвы. М.: МАКС Пресс, 2015. 168 с.

Коронкевич Н.И., Мельник К.С. Изменение стока реки Москвы в результате антропогенных воздействий // Водные ресурсы. 2017. Т. 44. № 1. С. 3-14.

Косолапова Н.А., Матвеева Л.Г., Чернова О.А. Качество водных ресурсов как фактор регионального стратегирования // Региональная экономика. Юг России. 2019. Т. 7. № 1. С. 143-153.

Котовщиков А.В. Пигментные характеристики альгоценозов речной системы Оби: диссертация...канд. биол. наук. Барнаул, 2012. 190 с.

Кочуров Б.И. Развитие геоэкологических терминов и понятий // Проблемы региональной экологии. 2000. № 3. С. 5-8.

Кочуров Б.И., Иванов Ю.Г. Оценка эколого-хозяйственного состояния территории административного района // География и природные ресурсы. 1987. № 4. С. 49-54.

Кошелева Е.Д., Зиновьев А.Т. Произошедшее и ожидаемое изменение объема стока рек Обь-Иртышского бассейна под влиянием природно-климатических факторов // Вопросы географии. 2018. № 145. С. 77-88.

Красноярова Б.А. Географические основы устойчивого развития аграрного природопользования в Сибирских регионах: диссертация докт. геогр. наук. Барнаул, 2005. 339 с.

Красноярова Б.А. Международные принципы устойчивого развития и их применение в сфере бизнеса // Основы подготовки аудиторов-экологов и проведения экологического аудита. Барнаул: ООО Азбука, 2009. С. 22-27.

Красноярова Б.А. Территориальная организация аграрного природопользования // География и природные ресурсы. 1997. №2. С. 170-172.

Красноярова Б.А. Территориальная организация аграрного природопользования Алтайского края. Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1999. 161 с.

Красноярова Б.А., Платонова С.Г., Шарабарина С.Н., Скрипко В.В., Архипова И.В. Природно-хозяйственное-районирование Западной Сибири // Географический вестник. 2018. №1(44). С. 64-72.

Кривцов В.А., Водорезов А.В. Рельеф как фактор, определяющий структуру территориальных ресурсов Рязанской области // Вестник Рязанского государственного университета им. С.А. Есенина. 2017. № 3(56). С. 142-152.

Кузин П.С., Бабкин В.И. Географические закономерности гидрологического режима рек. Л.: Гидрометеиздат, 1979. 200 с.

Кузьмин М.И., Кузнецова А.Н. Роль минерально-сырьевого комплекса в реализации стратегии устойчивого развития Байкальского региона // География и природные ресурсы. 2016. № S6. С. 123-127.

Куприянов В.В. Гидрологические аспекты урбанизации. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 180 с.

Куприянов В.В. Урбанизация и проблемы гидрологии // Гидрологические аспекты урбанизации. М., 1978. С. 5-15.

Ладога / ред. В.А. Румянцев, С.А. Кондратьев. СПб: Нестор-История, 2013. 468 с.

Лапа В.И., Кучеев А.М. Освоение Барабинской низменности: итоги работ за столетие // Мелиорация и водное хозяйство. 1995. № 3. С. 5-10.

Лаппо Г.М. География городов: учеб. Пособие для геогр. Ф-тов ВУЗов. М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 1997. 480 с.

Лаппо Г.М. Расселение – составная часть территориальной структуры народного хозяйства // Ресурсы, среда, расселение. М.: Наука, 1974. С. 163-172.

Лаптева Е.М., Вторин Г.М., Бобкова Г.С. и др. Изменение почв и почвенного покрова еловых лесов после сплошнолесосечных рубок // Сибирский лесной журнал. 2015. № 5. С.64-76.

Лебедев Ю.В., Неклюдов И.А. Оценка водоохранно-водорегулирующей роли лесов / УГЛТУ. Екатеринбург, 2012. 35 с.

Левин А.П. Водный фактор в размещении промышленного производства. М.: Стройиздат, 1973. 167 с.

Липина С.А., Сорокина Н.Ю., Беляевская-Плотник Л.А., Бочарова Л.К. Формирование единых подходов к системе показателей документов стратегического планирования субъектов Российской Федерации // Региональная экономика. Юг России. 2019. Т. 7. № 1. С. 56-65.

Лукашевич О.Д. Индикаторы оценки водопотребления как социально-эколого-экономической системы // Вода и экология: проблемы и решения. 2005. № 3 (24). С. 13-26.

Львович М.И. Вода и жизнь. М.: Мысль, 1986. 256 с.

Магаева Л.А., Казьмин С.П., Энес И.И. и др. Отчет о результатах специализированной комплексной геолого-гидрогеологической съемки масштаба 1:50 000 для обоснования строительства Карасукской оросительной системы (по работам Кочковского и Краснозерского участков за 1986-1990 гг.) / Новосибирские ТГФ. Новосибирск, 1990.

Маергойз И.М. Территориальная структура народного хозяйства и некоторые подходы к ее исследованию в социалистических странах // Территориальная структура хозяйства. Новосибирск: Наука, 1986. С. 21-45.

Максаковский В.П. Географическая картина мира. В 2-х кн. Кн. 1. Общая характеристика мира. М.: Дрофа, 2008. 495 с.

Максаковский В.П. Географическая картина мира. В 2-х кн. Кн. 2. Региональная характеристика мира. М.: Дрофа, 2009. 480 с.

Максаковский В.П. Географическая культура: учебное пособие для студентов вузов. М.: ВЛАДОС, 1998. 416 с.

Малик Л.К. Географические прогнозы последствий гидроэнергетического строительства в Сибири и на Дальнем Востоке. М.: Наука, 1990. 315 с.

Малик Л.К. Гидрологические проблемы преобразования природы Западной Сибири. М.: Наука, 1978. 179 с.

Мартынов В.А., Михеева Л.С., Марченко П.Г. Отчет по теме № 20/55 «Составление каталога опорных разрезов Западно-Сибирского артезианского бассейна и сводной серийной легенды Государственной гидрогеологической карты СССР масштаба 1:200 000 по территории Новосибирской и Омской областей. Инженерно-геологическое районирование восточной части Кулундинско- Барабинского региона и прогноз изменений инженерно-геологических условий при мелиорации». Работы Палеонтолого-стратиграфической партии за 1987-1989 гг. / Новосибирские ТГФ. Новосибирск, 1990.

Маслов Б.С. Великий русский гидротехник-мелиоратор // Мелиорация и водное хозяйство. 1995. № 3. С. 3-9.

Маслов Б.С. Комплексная мелиорация Барабинской низменности и ее научное сопровождение // Мелиорация и водное хозяйство. 2005. № 6. С. 11-16.

Матарзин Ю.М. Гидрология водохранилищ. Пермь: Изд-во ПГУ, ПСИ, ПССГК, 2003. 296 с.

Матишов Г.Г., Денисов В.В., Дженюк С.Л. Интегрированное управление природопользованием в шельфовых морях // Известия РАН. Серия географическая. 2007. №3. С. 27-40.

Мезенцев В.С., Карнацевич И.В. Увлажненность Западно-Сибирской равнины. Л.: Гидрометеиздат, 1969. 168 с.

Мезенцева О.В. Географические закономерности зоны оптимальных гидролого-климатических условий для аграрного природопользования: диссертация ... д.г.н. Омск, 2010. 390 с.

Мезенцева О.В. Главные гидрологические рубежи и полоса оптимального увлажнения Евразии // Омский научный вестник. 2007. № 2 (57). С. 31-35.

Мельник К.С. Антропогенные воздействия на сток реки Москвы. Автореферат на соискание ученой степени канд. геогр. наук по специальности 25.00.27. М., 2015. 25 с.

Методические указания по разработке схем комплексного использования и охраны водных объектов: утв. Приказом МПР России от 4 июля 2007 г. № 169.

Мешков В.В., Макарычев С.В. Гилевское водохранилище и его роль в обводнении поймы р. Алей. Барнаул: Изд-во АГАУ, 2010. 131 с.

Милюков Ф.Н. Физическая география: учение о ландшафтах и географическая зональность. Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1986. 327 с.

Мирзеханова З.Г., Климина Е.М. Экологические критерии устойчивого развития ресурсоориентированных регионов: сохранение ландшафтного разнообразия // Тихоокеанская геология. 2011. Т. 30. № 6. С. 109-118.

Митрофанова Е.Ю. Фитопланктон озера Телецкого (Горный Алтай, Россия): диссертация ... канд. биол. наук. Москва, 2000. 200 с.

Многолетняя динамика водно-экологического режима Новосибирского водохранилища / В.М. Савкин (и др.); отв. ред. О.Ф. Васильев; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т водн. и экол. проблем. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2014. 393 с.

Молчанов А.А. Гидрологическая роль леса. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 488 с.

Морозов П.Н. Подземный сток и методы его определения (конспект лекций). Л.: ЛГИ, 1975. 60 с.

Мухина Л.И., Рунова Т.Г. Система показателей для изучения и оценки воздействий человека на природу // Изучение и оценка воздействия человека на природу. М., 1980. С. 7-16.

Национальный атлас России: в 4 томах. Т. 2. Природа. Экология. М.: Роскартография, 2007. 495 с.

Неверов А.В. Экономика природопользования. Мн.: Выш. шк., 1990. 216 с.

Никитин С.П., Земцов В.А. Изменчивость полей гидрологических характеристик в Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1986. 204 с.

Новиков С.М., Гончарова Ж.С. Влияние осушительных мелиораций на водный режим болот, сельскохозяйственных полей и речных бассейнов в Нечерноземной зоне. Обзорная информация. Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 1984. 49 с.

Новиков С.М., Гончарова Ж.С. Прогноз изменений водных ресурсов крупных рек СССР под влиянием осушительных мероприятий // Труды ГГИ. 1978. Вып. 255. С. 54-68.

Обзор экологического состояния озера Чаны (Западная Сибирь) / О.Ф. Васильев, Я. Вейн, Х.И. Дрост [и др.]. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2015. 255 с.

Одессер С.В. Территориальная дифференциация в экономико-географических типологиях // Известия АН СССР. Серия географическая. 1991. № 6. С. 61-69.

Охрана окружающей среды в России. 2006: стат. сб. М.: Росстат, 2006. 239 с.

Охрана окружающей среды в России. 2012: стат. сб. М.: Росстат, 2012. 304 с.

Охрана окружающей среды в России. 2014: стат. сб. М.: Росстат, 2014. 78 с.

Охрана окружающей среды в России. 2018: стат. сб. М.: Росстат, 2018. 125 с.

Оценка влияния хозяйства на природу. Воздействие – изменение – последствия / под ред. В.С. Преображенского, В. Ворачек. Т. 1. Брно, 1985.

Папина Т.С. Эколого-аналитическое исследование распределения тяжелых металлов в водных экосистемах бассейна р. Оби: диссертация ... д-ра хим. наук. Москва, 2004. 259 с.

Паписов В.К. Водоемкость народного хозяйства (промышленность). М.: Наука, 1989. 103 с.

Парамонов Е.Г., Рыбкина И.Д. Стабилизация водоносности реки Алей лесными насаждениями // Сибирский лесной журнал. 2016. № 3. С. 57-66.

Парфенова Г.К., Осипова Е.Ю. Устойчивое развитие территории и геоэкологические проблемы водопользования // Роговские чтения: проблемы инженерной геологии, гидрогеологии и геоэкологии урбанизированных территорий. Всероссий. конф. с межд. участием, посвященная 85-летию со дня рождения проф. Г.М. Рогова. Томск: Изд-во ТГАСУ, 2015. С. 71-76.

Першин Д.К. Индикация режимов функционирования геосистем южной лесостепи Приобского плато с использованием показателей локального увлажнения. Автореф. дис. на соиск. уч. ст. к.г.н. Томск, 2018. 19 с.

Побединский А.В. Водоохранная и почвозащитная роль лесов. Пушкино: Изд-во ВНИИЛМ, 2013. 208 с.

Побединский А.В. Лесопользование и стабильность лесных биоценозов // Лесоведение. 1983. № 3. С.3-7.

Побединский А.В., Кречмер В.В. Функции лесов в охране вод и почв. Прага: Государственное земледельческое издательство, 1984. 252 с.

Постановление Администрации Томской области от 24 марта 2017 г. № 98а «Об утверждении бюджетного прогноза Томской области на период до 2030 года».

Постановление Администрации Томской области от 26.09.2018 № 379а «Об утверждении прогноза социально-экономического развития Томской области на 2019 год и на плановый период 2020-2021 годов».

Постановление губернатора Новосибирской области от 03.12.2007 № 474 «О Стратегии социально-экономического развития Новосибирской области на период до 2025 года».

Постановление Законодательной Думы Томской области от 26.03.2015 № 2580 «Об утверждении Стратегии социально-экономического развития Томской области до 2030 года».

Постановление Правительства Новосибирской области от 27.12.2016 № 450-п (ред. от 15.08.2017) «Об утверждении прогноза социально-экономического развития Новосибирской области на 2016-2030 годы».

Постановление Правительства Республики Алтай от 13.03.2018 № 60 «О Стратегии социально-экономического развития Республики Алтай на период до 2035 года».

Предположительная численность населения Российской Федерации до 2030 года (стат. бюллетень) / Федеральная служба государственной статистики. М., 2009. 237 с.

Преображенский В.С., Приваловская Г.А., Рунова Т.Г. Природопользование как расширяющаяся сфера социально-экономической деятельности и задачи географической науки // Методологические аспекты конструктивной географии. М.: ИГ АН СССР, 1985. С. 16-28.

Приваловская Г.А. Концепция территориальной организации использования природных ресурсов в промышленности СССР // Изв. АН СССР. Серия географическая. 1984. № 1. С. 52-62.

Приваловская Г.А., Волкова И.Н. Социально-экономические предпосылки рисков устойчивого развития регионов России // Известия РАН. Серия географическая. 2010. №3. С. 8-20.

Приказ МПР РФ от 25.04.2007 № 111 «Об утверждении Методики водохозяйственного районирования территории Российской Федерации» (Зарегистрирован в Минюсте РФ 25.06.2007 № 9682).

Приложение к протоколу заседания Правительства Алтайского края от 22.10.2018 № ЗП-10 «Основные показатели прогноза социально-экономического развития Алтайского края на 2019 год и плановый период 2020 и 2021 годов».

Проект Схемы комплексного использования и охраны водных объектов бассейна р. Иртыш. Кн. 2. Оценка экологического состояния и ключевые проблемы водных объектов бассейна р. Иртыш. М.: Совинтервод, 2009. 46 с.

Проект Схемы комплексного использования и охраны водных объектов бассейна р. Обь. Кн. 1. Общая характеристика речного бассейна. Екатеринбург: РосНИИВХ, 2012. 497 с.

Пузанов А.В., Безматерных Д.М., Винокуров Ю.И., Зиновьев А.Т., Кириллов В.В., Краснаярова Б.А., Рыбкина И.Д., Котовщиков А.В., Дьяченко А.В. Со-

временное состояние и экологические проблемы Обь-Иртышского бассейна // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2017. № 6. С. 106-118.

Распоряжение коллегии Администрации Кемеровской области от 9 ноября 2015 г. № 616-р «Об утверждении прогноза социально-экономического развития Кемеровской области на период до 2035 года».

Распоряжение Правительства Республики Алтай от 26 июля 2017 года № 404-р «О прогнозе социально-экономического развития Республики Алтай на период до 2035 года».

Раткович Д.Я. Актуальные вопросы водообеспечения. М.: Наука, 2003. 342 с.

Рахманов В.В. Водоохранная роль лесов. М.: Гослесбумиздат, 1952. 234 с.

Рахманов В.В. Гидрологическая роль леса. М.: Лесная промышленность, 1984. 240 с.

Регионы России. Социально-экономические показатели. 2002: стат. сб. М.: Росстат, 2002. 863 с.

Регионы России. Социально-экономические показатели. 2014: стат. сб. М.: Росстат, 2014. 900 с.

Регионы России. Социально-экономические показатели. 2017: стат. сб. М.: Росстат, 2017. 1402 с.

Регионы России. Социально-экономические показатели. 2018: стат. сб. М.: Росстат, 2018. 1162 с.

Реймерс Н.Ф. Природопользование. Словарь – справочник. М.: Мысль, 1990. 637 с.

Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 15. Вып. 2. Алтай и Западная Сибирь. Л.: Гидрометеиздат, 1972. 408 с.

Ресурсы поверхностных и подземных вод, их использование и качество. Водный кадастр Российской Федерации: ежегодное издание. 2013 год. – СПб: Изд-во ООО «Эс Пэ Ха», 2014. – 166 с.

Ресурсы поверхностных и подземных вод, их использование и качество. Водный кадастр Российской Федерации: ежегодное издание. 2014 год. СПб: Изд-во ООО «Эс Пэ Ха», 2015. 166 с.

Ресурсы поверхностных и подземных вод, их использование и качество. Водный кадастр Российской Федерации: ежегодное издание. 2015 год. СПб: Изд-во ООО «Эс Пэ Ха», 2016. 163 с.

Ресурсы пресных и маломинерализованных подземных вод южной части Западно-Сибирского артезианского бассейна. М.: Недра, 1991. 262 с.

Романов А.Н., Хвостов И.В., Павлов В.Е., Винокуров Ю.И. Дистанционный мониторинг заболоченных территорий Западной Сибири с использованием данных спутника SMOS (ESA) // Оптика атмосферы и океана. 2014. Т. 27. № 2. С. 150-153.

Романов В.В. Гидрофизика болот. Л.: Гидрометеиздат, 1961. 360 с.

Рунова Т.Г., Волкова И.Н., Нефедова Т.Г. Территориальная организация природопользования. М.: Наука, 1993. 208 с.

Рыбкина И.Д. Концепция качества жизни в геоэкологическом пространстве Сибири. Москва-Барнаул: ИВЭП СО РАН, 2013. 102 с. (Электронный ресурс) <http://www.rfh.ru/downloads/Books/134293002.pdf>

Рыбкина И.Д. Нужны ли ГЭС Алтаю? // Природа. 2016. № 8. С. 34-41.

Рыбкина И.Д. Оценка водоресурсной обеспеченности существующих потребностей населения и экономики регионов Сибири // Мир науки, культуры и образования. 2012. № 1 (32). С. 327-332.

Рыбкина И.Д. Оценка демографической емкости регионов Сибири // Известия Самарского научного центра РАН. 2010. Т. 12. № 1(5). С. 1437-1443.

Рыбкина И.Д. Оценка и прогноз водообеспеченности Омской области // Известия РАН. Серия географическая. 2016. № 1. С. 115-122.

Рыбкина И.Д. Оценка экологической опасности в системах расселения Алтайского края: диссертация ... к.г.н. Барнаул, 2005. 229 с.

Рыбкина И.Д. Сопоставительный анализ эффективности использования водных ресурсов в регионах Западной Сибири в сравнении с общероссийским и западноевропейским уровнями // Водное хозяйство России. 2015. № 3. С. 80-88.

Рыбкина И.Д. Методика оценки экологического состояния и качества среды жизни в населенном пункте (на примере центров расселения Алтайского края) // География и природные ресурсы. 2008. № 1. – С. 150-156.

Рыбкина И.Д. Геоэкологические оценки качества жизни населения сибирских регионов // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2014. Т. 10. Вып. 2. С. 753-757.

Рыбкина И.Д., Губарев М.С. Питьевая вода как лимитирующий фактор развития городов Сибири // Вестник Российской Военно-медицинской академии. 2008. №3. Прил. 2. Окружающая среда и здоровье человека: матер. II Санкт-Петербургского межд. экологического форума. В 2-х частях. СПб: ВМедА, 2008. – Ч. 2. – С. 450-451.

Рыбкина И.Д., Губарев М.С. Ранжирование регионов Западной Сибири по степени водохозяйственной безопасности: методический подход и предварительные результаты // Водные ресурсы и проблемы водопользования: труды Межд. симпозиума. Барнаул: Изд-во ООО «Пять плюс», 2015. С. 163-168.

Рыбкина И.Д., Губарев М.С., Плуталова Т.Г., Гармс Е.О. Опыт оценки ущерба населению и объектам экономики от негативного воздействия природных вод реки Лены // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2016. № 2. С. 63-71.

Рыбкина И.Д., Магаева Л.А., Губарев М.С. Ограничения и возможности развития водоснабжения муниципальных образований бессточной области Обь-Иртышского междуречья // Вода: химия и экология. 2015. № 3 (81). С. 83-90.

Рыбкина И.Д., Стоящева Н.В. Оценка антропогенной нагрузки на водосборную территорию Верхней и Средней Оби // Мир науки, культуры и образования. 2010. № 6 (25). Ч. 2. С. 295–299.

Рыбкина И.Д., Сивохип Ж.Т. Водные ресурсы российско-казахстанского трансграничного региона и их использование // Юг России: экология, развитие. 2019. № 2. С. 70-86.

Рыбкина И.Д., Стоящева Н.В. Проблемы водопользования в регионах Сибири // Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов: Мат-лы третьей всерос. конф. с межд. участием. Барнаул: Изд-во АРТ, 2010. С. 612-615.

Рыбкина И.Д., Стоящева Н.В. Водохозяйственный комплекс и проблемы водопользования // Современное состояние водных ресурсов и функционирование водохозяйственного комплекса бассейна Оби и Иртыша. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. – С. 137-143.

Рыбкина И.Д., Стоящева Н.В. Обоснование экологической реабилитации водных объектов Алтайского края // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2014. № 2. С. 4-12.

Рыбкина И.Д., Стоящева Н.В., Губарев М.С., Орлова Е.С., Седова Е.Ю. Особенности водопользования в регионах Обь-Иртышского бассейна // Известия Алтайского отделения Русского географического общества. 2016. № 4 (43). С. 19-29.

Рыбкина И.Д., Стоящева Н.В., Курепина Н.Ю. Методика зонирования территории речного бассейна по совокупной антропогенной нагрузке (на примере Обь-Иртышского бассейна) // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2011. № 4. С. 42-52.

Рыбкина И.Д., Стоящева Н.В., Магаева Л.А., Губарев М.С., Резников В.Ф., Курепина Н.Ю. Оценка водообеспеченности регионов Западной Сибири // Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов: труды Четвертой Всерос. науч. конф. с межд. участием / отв. ред. М.В. Болгов. Москва: ИВП РАН, 2015. С. 512-514.

Рыбкина И.Д., Стоящева Н.В., Магаева Л.А., Резников В.Ф., Губарев М.С., Курепина Н.Ю. Оценка потенциальной обеспеченности поверхностными и подземными водными ресурсами населения и экономики регионов Западной Сибири

// Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии: труды Всерос. науч. конф. с межд. участием: в 2 т. Барнаул, 2014. Т. 2. С. 252-260.

Рябчиков А.М., Ермакова Ю.Г. Загрязнение окружающей среды и природопользование // Вопросы географии. 1978. Вып. 108. С. 47-59.

Рянский Ф.Н. К разработке концепции сбалансированного эколого-экономического развития региона // Региональные проблемы. 1995. № 1-2. С. 67-71.

Ряполова Н.Л. Эколого-географические условия формирования и функционирования геосистем Западно-Сибирского Севера: диссертация... к.г.н. Новосибирск, 2017. 208 с.

Савичев О.Г. Геохимические показатели болотных вод в таежной зоне Западной Сибири // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2015. № 4. С. 47-57.

Савичев О.Г. Гидрохимический сток рек бассейна Средней Оби и его природно-антропогенная трансформация: диссертация ... д-ра геогр. наук. Томск, 2005. 391 с.

Савичев О.Г. Методология оценки фактического и допустимого влияния хозяйственной деятельности на химический состав и качество пресных природных вод // Фундаментальные исследования. 2013. № 8. С. 704-708.

Савичев О.Г., Мазуров А.К., Пипко И.И., Сергиенко В.И., Семилетов И.П. Пространственные закономерности изменения химического состава и стока речных вод в бассейне Обь // Доклады Академии наук. 2016. Т. 466. № 2. С. 202.

Савичев О.Г., Мазуров А.К., Семилетов И.П., Базанов В.А., Гусева Н.В., Хвощевская А.А., Наливайко Н.Г. Гидрохимические условия формирования олиготрофных болотных экосистем // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2016. № 5. С. 60-69.

Савкин В.М. Эколого-географические изменения в бассейнах рек Западной Сибири (при крупномасштабных водохозяйственных мероприятиях). Новосибирск: Изд-во «Наука», 2000. 152 с.

Саушкин Ю.Г. Экономическая география: история, теория, методы, практика. М.: Мысль, 1973.

Сдасюк Г.В. Эволюция водопользования в Индии и государственное управление развитием // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2015. № 6. С. 80-89.

Седова Е.Ю., Рыбкина И.Д. Особенности использования водных ресурсов и оценка антропогенной нагрузки в бассейне реки Чумыш // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2018. № 6. С. 28-38.

Селезнев В.А., Беспалова К.В. Экологические критерии нормирования сброса загрязняющих веществ в водные объекты // Вестник Волжского университета имени В.Н. Татищева. 2015. № 1 (23). С. 130-136.

Селезнева А.В. Антропогенная нагрузка на реки от точечных источников загрязнения // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2003. № 2. Т. 5. С. 268-277.

Сивохип Ж.Т. Проблемы и перспективы интегрированного управления водными ресурсами в странах Евразийского экономического союза // Научное обеспечение реализации «Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 года»: сборник научных трудов. М.: Институт водных проблем Российской академии наук, 2015. С. 136-143.

Сляднев А.П. Климатические ресурсы сельского хозяйства Западной Сибири // Географические проблемы Сибири: научные сообщения по программе XXII Международного географического конгресса. Новосибирск: Наука, Сиб. отделение, 1972. С. 107-143.

Современное состояние водных ресурсов и функционирование водохозяйственного комплекса бассейна Оби и Иртыша / отв. ред. Ю.И. Винокуров, А.В. Пузанов, Д.М. Безматерных. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. 236 с.

Сороковикова Н.В. Экологическое нормирование хозяйственной нагрузки на ландшафты // Биогеохимические основы экологического нормирования / В.Н. Башкин, Е.В. Евстафьева, В.В. Снакин [и др.]. М.: Наука, 1993. С. 269-274.

Сочава В.Б. Определение некоторых понятий и терминов физической географии // Доклады Института географии Сибири и Дальнего Востока. Выпуск 3. Иркутск, 1963. С. 50–59.

СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84.

Стефенсон Д. Гидрология и дренаж ливневых вод / Пер. с англ. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 261 с.

Стоящева Н.В. Лесные насаждения как фактор устойчивости речного стока в бассейне реки Алей // Известия Самарского научного центра РАН. 2010. Т. 12. № 1(3). С. 897-900.

Стоящева Н.В. Проблема загрязнения малых рек Кузбасса сточными водами промышленных предприятий // Вестник КемГУ. 2015. № 4 (64). Т. 3. С. 156-163.

Стоящева Н.В., Резников В.Ф., Рыбкина И.Д., Епишев К.М., Губарев М.С. Геоэкологические аспекты эффективного энергообеспечения удаленных территорий на основе использования возобновляемых источников энергии (на примере развития малой гидроэнергетики в Алтайском крае) // Вестник алтайской науки. 2015. № 1 (23). С. 259-264. <http://vestnik.altkibd.ru/Article/detail.php?Article=4209>.

Стоящева Н.В., Рыбкина И.Д. Водные ресурсы Обь-Иртышского бассейна и их использование // Водные ресурсы. 2014. Т. 41. № 1. С. 3-9.

Стоящева Н.В., Рыбкина И.Д. Оценка антропогенной нагрузки на водосборную территорию и водные объекты трансграничного бассейна р. Иртыш // Ползуновский вестник. 2011. № 4-2. С. 98-102.

Стоящева Н.В., Рыбкина И.Д. Проблемы водообеспечения в регионах Обь-Иртышского бассейна: вымысел или реальность? // Сборник научно-популярных статей – победителей конкурса РФФИ 2012 года. Вып. 16. М., 2013. С. 256-263. http://www.rfbr.ru/rffi/ru/popular_science_articles/o_1894143.

Стоящева Н.В., Рыбкина И.Д. Трансграничные проблемы природопользования в бассейне реки Иртыш // География и природные ресурсы. 2013. Т. 34. № 1. С. 26-32.

Стоящева Н.В., Рыбкина И.Д., Резников В.Ф., Губарев М.С. Опыт организации памятников природы регионального уровня в целях сохранения особо ценных водных объектов // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2016. № 3 (99). С. 48-55.

Стоящева Н.В., Рыбкина И.Д., Резников В.Ф., Губарев М.С. Заказник «Хабарский» как ключевой объект системы особо охраняемых природных территорий бассейна реки Бурла // Известия Русского географического общества. 2019. Т. 151. № 1. С. 61-71.

Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года. (Электронный документ): <http://economy.gov.ru/>.

Стратегия социально-экономического развития Омской области до 2020 года. Утв. Указом губернатора Омской области от 13.02.2006 г. №18.

Стратегия социально-экономического развития Омской области до 2025 года. Утв. Указом губернатора Омской области от 24.06.2013 г. № 93 (в редакции Указов Губернатора Омской области от 24.09.2015 № 167, от 30.11.2017 №197, от 07.05.2018 №53).

Стратегия социально-экономического развития Сибири до 2020 года. Утв. распоряжением Правительства РФ от 5 июля 2010 г. № 1120-р.

Тетиор А.Н. Биопозитивная техносфера и устойчивое развитие. Симферополь, 1994.

Тикунов В.С., Черешня О.Ю. Комплексная многоуровневая оценка устойчивости развития регионов и ее визуализация // ИнтерКарто/ИнтерГИС. 2017. Т. 23. № 1. С. 10-19.

Титенберг Т. Экономика природопользования и охраны окружающей среды. М.: Изд-во Олма-Пресс, 2001. 590 с.

Трошкин Д.Н., Винокуров Ю.И., Павлов В.Е., Романов А.Н., Хвостов И.В. Корреляционные связи между летним влагосодержанием атмосферы и уровнем воды в реках Западной Сибири // География и природные ресурсы. 2013. № 3. С. 178-180.

Фатуллаев Г.Ю. Современные изменения водных ресурсов и водного режима рек Южного Кавказа. Баку, 2003. 167 с.

Фащевский Б.В., Бурлибаев М.Ж., Опп К., Бурлибаева Д.М. О концепции научного обоснования методики нормирования экологического и потенциально-

свободного стока рек Казахстана // Гидрометеорология и экология. 2012. № 4. С. 66-100.

Федеральный закон «О стратегическом планировании в Российской Федерации» ФЗ-172 от 28 июня 2014 года.

Федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности» ФЗ № 261 от 23.11.2009 г.

Федотов В.И., Куролап С.А., Нестеров Ю.А. Структурные блоки региональной модели устойчивого эколого-экономического развития Центрального Черноземья // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2003. № 2. С. 5-15.

Фролова Н.Л. Река Иртыш // Вода России. Научно-популярная энциклопедия. (Электронный документ): <http://water-rf.ru> (дата обращения 17.12.2018).

Хорев Б.С. Территориальная организация общества. М.: Мысль, 1981. 320 с.

Хорев Б.С., Смидович С.Г. Расселение населения (основные понятия и методология). М.: Финансы и статистика, 1981. 192 с.

Цибудеева Д.Ц., Рыбкина И.Д. Оценка антропогенной нагрузки на водосборные территории речных бассейнов Республики Бурятия // Мир науки, культуры, образования. 2014. № 2 (45). С. 405-410.

Чалов Р.С., Чернов А.В., Беркович К.М., Михайлова Н.М. География опасных проявлений русловых процессов на реках России // Известия Русского географического общества. 2017. Т. 149. № 4. С. 13-33.

Черных Д.В. Ландшафтные основы мониторинга природных процессов на пространстве Западной Сибири от Арктики до аграрного юга // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2017. № 1 (94). С. 83-86.

Черных Д.В. Пространственно-временная организация внутриконтинентальных горных ландшафтов (на примере Русского Алтая): диссертация ... д-ра геогр. наук. Барнаул, 2012. 360 с.

Черных Д.В. Циклы и серии развития геосистем (на примере степной зоны Западной Сибири) // Мир науки, культуры, образования. 2010. № 2. С. 277-279.

Чибилов А.А. (мл.) Приоритеты экологической политики в решении проблем устойчивого развития Оренбургской области // Фундаментальные исследования. 2017. № 10. С. 628-632.

Шикломанов И.А. Антропогенные изменения водности рек. Л.: Гидрометеиздат, 1979. 302 с.

Шикломанов И.А. Влияние хозяйственной деятельности на речной сток. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 334 с.

Шикломанов И.А., Бабкин В.И., Балонишникова Ж.А. Водные ресурсы, их использование и водообеспеченность в России: современные и перспективные оценки // Водные ресурсы. 2011. Т. 38. № 2. С. 131-141.

Шикломанов И.А., Георгиевский В.Ю. Изменение стока рек России при глобальном потеплении климата // Тезисы докл. VI Всерос. гидрологического съезда. СПб: Гидрометеиздат, 2004. Секц. 3. С. 200-201.

Шикломанов И.А., Георгиевский В.Ю. Изменение стока рек России при глобальном потеплении климата // Докл. VI Всерос. Гидрологического съезда. М.: Метеоагентство Росгидромета, 2008. Секция 3. Ч. 2. С. 159-163.

Шикломанов И.А., Маркова О.Л. Проблемы водообеспечения и переброски речного стока в мире. Л.: Гидрометеиздат, 1987. 294 с.

Шикломанов И.А., Фатуллаев Г.Ю. Антропогенные изменения стока р. Куры // Метеорология и гидрология. 1983. № 8. С. 71-78.

Шикломанов И.А., Шикломанов А.И. Изменение климата и приток речных вод в Северный Ледовитый океан // Водные ресурсы. 2003. № 6. С. 645-654.

Щерба В.А., Абрамова Е.А. Оценка нагрузки сточными водами на водотоки бассейна реки Москвы // Методы экологических исследований. 2011. № 6. С. 116-124.

Эдельштейн К.К. Водные массы долинных водохранилищ. М.: Изд-во МГУ, 1991. 175 с.

Эдельштейн К.К. Водохранилища России: экологические проблемы, пути их решения. М.: ГЕОС, 1998. 277 с.

Экономика природных ресурсов и охраны окружающей среды (промежуточный уровень) / Р. Перман, Ю. Ма, Дж. Макгилври, М. Коммон. Третье издание. Перевод с англ. В.Н. Сидоренко, А.С. Фатьяновой. Под науч. ред. В.Н. Сидоренко. М.: ТЕИС, 2006. 1168 с.

Экономика Сибири: стратегия и тактика модернизации. М.: «Анкил», 2009. 320 с.

Яныгина Л.В. Зообентос бассейна Верхней и Средней Оби: воздействие природных и антропогенных факторов: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Владивосток, 2014. 39 с.

Aquastat FAO. Официальный сайт Глобальной водной информационной системы Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН. (Электронный ресурс). – Режим доступа: <http://www.fao.org/nr/aquastat/>.

Crawford N.H., Linsley R.K. Computation of a synthetic streamflow record on a digital computer // International Association of Scientific Hydrology Publication. 1960. 51. pp. 526-538.

Daly H.E. Toward some operational principles of sustainable development // Ecolog. Economics. 1990. № 2. P. 1-6.

Entekhabi D., Asrar Ch., Betts A.K. et al. An Agenda for Land Surface Hydrology Research and Call for the Second International Hydrological Decade // Bull. Amer. Meteorol. Society. 1999. V. 80. № 10. P. 2043–2058.

Falkenmark M., Lundqvist J., Widstrand C. Macro-scale Water Scarcity Requires Micro-scale Approches: Aspects of Vulnerability Semi-arid Development // Natural Resources Forum. 1989. V. 13. № 4. P. 258-267.

Falkenmark M., Wang-Erlandsson L., Rockström J. Understanding of water resilience in the Anthropocene // Journal of Hydrology. 2019. № 2. (<https://doi.org/10.1016/j.hydroa.2018.100009>).

Franke N.A., Boyacioglu H. and Hoekstra A.Y. Grey water footprint accounting: Tier 1 supporting guidelines, Value of Water Research Report Series. UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands. 2013. № 65. 64 p.

GWP. 2000. Integrated Water Resources Management. TAC Background Paper № 4. Global Water Partnership, Stockholm.

Hartwick J.M. Intergenerational equity and investing of rents from exhaustible resources // Amer. Econom. Rev. 1977. V. 67. №5. P. 972-974.

Our Common Future. The World Commission on Environment and Development. Oxford University Press, 1987. 383 p. (Электронный ресурс). – URL: <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>.

Peterson B.L., Holmes R.M., McClelland et al. Increasing river discharge to the Arctic Ocean // Science. 2002. V. 298. № 5601. P. 2171-2173.

Shafroth, P.B. and Beauchamp, V.B., 2006, Defining ecosystem flow requirements for the Bill Williams River, Arizona: U.S. Geological Survey Open File Report 2006-1314, 135 p. (Электронный ресурс). – URL: <http://www.fort.usgs.gov/products/publications/21745/21745.pdf>.

Shiklomanov I.A. Water resources as a challenge of the twenty-first century. Tenth WMO lecture // WMO. 2004. № 959. P. 13-146.

Solow R. Intergenerational equity and renewable resources// Rev. Econom. Studies Symposium. 1974. P. 29-45.

Volk M., Hirschfeld J., Schmidt G. et al. A SDSS-based Ecological-economic Modelling Approach for Integrated River Basin Management on Different Scale Levels – The Project FLUMAGIS // Water Resources Management. 2007. Vol. 21. Is. 12. pp. 2049-2061. DOI 10.1007/s11269-007-9158-z.

WWDR. 2003. The United Nations World Water Development Report 1. Water for People, Water for Life // World Water Assessment Programme (WWAP). (Электронный ресурс). – URL: https://www.unwater.org/publication_categories/world-water-development-report/.

WWDR. 2012. The United Nations World Water Development Report 4. Managing Water under Uncertainty and Risk // World Water Assessment Programme (WWAP). (Электронный ресурс). – URL: <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/>.

WWDR. 2014. The United Nations World Water Development Report 5. Water and Energy // World Water Assessment Programme (WWAP). (Электронный ресурс). – URL: https://www.unwater.org/publication_categories/world-water-development-report/.

WWDR. 2015. The United Nations World Water Development Report 6. Water for Sustainable World // World Water Assessment Programme (WWAP). (Электронный ресурс). – URL: https://www.unwater.org/publication_categories/world-water-development-report/.

WWDR. 2016. The United Nations World Water Development Report 7. Water and Jobs // World Water Assessment Programme (WWAP). (Электронный ресурс). – URL: https://www.unwater.org/publication_categories/world-water-development-report/.

WWDR. 2017. The United Nations World Water Development Report 8. Wastewater. The Untapped Resource // World Water Assessment Programme (WWAP). (Электронный ресурс): https://www.unwater.org/publication_categories/world-water-development-report/.

WWDR. 2018. The United Nations World Water Development Report 9. Nature-Based Solutions for Water // World Water Assessment Programme (WWAP). (Электронный ресурс). – URL: https://www.unwater.org/publication_categories/world-water-development-report/.

WWDR. 2019. The United Nations World Water Development Report 10. Leaving No One Behind // World Water Assessment Programme (WWAP). (Электронный ресурс). – URL: https://www.unwater.org/publication_categories/world-water-development-report/.

Приложения

Приложение 1. Водные ресурсы и характеристики их использования по ландшафтным провинциям Западной Сибири

№	Провинция	Координаты границ		Использование водных ресурсов, млн м ³		Общий речной сток провинции, млн м ³ /год	Водообеспеченность общим речным стоком, тыс. м ³ /чел. в год	Подземный сток, млн м ³ /год	Водообеспеченность подземным стоком, тыс. м ³ /чел в год	Коэффициент использования ресурса, %	
		северных	южных	из поверхностных вод	из подземных вод					поверхностного	подземного
1	Североямальная	72°57'17"	68°25'31"	0,181	0	19776,973	7591,93	1021,728	392,22	0	0
2	Юрибейская	72°00'11"	69°04'08"	0	0	3930,322	3930322,06	232,889	232889,07	0	0
3	Северогыданская	72°52'22"	69°48'03"	0,263	0,094	5329,088	1599,85	370,599	111,26	0	0,03
4	Гыданская	71°46'18"	69°04'08"	0	0	1689,927	1689927,20	100,438	100438,12	0	0
5	Верхтанамская	70°29'30"	68°37'32"	0,201	0,072	1694,723	665,90	50,283	19,76	0,01	0,14
6	Танамская	70°26'36"	68°32'17"	0	0	2243,533	2243532,56	141,048	141047,87	0	0
7	Мессояхская	69°03'19"	67°35'02"	0,100	0,036	7940,961	6590,01	250,602	207,97	0	0,01
8	Горно-тундровая Урала			0,113	0	47410,837	5561,39	6526,114	765,53	0	0
9	Щучинская	68°59'40"	66°36'06"	0,723	0	12493,648	1198,55	625,383	59,99	0,01	0
10	Усть-Обская	66°55'55"	66°23'50"	2,536	3,492	399954,054	5163,56	188,685	2,44	0	1,85
11	Салехардская	66°45'17"	65°51'40"	0,015	0,116	2426,810	2945,16	440,234	534,26	0	0,03
12	Усть-Надымская	66°19'14"	65°20'12"	1,653	13,793	18449,954	382,01	372,202	7,71	0,01	3,71
13	Усть-Ныдская	66°56'11"	66°09'13"	0,044	0,347	2242,179	1251,22	122,469	68,34	0	0,28
14	Североненецкая	68°58'28"	66°05'55"	0	0	7150,309	7150309,28	507,419	507418,61	0	0
15	Верхненыдская	66°37'29"	65°25'10"	1,086	14,686	3627,353	31,57	482,544	4,20	0,03	3,04
16	Усть-Пурская	68°39'23"	66°37'46"	0,573	5,117	34937,488	18177,67	175,560	91,34	0	2,91
17	Усть-Нгарская	66°58'44"	66°04'29"	0	0	28253,803	28253803,2	119,375	119375,43	0	0
18	Верхлукыхская	67°30'33"	66°36'49"	0	0	2021,437	2021437,10	135,855	135855,46	0	0
19	Усть-Тазовская	67°43'30"	67°01'33"	0,690	0,246	29284,429	3353,31	97,988	11,22	0	0,25
20	Северохетская	69°35'19"	66°41'16"	0	0	4316,509	4316508,92	377,825	377824,55	0	0

№	Провинция	Координаты границ		Использование водных ресурсов, млн м ³		Общий речной сток провинции, млн м ³ /год	Водообеспеченность общим речным стоком, тыс. м ³ /чел. в год	Подземный сток, млн м ³ /год	Водообеспеченность подземным стоком, тыс. м ³ /чел в год	Коэффициент использования ресурса, %	
		северных	южных	из поверхностных вод	из подземных вод					поверхностного	подземного
21	Сидоровская	67°16'26"	66°22'54"	0	0	39464,823	39464823,15	194,843	194843,05	0	0
22	Южнохетская	69°42'24"	66°13'36"	0	0	2711,890	2711890,07	134,639	134639,01	0	0
23	Верхненгарская	66°47'39"	66°03'59"	0	0	1897,940	1897939,60	257,566	257566,50	0	0
24	Горно-таежная Урала			684,300	109,488	22750,987	7,55	3871,795	1,28	3,01	2,83
25	Северососьвинская	66°35'44"	60°25'20"	3,544	18,431	40879,714	232,29	7996,204	45,44	0,01	0,23
26	Нижеобская	66°40'36"	60°59'06"	5,220	6,961	393953,719	6945,10	3881,383	68,43	0	0,18
27	Полуйская	66°00'12"	63°48'17"	0,027	0,107	11238,929	7447,93	3280,843	2174,18	0	0
28	Надымская	65°55'26"	63°14'46"	1,607	2,276	26024,465	2296,55	4807,418	424,23	0,01	0,05
29	Южноненецкая	66°05'39"	63°56'45"	0	0	6749,698	6749698,01	2018,768	2018768,37	0	0
30	Тарко-Салесская	66°12'58"	64°14'43"	12,036	110,747	25437,788	590,86	1318,918	30,64	0,05	8,40
31	Часельская	66°12'45"	64°06'04"	0	0	7040,975	7040975,23	1824,013	1824013,07	0	0
32	Усть-Худосейская	66°31'17"	63°38'56"	0,018	2,372	33136,294	8338,27	1818,370	457,57	0	0,13
33	Среднетазовская	66°46'46"	62°46'13"	0,001	0,148	14369,082	61406,33	3308,550	14139,10	0	0,00
34	Белогорская	63°38'26"	61°05'38"	1,703	1,327	7888,301	3462,82	2757,849	1210,64	0,02	0,05
35	Нулетовская	64°07'29"	62°21'49"	0,168	13,840	11606,448	80,59	5009,477	34,79	0	0,28
36	Пякупур-Толькинская	64°32'38"	62°37'55"	1,719	15,350	20953,688	3369,30	4179,254	672,01	0,01	0,37
37	Верхнетазовская	63°42'23"	60°25'42"	0,009	1,186	11276,094	5649,35	3986,525	1997,26	0	0,03
38	Сургутская	63°00'17"	60°44'34"	544,363	316,600	233252,088	289,57	7759,550	9,63	0,23	4,08
39	Аганская	62°30'09"	61°10'53"	0	0	3573,947	3573947,13	934,627	934627,23	0	0
40	Вахская	62°49'41"	60°30'04"	295,243	29,944	23308,309	1058,75	4857,442	220,64	1,27	0,62

№	Провинция	Координаты границ		Использование водных ресурсов, млн м ³		Общий речной сток провинции, млн м ³ /год	Водообеспеченность общим речным стоком, тыс. м ³ /чел. в год	Подземный сток, млн м ³ /год	Водообеспеченность подземным стоком, тыс. м ³ /чел в год	Коэффициент использования ресурса, %	
		северных	южных	из поверхностных вод	из подземных вод					поверхностного	подземного
41	Туринская	61°24'60"	56°13'44"	317,555	49,207	18202,544	16,65	3338,345	3,05	1,74	1,47
42	Тавдинско-Кондинская	60°59'19"	57°39'35"	4,639	5,558	22262,861	175,28	2542,430	20,02	0,02	0,22
43	Кондинская	61°12'20"	58°10'48"	25,825	26,999	320921,723	2713,77	3447,438	29,15	0,01	0,78
44	Юганская	61°05'22"	59°18'10"	4,743	17,811	16719,637	303,40	3183,695	57,77	0,03	0,56
45	Обь-Тымская	61°09'30"	56°41'47"	28,652	18,435	160726,840	315,66	3420,858	6,72	0,02	0,54
46	Кетско-Тымская	61°26'46"	58°15'30"	0,017	0,365	27871,747	1757,25	7258,992	457,66	0	0,01
47	Среднеиртышская	58°30'20"	56°22'32"	24,361	4,567	68398,433	236,01	1394,098	4,81	0,04	0,33
48	Тобольская	60°05'28"	56°18'01"	0,193	4,407	21816,967	429,74	4946,380	97,43	0	0,09
49	Васюганская	56°10'56"	56°15'40"	0,012	1,725	16122,293	280,52	4134,725	71,94	0	0,04
50	Чулымская	59°27'52"	56°31'01"	0,005	2,031	31391,403	436,97	4290,013	59,72	0	0,05
51	Горно-степная Урала			16,473	14,466	992,677	3,15	268,475	0,85	1,66	5,39
52	Горно-лесостепная Урала			292,984	16,037	1805,599	1,08	431,034	0,26	16,23	3,72
53	Зауральская	56°29'02"	54°06'54"	109,101	28,040	3516,223	3,03	666,583	0,57	3,10	4,21
54	Тобол-Убаганская	54°50'49"	52°24'50"	11,401	2,041	852,181	7,20	61,828	0,52	1,34	3,30
55	Ашлыкская (Ялуторовская)	57°00'02"	56°03'13"	2,359	5,343	7784,687	33,93	651,523	2,84	0,03	0,82
56	Северопредтургайская	56°17'40"	54°42'37"	0,487	1,808	2189,317	17,12	231,142	1,81	0,02	0,78
57	Южнопредтургайская	54°59'23"	52°59'53"	0,002	0,105	1516,638	231,12	21,726	3,31	0	0,48
58	Ишимская	56°33'56"	54°16'02"	11,478	5,399	2486,927	5,82	526,446	1,23	0,46	1,03

№	Провинция	Координаты границ		Использование водных ресурсов, млн м ³		Общий речной сток провинции, млн м ³ /год	Водообеспеченность общим речным стоком, тыс. м ³ /чел. в год	Подземный сток, млн м ³ /год	Водообеспеченность подземным стоком, тыс. м ³ /чел в год	Коэффициент использования ресурса, %	
		северных	южных	из поверхностных вод	из подземных вод					поверхностного	подземного
59	Северобарабинская	56°38'49"	55°44'11"	0,665	0,376	28158,107	1018,52	132,116	4,78	0	0,28
60	Западнобарабинская	56°05'02"	54°29'56"	206,083	1,872	27737,179	20,52	160,787	0,12	0,74	1,16
61	Теке-Кызылкакская	55°13'05"	51°13'14"	1,546	2,098	95,008	0,73	118,760	0,91	1,63	1,77
62	Южнобарабинская	55°08'05"	55°59'49"	6,863	1,614	26108,656	259,95	121,793	1,21	0,03	1,33
63	Барабинская	56°14'47"	53°52'33"	20,996	12,958	2497,464	9,25	440,164	1,63	0,84	2,94
64	Верхнеомская	56°42'24"	55°09'51"	0,178	3,037	56087,363	1133,51	437,672	8,85	0	0,69
65	Восточнобарабинская	55°46'06"	54°26'36"	0,822	2,861	917,804	12,19	191,463	2,54	0,09	1,49
66	Вьюновская	55°52'49"	55°03'12"	0,804	1,322	53860,620	1257,34	84,121	1,96	0	1,57
67	Североприаргинская	57°57'46"	55°34'07"	436,980	59,890	55155,761	71,38	1637,617	2,12	0,79	3,66
68	Кузнецкая межгорно-котловинная	55°47'56"	53°39'29"	351,769	76,828	28489,176	19,03	923,976	0,62	1,23	8,31
69	Южноприаргинская	56°43'06"	55°40'32"	81,145	7,472	12556,597	42,23	582,528	1,96	0,65	1,28
70	Назаровская	56°15'47"	55°26'18"	527,479	6,791	5555,469	39,15	263,561	1,86	9,49	2,58
71	Кузнецко-алатауская	56°25'00"	52°09'58"	1427,878	76,993	35012,546	27,86	390,150	0,31	4,08	19,73
72	Кулундинская	54°09'34"	50°38'00"	9,242	27,607	722,152	3,17	506,294	2,22	1,28	5,45
73	Южноприалейская	53°46'07"	50°22'11"	35,192	18,429	7643,933	16,29	933,351	1,99	0,46	1,97
74	Верхнеобская	55°38'55"	52°07'57"	794,052	73,813	61037,809	17,81	2535,950	0,74	1,30	2,91
75	Предсалаирская	50°11'57"	52°38'37"	0,260	3,876	5497,501	45,25	430,609	3,78	0	0,90
76	Салаирская	54°52'54"	52°50'25"	1,393	3,205	3909,913	111,87	797,423	22,82	0,04	0,40

№	Провинция	Координаты границ		Использование водных ресурсов, млн м ³		Общий речной сток провинции, млн м ³ /год	Водообеспеченность общим речным стоком, тыс. м ³ /чел. в год	Подземный сток, млн м ³ /год	Водообеспеченность подземным стоком, тыс. м ³ /чел в год	Коэффициент использования ресурса, %	
		северных	южных	из поверхностных вод	из подземных вод					поверхностного	подземного
77	Предалтайская	52°53'01"	50°43'27"	2,455	4,917	44342,918	316,82	528,391	3,54	0,01	0,93
78	Северо-Западная Алтайская	51°59'31"	50°38'09"	0,076	1,257	6478,682	188,34	709,669	20,63	0	0,18
79	Северо-Алтайская	52°06'45"	51°04'28"	0,632	4,801	20121,785	141,78	615,700	4,34	0	0,78
80	Северо-Восточная Алтайская	52°52'24"	51°09'28"	0,370	1,124	15774,205	808,98	924,730	47,42	0	0,12
81	Центрально-Алтайская	51°27'55"	49°14'38"	0,372	0,574	16852,303	363,06	2871,078	61,85	0	0,02
82	Восточная Алтайская	51°33'35"	50°05'49"	0	0,146	5114,238	640,72	399,387	50,04	0	0,04
83	Юго-Восточная Алтайская	50°41'47"	49°04'14"	0,895	0,087	1916,296	288,77	437,438	65,92	0,05	0,02

Приложение 2. Численность населения по ландшафтным провинциям
Западной Сибири

№№	Провинция	Численность населения, чел.
1	Североямальная	2605
2	Юрибейская	0
3	Северогыданская	3331
4	Гыданская	0
5	Верхтанамская	2545
6	Танамская	0
7	Мессояхская	1205
8	Горно-тундровая Урала	8525
9	Щучинская	10424
10	Усть-Обская	77457
11	Салехардская	824
12	Усть-Надымская	48297
13	Усть-Ныдская	1792
14	Североненецкая	0
15	Верхненыдская	114912
16	Усть-Пурская	1922
17	Усть-Нгарская	0
18	Верхлукуяхская	0
19	Усть-Тазовская	8733
20	Северохетская	0
21	Сидоровская	0
22	Южнохетская	0
23	Верхненгарская	0
24	Горно-таежная Урала	3013676
25	Северососьвинская	175989
26	Нижнеобская	56724
27	Полуйская	1509
28	Надымская	11332
29	Южноненецкая	0
30	Тарко-Салесская	43052
31	Часельская	0
32	Усть-Худосейская	3974
33	Среднетазовская	234
34	Белогорская	2278
35	Нулетовская	144011
36	Пякупур-Толькинская	6219
37	Верхнетазовская	1996
38	Сургутская	805508
39	Аганская	0

40	Вахская	22015
41	Туринская	1093108
42	Тавдинско-Кондинская	127016
43	Кондинская	118257
44	Юганская	55108
45	Обь-Тымская	509183
46	Кетско-Тымская	15861
47	Среднеиртышская	289815
48	Тобольская	50768
49	Васюганская	57472
50	Чулымская	71839
51	Горно-степная Урала	315288
52	Горно-лесостепная Урала	1678217
53	Зауральская	1161901
54	Тобол-Убаганская	118322
55	Ашлыкская (Ялutorовская)	229421
56	Северопредтургайская	127898
57	Южнопредтургайская	6562
58	Ишимская	427084
59	Северобарабинская	27646
60	Западнобарабинская	1351644
61	Теке-Кызылкакская	130507
62	Южнобарабинская	100436
63	Барабинская	269911
64	Верхнеомская	49481
65	Восточнобарабинская	75274
66	Вьюновская	42837
67	Североприаргинская	772735
68	Кузнецкая межгорно-котловинная	1496880
69	Южноприаргинская	297304
70	Назаровская	141887
71	Кузнецко-алатауская	1256516
72	Кулундинская	227907
73	Южноприалейская	469376
74	Верхнеобская	3426285
75	Предсалаирская	121491
76	Салаирская	34952
77	Предалтайская	139961
78	Северо-Западная Алтайская	34398
79	Северо-Алтайская	141920
80	Северо-Восточная Алтайская	19499
81	Центрально-Алтайская	46417
82	Восточная Алтайская	7982
83	Юго-Восточная Алтайская	6636

Приложение 3. Характеристики совокупной антропогенной нагрузки на водосборах рек Оби Иртыша в границах водохозяйственных участков

Код ВХУ	Основной водный объект	Вид нагрузки в баллах			Совокупная
		демографическая	промышленная	сельскохозяйственная	
13.01.01.001	Оз. Телецкое и впадающие в него реки	1	1	1	1
13.01.01.002	р. Бия (от истока до устья)	2	2	2	2
13.01.01.003	р. Катунь (от истока до устья)	2	2	2	2
13.01.01.200	Водные объекты бессточной территории между бассейнами рек Обь, Енисей и границей РФ с Монголией	1	1	2	1
13.01.02.001	р. Алей (приграничная часть бассейна)	2	2	3	2
13.01.02.002	р. Алей (среднее течение и устье)	2	2	3	2
13.01.02.003	р. Обь без р. Алей	2	2	3	2
13.01.02.004	р. Чумыш	2	2	2	2
13.01.02.005	р. Обь без р. Чумыш	2	2	3	2
13.01.02.006	р. Иня	3	2	3	3
13.01.02.007	р. Обь без рек Иня и Томь	3	2	2	2
13.01.03.001	р. Кондома	2	2	2	2
13.01.03.002	р. Томь без р. Кондома	3	3	2	3
13.01.03.003	р. Томь	3	2	2	2
13.01.03.004	р. Томь	3	3	3	3
13.01.04.001	р. Чулым	2	2	2	2
13.01.04.002	р. Чулым (исток и среднее течение)	2	2	2	2
13.01.04.003	р. Чулым (устье)	2	2	2	2
13.01.05.001	р. Обь без р. Чулым	2	2	2	2
13.01.06.001	р. Кеть	1	1	2	1
13.01.07.001	р. Обь без р. Кеть	2	2	2	2
13.01.08.001	р. Васюган (от истока до устья)	1	2	1	1
13.01.09.001	р. Обь без р. Васюган	1	2	1	1
13.01.10.001	р. Вах	1	2	1	1
13.01.11.001	р. Обь без р. Вах	2	3	1	2
13.01.11.002	р. Обь	2	2	1	2
13.02.00.001	Бассейн оз. Кучукского. Оз. Кучукское и впадающие в него реки	2	2	3	2
13.02.00.002	Бассейн оз. Кулундинского. Оз. Кулундинское и впадающие в не-	2	2	3	2

Код ВХУ	Основной водный объект	Вид нагрузки в баллах			Совокупная
		демографии- ческая	промыш- ленная	сельскохозяйст- венная	
	го реки				
13.02.00.003	Южнее бассейна р.Бурла без бассейнов озер Кучукского и Кулундинского	2	2	3	2
13.02.00.004	Бассейн оз. Тополиное и р. Бурла и др. водные объекты	2	1	3	2
13.02.00.005	Бассейн оз. Чаны и водные объекты до границы с бассейном р. Иртыш	2	1	2	2
13.02.00.006	Водные объекты между бассейнами оз. Чаны и р. Омь	2	1	2	2
14.01.01.001	р. Иртыш (граница с Респ. Казахстан)	2	1	3	2
14.01.01.002	р. Оша (исток-устье)	2	1	2	2
14.01.01.003	р. Иртыш без рек Омь и Оша	2	2	2	2
14.01.01.200	Бессточные приграничные территории междуречья Иртыша и Ишима	2	1	3	2
14.01.02.001	р. Омь	2	2	2	2
14.01.03.001	Бассейн озера Б. Уват	1	1	2	1
14.01.03.002	р. Ишим (от границы с Респ. Казахстан до устья)	2	2	2	2
14.01.04.001	р. Иртыш без р. Ишим	2	1	2	2
14.01.05.001	р. Увелька (исток-устье)	3	2	2	2
14.01.05.002	р. Тобол от границы РФ до впадения р. Уй	2	1	3	2
14.01.05.003	р. Тобол от впадения р. Уй до г. Курган	2	2	2	2
14.01.05.004	р. Тобол от г. Курган до впадения р. Исеть	2	1	2	2
14.01.05.005	р. Исеть от истока до г. Екатеринбург	3	3	2	3
14.01.05.006	р. Исеть от г. Екатеринбург до впадения р. Теча	3	3	2	3
14.01.05.007	р. Теча (исток-устье)	2	2	2	2
14.01.05.008	р. Миасс от истока до Аргазинского г/у	3	3	3	3
14.01.05.009	р. Миасс от Аргазин-	3	3	3	3

Код ВХУ	Основной водный объект	Вид нагрузки в баллах			Совокупная
		демографии- ческая	промыш- ленная	сельскохозяйст- венная	
	ского г/у до г. Челябинск				
14.01.05.010	р. Миасс от г. Челя- бинск до устья	2	2	3	2
14.01.05.011	р. Исеть от впадения р. Теча до устья	2	2	2	2
14.01.05.012	р. Тура от истока до впадения р. Тагил	2	2	2	2
14.01.05.013	р. Черная от истока до Черноисточинска	2	1	2	2
14.01.05.014	р. Тагил от истока до г. Нижний Тагил	3	3	2	3
14.01.05.015	р. Тагил от г. Нижний Тагил до устья	2	2	2	2
14.01.05.016	р. Нейва от истока до Невьянского г/у	3	3	2	3
14.01.05.017	р. Аять от истока до Аятского г/у	2	3	2	2
14.01.05.018	рр. Реж и Нейва до их слияния	2	2	2	2
14.01.05.019	р. Ница от слияния рек Реж и Нейва	2	2	3	2
14.01.05.020	р. Пышма от истока до Белоярского г/у	3	3	2	3
14.01.05.021	р. Рефт от истока до Рефтинского г/у	3	3	2	3
14.01.05.022	р. Пышма от Белояр- ского г/у до устья	2	2	2	2
14.01.05.023	р. Тура от впадения р. Тагил до устья	2	1	2	2
14.01.05.024	р. Сосьва от истока до в/п д. Морозково	2	2	1	2
14.01.05.025	р. Тавда от истока до устья без р. Сосьва	2	1	1	1
14.01.05.026	р. Тобол от впадения р. Исеть до устья	2	2	2	2
14.01.06.001	р. Конда (исток-устье)	2	2	1	2
14.01.07.001	р. Иртыш без рек То- бол и Конда	1	2	1	1
15.02.01.001	р. Мал. Обь и р. Обь без р. Иртыш	1	2	1	1
15.02.02.001	р. Северная Сосьва (от истока до устья)	1	1	1	1
15.02.03.001	р. Обь без р. Сев. Сось- ва	1	1	1	1
15.02.03.002	р. Обь от г. Салехард до устья р. Надым	1	1	1	1

Приложение 4. Исходная водохозяйственная информация для выделения региональных систем водопользования в бассейне Верхней Оби

№	Регион/населенный пункт (город, село, поселок, пгт)	Объемы воды (среднее значение за 2009-2017), млн м³			
		Забор	Использование		Сброс
			поверхностные	подземные	
Крупноочаговые формы					
	Алтайский край				
1	Барнаул	106,40	86,73	12,61	93,47
2	Бийск	169,70	152,61	12,65	158,48
3	Заринск	10,80	6,35	4,20	3,74
4	Рубцовск	38,10	24,91	0,08	8,81
5	Яровое	10,50	6,83	3,23	8,57
	Кемеровская область				
6	Кемерово	214,00	239,46	11,86	233,48
7	Новокузнецк	204,16	185,78	27,80	96,55
8	Калтан	91,40	92,64	3,50	88,96
9	Междуреченск	63,85	20,51	10,66	54,89
10	Прокопьевск	33,29	28,64	7,47	27,13
11	Белово	30,43	18,45	7,55	21,68
12	Березовский	29,90	3,96	4,67	26,09
13	Юрга	21,98	19,55	0,16	17,92
14	Ленинск-Кузнецкий	19,86	9,16	2,20	25,72
15	Анжеро-Судженск	17,95	6,79	0,42	11,45
16	Киселевск	16,63	3,69	2,93	22,49
17	Полысаево	15,85	3,64	2,09	14,64
18	Осинники	15,60	2,08	3,61	11,72
19	Мыски	988,14	982,61	6,32	984,24
	Новосибирская область				
20	Новосибирск	554,76	501,26	4,81	490,39
21	Искитим	23,80	13,17	0,10	18,59
22	Бердск	14,22	9,93	0,13	2,93
23	Куйбышев	11,27	8,75	1,71	3,93
	Томская область				
24	Северск	322,6	328,97	11,52	305,78
25	Томск	51,31	27,02	39,38	55,90
26	Александровское	17,60	0,03	0,62	1,11
27	Зеленогорский	20,22	1,19	0,84	0,67
28	Каргасок	24,52	0,01	3,26	0,83
29	Парабель	10,24	0,01	1,42	0,21
Очаговые формы					
	Алтайский край				
30	Новоалтайск	6,95	0,98	5,91	4,49
31	Камень-на-Оби	5,31	3,78	0,19	0,97
32	Славгород	2,67	0	2,25	1,01
33	Сибирский	0,70	0	0,87	0,61
34	Алейск	0,50	0	0,47	0,06

№	Регион/населенный пункт (город, село, поселок, пгт)	Объемы воды (среднее значение за 2009-2017), млн м ³			
		Забор	Использование		Сброс
			поверхностные	подземные	
35	Белокуриха	3,60	0	3,60	2,60
36	Гальбштадт	7,12	0	7,84	0,49
37	Благовещенка	3,85	2,80	0,95	2,46
38	Бурла	0,50	0,03	0,51	0,07
39	Ельцовка	1,57	0,04	2,89	1,00
40	Змеиногорск	2,76	0	0,64	2,46
41	Зональное	1,92	0,54	1,33	1,15
42	Ключи	5,65	0	6,87	0,06
43	Косиха	0,62	0	0,63	0,08
44	Кулунда	0,75	0	0,76	0,27
45	Горняк	6,20	2,16	2,29	0,34
46	Михайловское	1,00	0	0,98	0,18
47	Павловск	3,80	1,25	2,45	0,94
48	Первомайское	2,58	0,40	1,90	0,36
49	Петропавловское	0,55	0	0,52	0,18
50	Поспелиха	0,50	0	0,58	0,15
51	Ребриха	0,90	0	0,89	0,12
52	Родио	0,55	0,72	0,46	0,11
53	Романово	0,50	0	0,41	0,06
54	Смоленское	2,40	0	0,39	0,08
55	Тальменка	0,60	0	0,56	0,23
56	Топчиха	0,86	0	0,51	0,17
57	Третьяково	0,54	0,11	0,46	0,16
58	Троицкое	0,47	0	0,40	0,11
59	Угловское	0,54	0	0,50	0,09
60	Хабары	1,02	0	0,95	0,11
61	Целинное	0,65	0	0,60	0,04
62	Шипуново	5,32	0,08	2,88	0,03
	<i>Кемеровская область</i>				
63	Топки	6,93	0,53	3,67	2,63
64	Гурьевск	5,93	1,48	2,11	5,49
65	Таштагол	5,88	3,59	0,70	4,59
66	Мариинск	5,47	3,13	2,10	3,53
67	Тайга	2,87	1,59	0,46	1,87
68	Промышленная	3,01	0,08	2,53	1,20
69	Тисуль	3,14	0,01	1,30	2,51
70	Тяжинский	0,93	0	0,88	0,27
71	Яя	0,94	0,48	0,27	0,30
72	Яшкино	2,94	0,27	1,44	1,59
	<i>Новосибирская область</i>				
73	Татарск	1,52	0	1,37	1,02
74	Барабинск	1,18	0	1,01	1,41
75	Обь	0,61	0,51	0,64	1,02

№	Регион/населенный пункт (город, село, поселок, пгт)	Объемы воды (среднее значение за 2009-2017), млн м ³			
		Забор	Использование		Сброс
			поверхностные	подземные	
76	Баган	1,09	0	1,05	0,19
77	Болотное	1,38	0,22	0,85	0,48
78	Венгерово	7,97	7,06	0,75	0,17
79	Довольное	0,64	0	0,61	0,21
80	Здвинск	4,32	3,41	0,80	3,10
81	Карасук	3,61	0,27	3,35	1,27
82	Каргат	0,84	0	0,81	0,14
83	Колывань	1,77	0,47	0,96	0,16
84	Коченево	2,63	0,02	2,5	1,31
85	Кочки	0,48	0	0,44	0,06
86	Краснозерское	1,33	0,04	1,2	0,26
87	Купино	1,74	0	1,68	0,47
88	Маслянино	1,12	0,28	0,78	0,47
89	Мошково	1,20	0,31	0,81	0,91
90	Ордынское	2,25	0,53	1,71	0,60
91	Северное	1,16	0	1,22	0,06
92	Сузун	1,52	0	1,48	0,69
93	Тогучин	4,05	1,54	2,22	2,08
94	Убинское	0,73	0	0,69	0,22
95	Чаны	1,22	0,14	0,91	0,36
96	Черепаново	1,81	0,45	1,26	1,17
97	Чистоозерное	0,67	0	0,64	0,11
98	Чулым	0,67	0	0,67	0,24
	<i>Республика Алтай</i>				
99	Горно-Алтайск	2,38	0,01	2,01	2,33
100	Кош-Агач	1,42	1,23	0,16	0,13
101	Майма	1,51	0,46	1,18	0,40
102	Турочак	0,68	0,29	0,47	0,41
103	Чоя	0,52	0	0,51	0,23
	<i>Томская область</i>				
104	Стрежевой	6,72	0	6,56	4,60
105	Асино	2,12	0,04	1,64	0,95
106	Кожевниково	1,07	0	1,04	0,11
107	Колпашево	1,60	0,02	1,30	0,84
108	Мельниково	0,74	0,01	0,61	0,30

Приложение 5. Промежуточные результаты расчета перспективного водопотребления в регионах Верхней Оби

Показатель, ед. изм.	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2020	2025	2030	2035
Новосибирская область										
использование водных ресурсов на питьевые и хозяйственно-бытовые цели, млн м ³	259,01	241,30	228,70	168,93	160,80	151,89	153,83	157,99	162,19	166,81
численность населения на конец года, млн чел. (с 2020 г. прогноз, средний вариант)	2,72	2,66	2,67	2,76	2,78	2,78	2,82	2,90	2,97	3,06
удельное хозяйственно-питьевое водопотребление, м ³ / чел. в год	95,21	90,89	85,78	61,16	57,84	54,55	54,55	54,55	54,55	54,55
использование водных ресурсов на производственные цели, млн м ³	506,12	403,90	399,91	361,63	364,79	366,81	393,47	471,85	565,84	678,56
стоимостной объем выпускаемой промышленной продукции, млн руб. (прогноз по консервативному варианту)	36487,00	143760,00	305111,00	519774,00	504213,00	587219,96	629892,43	755370,77	905845,13	1086294,89
водоемкость произведенной промышленной продукции, м ³ / 1000 руб. (прогноз по современному уровню)	13,87	2,81	1,31	0,70	0,72	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62
использование водных ресурсов на цели с/х, орошения и прудово-рыбного х-ва, млн м ³	16,83	18,64	23,41	19,70	19,21	19,29	20,73	23,11	25,77	28,73
стоимостной объем выпускаемой сельскохозяйственной продукции, млн руб. (прогноз по консервативному варианту)	21682,00	27027,00	52741,00	85297,00	88625,00	81153,70	86374,25	96302,77	107372,55	119714,77
водоемкость произведенной сельскохозяйственной продукции, м ³ / 1000 руб. (прогноз по современному уровню)	0,78	0,69	0,44	0,23	0,22	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
Алтайский край										
использование водных ресурсов на питьевые и хозяйственно-бытовые цели, млн м ³	133,63	139,63	79,03	78,78	81,22	74,82	73,92	71,65	69,12	66,64
численность населения на конец года, млн чел. (с 2020 г. прогноз, средний вариант)	2,65	2,50	2,42	2,38	2,37	2,36	2,33	2,26	2,18	2,10

Показатель, ед. изм.	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2020	2025	2030	2035
удельное хозяйственно-питьевое водопотребление, м ³ / чел. в год	50,35	55,79	32,70	33,14	34,33	31,73	31,73	31,73	31,73	31,73
использование водных ресурсов на производственные цели, млн м ³	248,30	203,37	228,83	240,08	240,33	220,65	234,98	269,77	309,71	355,57
стоимостной объем выпускаемой промышленной продукции, млн руб. (базовый вариант прогноза)	30357,00	92620,00	204949,00	321526,00	315782,00	367988,20	391631,95	449618,00	516189,62	592618,00
водоемкость произведенной промышленной продукции, м ³ / 1000 руб. (современный уровень)	8,18	2,20	1,12	0,75	0,76	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
использование водных ресурсов на цели с/х, орошения и прудово-рыбного х-ва, млн м ³	111,69	70,44	28,65	37,45	26,63	36,00	35,12	35,74	36,37	37,01
стоимостной объем выпускаемой сельскохозяйственной продукции, млн руб. (прогноз по базовому варианту)	24428,00	39839,00	83335,00	141356,00	161242,00	125807,00	121114,84	123249,23	125421,25	127631,54
водоемкость произведенной сельскохозяйственной продукции, м ³ / 1000 руб. (прогноз по современному уровню)	4,57	1,77	0,34	0,26	0,17	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
Республика Алтай										
использование водных ресурсов на питьевые и хозяйственно-бытовые цели, млн м ³	5,05	4,43	4,78	3,51	3,60	2,90	2,94	2,97	2,98	2,99
численность населения на конец года, млн чел. (с 2020 г. прогноз, средний вариант)	0,20	0,20	0,21	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
удельное хозяйственно-питьевое водопотребление, м ³ / чел. в год	24,75	21,93	23,08	16,33	16,59	13,33	13,33	13,33	13,33	13,33
использование водных ресурсов на производственные цели, млн м ³	1,98	1,67	1,71	0,88	1,16	1,09	1,96	2,38	2,94	3,44
стоимостной объем выпускаемой промышленной продукции, млн руб. (прогноз по инерционному варианту)	361,00	1352,00	3743,00	10539,00	9103,00	11766,38	21155,23	25738,58	31769,18	37188,15

Показатель, ед. изм.	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2020	2025	2030	2035
водоемкость произведенной промышленной продукции, м ³ / 1000 руб. (прогноз по современному уровню)	5,48	1,24	0,46	0,08	0,13	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
использование водных ресурсов на цели с/х, орошения и прудово-рыбного х-ва, млн м ³	3,59	1,73	1,38	1,44	1,20	1,36	1,40	1,54	1,72	1,90
стоимостной объем выпускаемой сельскохозяйственной продукции, млн руб. (прогноз по инерционному варианту)	1479,00	3057,00	6386,00	10790,00	12576,00	10897,00	11643,48	12855,34	14333,03	15824,82
водоемкость произведенной сельскохозяйственной продукции, м ³ / 1000 руб. (прогноз по современному уровню)	2,43	0,57	0,22	0,13	0,10	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Кемеровская область										
использование водных ресурсов на питьевые и хозяйственно-бытовые цели, млн м ³	345,35	300,67	37,88	258,40	192,00	183,58	180,95	175,64	170,73	166,65
численность населения на конец года, млн чел. (с 2020 г. прогноз, средний вариант)	2,98	2,81	2,76	2,72	2,71	2,70	2,66	2,59	2,51	2,45
удельное хозяйственно-питьевое водопотребление, м ³ / чел. в год	115,81	107,15	13,72	95,07	70,87	67,95	67,94	67,94	67,94	67,94
использование водных ресурсов на производственные цели, млн м ³	1833,67	1655,46	1694,09	1760,08	1432,98	1432,52	1520,18	1731,70	2005,57	2315,99
стоимостной объем выпускаемой промышленной продукции, млн руб. (прогноз по базовому варианту)	103511,00	391656,00	767854,00	1123949,0	1229405,0	1558766,6	1654154,9	1884316,2	2182316,06	2520091,86
водоемкость произведенной промышленной продукции, м ³ / 1000 руб. (прогноз по современному уровню)	17,71	4,23	2,21	1,57	1,17	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
использование водных ресурсов на цели с/х, орошения и прудово-рыбного х-ва, млн м ³	5,58	2,53	3,70	2,49	2,55	2,79	3,06	3,38	3,73	4,12

Показатель, ед. изм.	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2020	2025	2030	2035
стоимостной объем выпускаемой сельскохозяйственной продукции, млн руб.	9614,00	16148,00	34210,00	56168,00	57377,00	48104,90	51049,30	56362,56	62228,82	68705,64
водоемкость произведенной сельскохозяйственной продукции, м ³ / 1000 руб. (прогноз по современному уровню)	0,58	0,16	0,11	0,04	0,04	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Томская область										
использование водных ресурсов на питьевые и хозяйственно-бытовые цели, млн м ³	78,99	69,72	57,74	58,05	52,70	51,94	52,16	52,85	53,59	54,33
численность населения на конец года, млн чел. (с 2020 г. прогноз, средний вариант)	1,07	1,02	1,05	1,08	1,08	1,08	1,08	1,10	1,11	1,13
удельное хозяйственно-питьевое водопотребление, м ³ / чел. в год	73,96	68,09	55,04	53,90	48,84	48,17	48,17	48,17	48,17	48,17
использование водных ресурсов на производственные цели, млн м ³	510,08	524,87	454,96	258,74	254,40	243,70	249,09	292,71	339,33	393,38
стоимостной объем выпускаемой промышленной продукции, млн руб. (прогноз по базовому варианту)	24393,00	132425,0	211628,0	358592,0	350128,0	378553,46	386926,72	454681,05	527099,46	611052,74
водоемкость произведенной промышленной продукции, м ³ / 1000 руб. (прогноз современного уровня)	20,91	3,96	2,15	0,72	0,73	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64
использование водных ресурсов на цели с/х, орошения и прудово-рыбного х-ва, млн м ³	0,43	0,11	3,62	3,32	2,90	3,30	3,34	3,63	3,97	4,34
стоимостной объем выпускаемой сельскохозяйственной продукции, млн руб.	5276,00	9095,00	18616,00	30006,00	29607,00	28751,10	30405,40	33011,88	36091,47	39458,76
водоемкость произведенной сельскохозяйственной продукции, м ³ / 1000 руб. (прогноз по современному уровню)	0,08	0,01	0,19	0,11	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11