



*На правах рукописи*

*ЩЕДРИН Владимир Федорович*

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА  
КАЧЕСТВА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ  
ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ**

**специальность 25.00.36 – геоэкология**

**диссертации на соискание ученой степени  
кандидата географических наук**



Диссертационная работа выполнена в  
Воронежском государственном педагогическом университете

<b>Научный руководитель:</b>	доктор географических наук, профессор <b>Луговской Александр Михайлович</b>
<b>Официальные оппоненты:</b>	доктор географических наук, профессор <b>Кочуров Борис Иванович</b>
	кандидат географических наук, <b>Ступин Виктор Игоревич</b>
<b>Ведущая организация:</b>	Липецкий государственный педагогический университет

Защита состоится **«05» октября 2007 г. в 13.00 часов** на заседании диссертационного совета К 212.085.01 по защите кандидатских диссертаций при Калужском государственном педагогическом университете им. К.Э. Циолковского по адресу: 248023, г. Калуга, ул. Степана Разина, д.26, ауд. 219.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Калужского государственного педагогического университета

Автореферат разослан «05» сентября 2007 года.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
доктор биологических наук



Стрельцов А.Б.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

**Актуальность работы.** Важнейшее свойство водных ресурсов заключается в многогранности их использования. В результате вода является важнейшим ресурсом, необходимым для развития практически всех отраслей хозяйства страны.

Современная экологическая обстановка в пределах крупнейших промышленных зон страны представляет определенную систему хозяйствования, которая была заложена в годы социалистической индустриализации. Внедрение в Российской Федерации рыночных методов хозяйствования не привело к изменению прежнего характера природопользования. Ярко выраженное стремление альтернативных экономических структур к прибыли любой ценой ведет к еще большему наращиванию экстенсивных методов развития. Приватизация, финансово-денежные реформы не создают предпосылок для технологического изменения производства. В силу этого экологизация производства отодвигается на второй план, а экологический ущерб и экологическая безопасность населения все чаще становятся проблемами, которыми жертвуют во имя прибыли.

Наиболее тяжелые последствия подобного развития страны реально угрожают высокоиндустриальным регионам с высокой концентрацией производства и населения. Необходимость научного осмысления и практического решения региональных социально-экологических проблем безусловна.

Рациональное водопотребление невозможно без знания региональных закономерностей распространения загрязнения в водной среде, саморегулирующих особенностей гидросистем, формирования их устойчивости к техногенному прессингу, гидрохимической трансформации образующих соединений и особенностей их миграции. Качество воды – это характеристика состава и свойства, определяющие ее пригодность для конкретных видов водопользования, индикатор экологической безопасности водохозяйственных объектов. Оценка качества воды является сложным многогранным процессом, зависящим как от физико-географических особенностей территории, так и от социально-экономических условий развития региона. Качество воды включает показатели, включающие степень загрязнения воды и структуру и динамику водопотребления.

Загрязнение воды высокими объемами сточных вод являются наиболее опасными видами деградации гидросистем, создающих серьезные геоэкологические проблемы на территории Липецкой области. Поэтому весьма актуальным становится изучение качества региональных гидросистем.

**Цель исследования** – геоэкологическая оценка качества водных ресурсов Липецкой области для обеспечения безопасности водопользования.

Реализация поставленной цели потребовала решения следующих задач:

- проанализировать и обобщить опыт геоэкологических исследований качества гидросистем, основные тенденции развития и использования в региональном природопользовании,

- выявить природно-антропогенные факторы, влияющие на формирование качества водных ресурсов,

- оценить природно-ресурсный потенциал гидросистем исследуемого региона,
- определить структуру и уровни антропогенного воздействия на гидросистемы региона,
- сформировать основные концептуальные положения методики геоэкологического картирования региональных гидросистем,
- определить пути совершенствования региональной системы геоэкологического мониторинга для обеспечения безопасности природопользования,
- дать рекомендации по снижению уровня конфликтности в системе областного водопользования

**Объект исследования** – гидросистемы Липецкой области

**Предмет исследования** – геоэкологическая оценка качества водных ресурсов на территории Липецкой области

**Методы исследования.** В диссертационной работе комплексно использовались следующие методы исследования: картографический, статистический, математического моделирования, географический, балльных оценок, историко-географический. Статистические данные обрабатывались с помощью программы Microsoft Excel

**Исходные данные.** В основе диссертационной работы лежат результаты многолетнего изучения регулярных наблюдений по метеорологическим, агрометеорологическим и гидрологическим станциям в области за период наблюдений с 1928 года по 2007 год (за стоком, осадками, снежным покровом, влажностью и глубиной промерзания почвогрунтов), справочники, ежегодники по климату и стоку (ресурсы поверхностных вод, основные гидрологические характеристик и т п), режимные наблюдения за стоком по водобалансовым станциям региона

Исходная информация получена также из фондовых материалов Липецкого областного комитета экологии и природных ресурсов, анализа схем управления водными ресурсами, результаты проведения экологического аудита предприятий в системе водопользования и личных полевых исследований автора за период 2005-2007 гг

Точность полученных результатов и исходной информации находится в пределах 5-10%

**Научная новизна** работы заключается в следующих положениях

- впервые для Липецкой области качество водных ресурсов рассмотрено на основе комплексного анализа природно-ресурсного потенциала для обеспечения безопасности водопользования,
- обоснована интегральная концепция оценки качества водных ресурсов,
- разработаны картографические модели оценки антропогенной нагрузки на гидросистемы региона,
- на основе геоэкологического подхода проведено районирование Липецкой области по качеству водных ресурсов,
- обоснованы принципы количественной оценки водопотребления для различных типов водопользователей,

- проведена оценка природоохранных ограничений использования водных ресурсов для различных типов водопользователей,
- выявлены региональные природные и антропогенные экологические проблемы в системе водопользования и предложены рекомендации по оптимизации процесса эксплуатации водохозяйственных объектов,
- определены социально-экономические последствия деградации водных ресурсов, рассчитан экономический ущерб

**Практическая значимость работы.** Полученные результаты определяют водно-ресурсный потенциал региона для обоснования рационального водопользования, позволяют использовать материалы при разработке региональной политики для решения проблемы организации охраны и улучшения состояния водных экосистем Липецкой области. Автор принимал участие в разработке программы «Экология и природные ресурсы (2002-2010 гг.)», «Вода России – XXI век», «Охрана окружающей природной среды Липецкой области (2002-2010 гг.)» в подразделе «Охрана водных ресурсов» и в «Программе по восстановлению и охране водных объектов Липецкой области на период 2010 г.», схемы охраны и рационального использования водных ресурсов на территории Липецкой области для реки Воронеж.

Предложенный геоэкологический подход исследования качества водных ресурсов можно рекомендовать для исследования в других регионах России.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

- региональные закономерности формирования качества водных ресурсов на территории Липецкой области в условиях интенсивного антропогенного воздействия,
- результаты анализа современной структуры функционирования водохозяйственной системы региона, для оптимизации водопользования в регионе,
- комплексное геоэкологическое районирование Липецкой области как основа мониторинга и оптимизации качества водных ресурсов,
- методические подходы и алгоритм модулей ГИС для исследования качества региональных гидросистем

**Апробация работы и публикации.**

Основные положения работы докладывались на Всероссийских, международных, научно-практических конференциях «Вклад земляков орловцев в становление и развитие российской науки и образования» (Орел, ОГУ, 2005), «Экология и жизнь» (Пенза, 2006), Всероссийской научно-практической конференции (Воронеж, ВВВАИУ, 2006). По теме диссертации опубликовано 11 статей, одно из них в издании рекомендованных ВАК и одно научно-методическое пособие.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений. Диссертация изложена на 199 страницах, содержит 7 таблиц, 38 рисунков. Список использованной литературы состоит из 207 наименований.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обосновывается актуальность темы исследования, формулируется цель и задачи исследования, определяющие объект и предмет исследования, положения, выносимые на защиту, указываются методы изучения

**В первой главе «Теоретические и методологические основы изучения качества водных ресурсов»** рассмотрены теоретические основы изучения качества водных ресурсов и методика исследования

Отдельные вопросы качества водных ресурсов рассматривались в работах Л К Давыдова, Л С Кузина, А И Субботина, В Г Андриянова, И С Соседова, А И Чеботарева, О А Барсука, В П Гарциана, М И Львовича, А Н Антипова, А М Корытного, В И Зотова, В И Башкина, А А Курбатова, И В Припутина

Исследованием гидросистем бассейна Дона занимались Б В Полякова, А Г Потапов, К П Воскресенский, А Г Курдов, В М Смольянинов, В К Рязанцев, В Н Жердев, Межова Л А, Т М Елфимова, В А Дмитриева, Дегтярев С Д, В Б Михно, В М Мишон, П А Никитин, Ф Н Мильков, А Я Симрнова, В А Коряков, А Н Петин, М Г Лебедева, О В Крымская

В настоящее время для исследования качества водных ресурсов используется геосистемный подход, разработанный в работах В Б Сочавы, Н Ф Реймерса, А М Трофимова, Б И Кочурова Геосистемный подход один из междисциплинарных общенаучных подходов, разновидностей системного подхода и важной составляющей взаимодействия природы и общества при построении теорий рационального природопользования, безопасности жизнедеятельности, разработке ресурсосберегающих технологий и природоохранных мероприятий Региональные гидросистемы объединяют природные и антропогенные объекты, расположенных в пределах речных бассейнов, которые имеют четко выраженные природные границы и взаимосвязанные между собой потоками вещества, энергии и информации В последние годы в исследованиях используется сочетание геосистемного и бассейнового подходов, в круг задач которых входит изучение закономерностей взаимодействия природных гидросистем с социально-экономическими системами Результатом такого взаимодействия являются качественные характеристики среды обитания В настоящее время отсутствуют комплексные методики оценки качества гидросистем В этой связи возникла необходимость разработки методологического подхода изучения функционального режима региональных гидросистем Структура региональной гидросистемы показана рис 1 Для безопасности жизнедеятельности важным показателем являются их качественные характеристики

Н Ф Реймерс (1990) качество гидросистем рассматривает с различных точек зрения Качество воды – степень соответствия показателей качества воды потребностям людей

Качество природных вод – степень соответствия физико-химическим и биохимическим характеристикам для нужд питьевого, промышленного, сельскохозяйственного использования как мест обитания ценных рыб, растений и животных

Качество природного ресурса – степень соответствия его характеристик потребностям человека и технологическим требованиям. Это может быть чистота ресурса, степень загрязнения его деятельностью человека, т.к. при этом количественно снижается качество природного ресурса для многих видов использования.



Рис 1 Структура региональной гидросистемы

По А.М. Корытному (1981), речные бассейны представляют целостные образования, иерархически построенные, имеющие горизонтальные и вертикальные уровни, обособившиеся в ходе исторического развития в единых орographic границах вследствие действия однонаправленных потоков вещества и энергии. Гидросистемы представляют каскадную ландшафтно-геохимическую геоинформационную систему. В изучении гидросистем намечались несколько направлений: морфологическое, функциональное и информационное. Наиболее перспективными и результативными методами исследования являются балансовые, картографические, математические, статистические.

Для разработки оценок функционального режима гидросистем и автоматизированных систем управления необходимы качественные характеристики по блокам вещества, энергии и информации (рис. 2). Качество гидросистем опира-

ется на бассейновый подход, в основу которого положено понятие речного бассейна

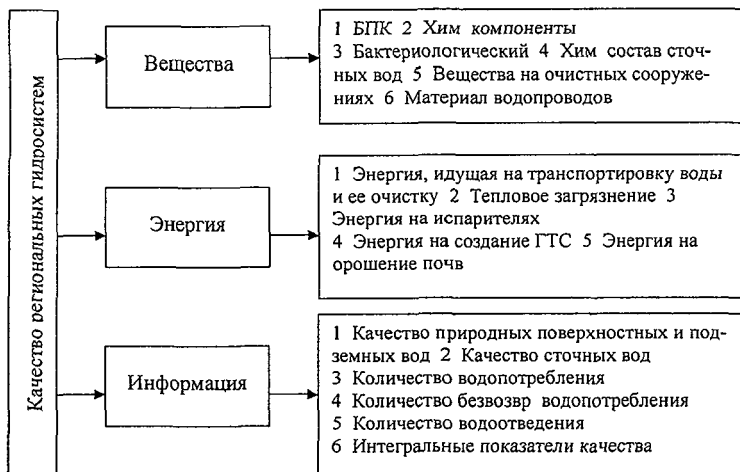


Рис 2 Интегральные показатели качества гидросистем на уровне веществ, энергии и информации

Для оценки качества воды используют ПДК для водоемов различного назначения. Качество воды есть функция не только отдельных показателей химического состава воды и различных комбинаций этих оценочных характеристик, но также перечня и количества учитываемых в комплексах оценки загрязняющих веществ. Чаще всего комплекс показателей оценивается как вклад каждого загрязняющего вещества. Для оценки качества вод используются следующие показатели, сведенные в таблицу 1

Таблица 1

**Методы комплексных показателей качества воды**

Методы	Показатели и значение
Удельный комбинатор индекса загрязнения воды (УКИЗА)	УКИЗВ от 1 до 16
Класс качества воды	1 – условный, 2 – слабо загрязненный, 3 – загрязненный, 4 – грязный, 5 – экстремально грязный
Коэффициент комплексного загрязнения воды	$K = \frac{N_1}{N_2} \cdot 100\%$ , где $N_1$ – количество ингредиентов превышает соответствующие ПДК, $N_2$ –

	общее количество норм ингредиентов
Стандартный показатель качества воды по данным Санитарного фонда США по весовому коэффициенту	9 показателей Растворен кислород – 0,17, количество кишечных палочек – 0,16, водородный показатель – 0,1, БПК5 – 0,11, t – 0,1, фосфор – 0,1, нитраты – 0,1, мутность – 0,08, сухой остаток – 0,07, сумма – 1
По гидробиологическим показателям	$S = \frac{\sum (s \cdot h)}{\sum N}$ , где S – значения санпроб, h – относительная встречаемость индикаторных организмов, N – число выбранных индикаторов организмов
Класс качества воды по микробиологическим показателям	Определяется по числу общего числа бактерий – $10^6$ клеток ряски, число санпрофитных бактерий 1000 кл/мл, отношения общего числа бактерий к числу санпрофитных бактерий
Показатели критических нагрузок	Критические нагрузки – максимальное поступление поллютантов (серы, азота, тяжелых металлов, стойких органических соединений), которые не сопровождаются необратимыми изменениями Величину критической нагрузки сравнивают с риском Величина превышает – это величина экологического риска
Коэффициент опасности качества водоема (K)	$K_e = V_{ec} \frac{C}{H}$ , где $V_{ec}$ – объем вредных с токов (тыс $m^3$ ), C – концентрация в сточных водах (мг/л), H – превышение ПДК в канцерогенных веществах
Классификация качества водных объектов	Условное разделение всего диапазона воздействия в условиях антропогенного воздействия на различные классы качества
Критические показатели качества воды	Ингредиенты или показатели, которые переводят в категорию очень грязных
Коэффициент комплекса загрязненности воды	Относительный комплексный показатель степени загрязненности поверхностных вод выражается в изменениях от 1 до 100%

Для интегральной оценки качества гидросистем разработаны социальные модули ГИС для геоэкологического анализа (рис 3)



Рис 3 Алгоритм модулей ГИС исследования качества региональных гидросистем

Таким образом, предлагаемый подход позволит управлять социо-эколого-экономическим качеством гидросистем

**Во второй главе «Оценка природного потенциала водных ресурсов Липецкой области»** дается оценка водно-ресурсного потенциала Липецкой области, рассматривается природный геохимический фон водных ресурсов

Территория области 24,1 тыс км<sup>2</sup> На территории Липецкой области 147 рек относятся в основном к бассейну Дона и Волге Всего по области насчитывают 629 средних, малых и мелких рек Суммарная протяженность рек по области составляет свыше 5494 км Средняя густота речной сети – 0,23 км/км Главная водная артерия – река Дон, его длина в пределах области 289 км, водосборная площадь 99,5% области Самый крупный приток – р Воронеж, его длина по левобережной части составляет 212 км

Водные ресурсы представлены реками, водохранилищами, прудами, болотами, озерами и подземными водами В среднем многолетнем разрезе речной сток, поступающий из соседних областей, составляет 3,82 км<sup>3</sup>/год Общий водно-ресурсный потенциал поверхностного стока составляет 6,37 км<sup>3</sup>/год Местный сток, который формируется за счет осадков и подземного стока и составляет 2,55 км<sup>3</sup>/год Основным источником питания являются талые снеговые воды Доля весеннего стока 70-99%

Доля подземного стока, в зависимости от степени водообильности и дренированности основных водовмещающих горизонтов, изменяется от 40-50% в С-3 части области до 20-30% на Ю-В Суммарные эксплуатационные запасы подземных вод составляют 24100 л/сек В пределах области выявлено более 2200 родников

На территории находится озеро с площадью водного зеркала около 14,8 км<sup>2</sup> Болота занимают менее 0,03% территории В области имеются 1775 прудов и 312 водохранилищ, объемом 426,3 млн м<sup>3</sup>, суммарная площадь - 14 тыс га Объем воды более 1 млн м<sup>3</sup> имеет 72 водохранилища, в том числе, более 10 млн м<sup>3</sup> - 2 водохранилища, от 3 до 10 млн м<sup>3</sup> – 33, от 3 до 5 млн м<sup>3</sup> – 13, от 1 до 3 млн м<sup>3</sup> – 54

Водно-ресурсный потенциал региона зависит от физико-географических условий Проведено районирование территории по условиям формирования поверхностного стока и доли, приходящейся на каждого человека (рис 4) Исследуемая территория полностью располагается в двух провинциях Русской равнины Среднерусская возвышенность и Окско-Донская низменность

Ресурсы местного поверхностного стока изменяются при движении с северо-запада на юго-восток Большая часть территории Липецкой области не имеет достаточной водообеспеченности Водный баланс области представлен атмосферными осадками (630 мм), испарениями (524 мм), величина стока составляет 106 мм На качество водных ресурсов влияет режим стока и среднегодовой расход воды В зависимости от водности года изменяется масса выноса вещества с площади бассейна

В гидрогеологическом отношении территории относится к южной части Московского бассейна, представляющего сложную гидрохимическую систему из более чем 15 водоносных горизонтов и водоупоров осадочных и кристаллических пород Обширное развитие трещиноватых известняков доломитов, преобладание песков на фоне фрагментарного развития глинистых пород

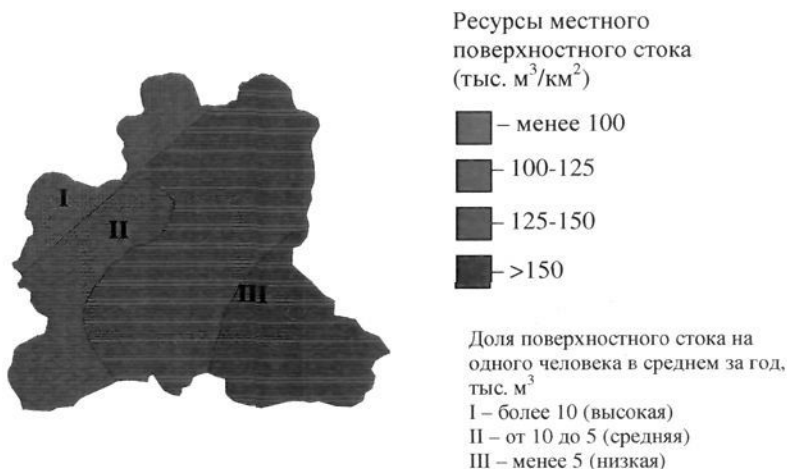


Рис. 4. Физико-географическое районирование формирования ресурсов поверхностного стока

Здесь хорошие условия для формирования мощной, до 200 м, зоны свободного водообмена со слабо минерализованными пресными водами. Эта зона включает четвертично-негеновый, задонско-елецкий, евланово-ливенский, петино-воронежский, верхнешигровско-семилукского водоносных горизонтов. При движении сверху вниз меняется их солевой состав от гидрокарбонатного кальциево-магниевого до гидрокарбонатно-сульфатно-кальциево-магниевого. Воды нижних горизонтов верхнесреднедевонского и архейско-протерозойского возраста характеризуются малыми скоростями водообмена. В результате происходит быстрое накопление солей, которые увеличиваются к северо-востоку области, повышается общая минерализация. На юге представляет 4 г/л, на севере 19,2 г/л. Минерализованные воды водоносных горизонтов имеют различные характеристики. Более 200-летний период эксплуатации имеет Мосоловский водоносный горизонт, приурочен к известнякам мощностью 25-70 м. Глубина залегания кровли изменяется от 300 до 680 км, напор составляет 20,75 м. удельный дебит колеблется от 0,1 л/с до 0,4 л/с. Общая минерализация составляет 3,95 г/л.

В целом гидрогеологические условия благоприятны для формирования минеральных вод различного состава. На территории Липецкой области используется 15 глубоководных скважин, объем которых 7 тыс. м<sup>3</sup>/сутки. В Липецке используются лечебно-столовые воды из трех скважин с суммарным водозабором 1049 м<sup>3</sup>/сутки. Для гидросистем региона характерны пространственная и временная неоднородности.

Анализ динамики выпадения атмосферных осадков за 100 лет показал, что их величины последовательно возрастают с 429 мм в 50-е годы до 570 мм в 2000-е годы. Динамика выпадения атмосферных осадков взаимосвязан с коле-

банием уровня грунтовых вод, наблюдается общая тенденция их подъема с 1956 г воды поднялись на 4-5 м

Для рек бассейна Дона характерна невысокая минерализация, где преобладают гидрокарбонатные ионы. Изменяется минерализация в период весеннего половодья и может колебаться от 168 до 450 мг/л. Жесткость воды колеблется от 1,1 до 3,4 мг/экв/л. Среднегодовая минерализация составляет 300-400 мг/л. По химическому составу О.А. Алехина, реки относятся к Восточно-европейскому гидрокарбонатному типу валдайскому подтипу. Химический состав сформировался в условиях достаточного увлажнения, при наличии бедных растворимыми солями пород ледникового происхождения и слабым их выщелачиванием. В Липецкой области представлены разнообразные типы водно-ресурсного потенциала.

В третьей главе «**Геоэкологическая характеристика водопользования Липецкой области**» рассмотрена современная структура водохозяйственной системы области, антропогенная нагрузка на гидросистемы, предложена геоэкологическое районирование по степени антропогенного воздействия и геоэкологическая характеристика качества водных ресурсов.

В Липецкой области численность населения 1207 тыс. чел., плотность 50,2 чел. на 1 км<sup>2</sup>, городское население 64%, сельское 36%. 18 районов, 8 городов, 4 поселка городского типа, 1600 сельских поселений.

Забор поверхностных вод производит 118 сооружений. Объем заборов поверхностных вод составляет 224,0 млн м<sup>3</sup> в среднем за год. Водное хозяйство региона состоит из самостоятельных модулей водоснабжения, орошения и обводнения, обеспечивающих функционирование отраслей водопотребителей, а также видов деятельности (или совокупности мероприятий) по регулированию и обустройству водных объектов, обеспечивающих функционирование отраслей - водопользователей (гидроэнергетики и др.), мероприятий, прямо не связанных с последующим использованием воды в хозяйстве - защита от наводнений, охрана водных объектов от истощения и загрязнения и т.д.

Структура потребления пресных вод в Липецкой области составляет 50,9% промышленность, 38,1% жилищно-коммунальное хозяйство, 3,8% сельское хозяйство, 2,12% прочие отрасли.

**Промышленный модуль** обеспечивает производственные потребности в воде промышленных предприятий. Современный водозабор в Липецкой области составляет порядка 335 млн м<sup>3</sup>. При этом на долю водозабора из поверхностных вод приходится около 130 - 135 млн м<sup>3</sup>. Таким образом, в Липецкой области используется на нужды водного хозяйства 2,0-2,2% от общего речного стока и 5,0-5,1% от его местной составляющей. Водозабор из подземных вод составляет 204 млн м<sup>3</sup> при 355 млн м<sup>3</sup> разведанных эксплуатационных ресурсов подземного стока. Таким образом, возможное использование ресурсов подземных вод в области реализуется на 55-60%.

Из общего объема водозабора 50-55% вод идет на нужды промышленности. Из них доля вод высокого питьевого качества от общего объема, используемой воды в промышленности, составляет не более 10%. Следует отметить, что большой объем воды используется в системах оборотного и повторно-

последовательного водоснабжения, что способствует экономии воды на 88-90%

**Сельскохозяйственный модуль** - включает обеспечение водой сельского населения и сельскохозяйственного производства - животноводческих ферм и комплексов, водопойных пунктов на пастбищах, ремонтных мастерских, полевых станков и т.д. На долю нужд сельскохозяйственного водоснабжения расходуется 10 - 15% от общего водозабора. Площадь потенциально возможных орошаемых земель можно определить в соответствии со следующим выражением (Сухарев, 1975)

$$f = (1000 F h_{p\%} \alpha n) / M_{cp}$$

где  $f$  - возможная площадь орошения водами местного стока,  $F$  - площадь водосбора,  $h_{p\%}$  - слой стока расчетной обеспеченности,  $\alpha$  - коэффициент регулирования проектируемых водоемкостей (в рассматриваемом регионе равный 0,70 - 0,75),  $M_{cp}$  - оросительные нормы в м<sup>3</sup>/га,  $n$  - коэффициент полезного действия оросительных систем (для закрытых - 0,90-0,95, для открытых - 0,60-0,70)

**Гидромелiorативный модуль.** Необходимость проведения оросительных мелиораций в условиях данного региона обусловлена своеобразием климатических условий, прежде всего, неравномерностью, а также несоответствием выпадения осадков в течение вегетационного периода и преобладанием в этот период испаряемости над количеством выпадающих осадков. На орошаемых землях выращиваются кормовые культуры, занимающие в структуре посевов исследуемого региона около 60%. Величина урожая на поливе превышает богарную в 2,0-2,5 раза.

На начало 90-х годов в Липецкой области в целом было внедрено орошение на 2,5-2,8% от общей площади сельскохозяйственных угодий

$E_n = f(n, S, V, d)$ , где  $V$  - объем водоема,  $d$  - характер донного грунта в зоне мелководий

Перспективы развития орошения определяются прежде всего общими водными ресурсами местного стока

По мере продвижения в юго-восточном направлении возможная площадь орошаемых земель заметно сокращается, так как сток в этом направлении уменьшается с 70 до 35 мм, а оросительные нормы, наоборот, растут в этом же направлении с 2000 м<sup>3</sup>/га на севере лесостепной зоны до 2500 м<sup>3</sup>/га на юге региона. Потенциально возможная площадь, занимаемая орошаемыми землями на местном стоке, в связи с его убыванием в юго-восточном направлении сокращается с севера на юг с 22% до 12-10%. Увеличение площадей орошаемого земледелия может быть увеличена за счет изъятий руслового стока рек

Основной задачей водохозяйственного расчета является определение необходимого объема пруда по заданному размеру водопотребления

$$W_{np} = M_{6p} f,$$

где  $W_{np}$  - объем проектируемого пруда в тыс м<sup>3</sup>,  $M_{6p}$  - оросительная норма брутто, в м<sup>3</sup>/га,  $f$  - площадь орошаемых земель в га

При расчете требуемого объема пруда следует вычислить площадь водосбора ( $F$ ), которая может обеспечить его наполнение стоком

$$F=W_{\text{пр}}/h_{\text{р}}\%$$

Для того, чтобы оросить 100 га в подзоне смешанных и лиственных лесов достаточен водосбор с площади 2 км<sup>2</sup>. В лесостепи его площадь возрастет до 2,5-6 км<sup>2</sup>.

**Водно-рекреационный модуль** возникает на основе использования водных объектов и подземных вод для оздоровительной, познавательной, спортивной и другой деятельности людей в свободное время. Водоемам и водотокам принадлежит особая роль в организации рекреационной деятельности населения. Богатые возможности акваторий для отдыха и занятий разнообразными видами спорта, эстетическое воздействие живописных прибрежных ландшафтов способствует превращению рек, озер и водохранилищ в своеобразные рекреационные оазисы. Модуль состоит из трех ветвей: курортно-бальнеологической, спортивно-туристической и рыболовно-охотничьей, различающихся по главному виду рекреации и характеру освоения водных ресурсов.

**Рыбохозяйственный модуль.** Модуль формируется на базе освоения биологических (рыбных) ресурсов водных объектов промысловым рыболовством и рыбоводством.

Для рыбохозяйственных водных объектов нормативы качества воды даже более строгие, чем нормативы для источников питьевого водоснабжения (те считается, что адаптационные возможности рыб ниже возможностей человека). Рыбное хозяйство предъявляет довольно жесткие требования также к речному стоку, особенно в период нереста рыб и развития молоди. В зависимости от рыбопромышленного значения водоемов и водотоков расчетная обеспеченность колеблется в пределах 75-95% от общего объема воды.

По данным областной госрыбинспекции рыбные запасы Матырского водохранилища сформированы представителями аборигенной ихтиофауны бассейна р. Воронеж и тремя видами интродуцированных рыб китайского комплекса: белым амуром, белым и пестрым толстолобиком. В 1999-2000 годах в промысловых и мальковых уловах зарегистрировано 27 видов рыб. Перспективными объектами промысла считаются растительноядные рыбы.

**Жилищно-коммунальный модуль** региона использует до 90% подземных вод от общего объема водозабора.

Областная система водопотребления включает процесс водоотведения.

Водоотведение, т.е. возвращение вод в водные объекты после их использования в хозяйстве, составляет около 70% от водозабора. Таким образом, безвозвратные потери от использования вод составляют 27-30%.

Основным источником загрязнения поверхностных вод являются сбросы загрязненных сточных вод промышленных и сельскохозяйственных предприятий (рис. 5).

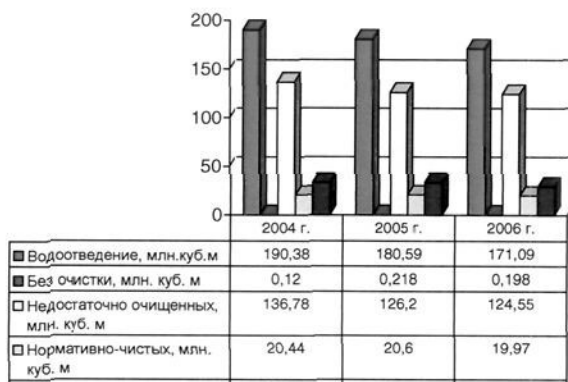


Рис. 5. Характеристика сточных вод области, сбрасываемых в поверхностные водоемы

На долю нормативно очищенных вод приходится только 22-25%, а на недостаточно очищенных -65 %.

Химический состав сточных вод показан в таблице 2.

Таблица 2

Химический состав сточных вод, млн. м<sup>3</sup>

Загрязняющие вещества	Кол-во	Загрязняющие вещества	Кол-во
БПК	1691	Хлориды	16117
Жиры и масла	33,5	Сульфаты	13191
СПАВ	4,907	Взвешенные вещества	2508
Нитраты	2092	Нефтепродукты	25
Фенол	0,3	Железо	36,9
Медь	0,94	Нитриты	140
Цинк	4,18	Фториды	79,8
Никель	0,29	Кальций	1174
Хром	0,895	Магний	243,96

Всего загрязняющих веществ поступающих в водоемы – 115172,85. Автором было проведено исследование качества поверхностных вод и подземных вод.

Для определения качества поверхностных вод в Липецкой области в пограничных с другими областями створах отбираются пробы воды из рек. По результатам анализов установлено, что качественный состав воды из года в год несколько улучшается, хотя вода и остается 3 класса чистоты (умеренно-загрязненная). Выявлены случаи превышения предельно допустимых концентраций (ПДК) по концентрациям солей меди, железа, нефтепродуктам, солям нитритного азота, фосфатам, БПК<sub>5</sub>.

Результаты контрольного химического анализа (КХА) показали, что притоки 1-4 порядка не оказывают влияния на физико-химический режим рек-водоприемников, не изменяют класс чистоты воды в контрольных створах. Некоторые изменения концентраций загрязняющих компонентов по сравнению с условно-фоновыми створами не превышают 1 ПДК.

По результатам наблюдений за физико-химическим составом Матырско-го водохранилища установлено, что качественный состав воды на уровне 2000 года. Вода в 4-х контролируемых створах относится к 3 классу чистоты (умеренно-загрязненная), который установлен за счет превышения ПДК по концентрации органических веществ БПК<sub>5</sub> в 1,2-1,5 раза, железа в 1,2-2,5 раза, меди в 1,5-4,0 раза, нефтепродуктов в 1,4-3 раза.

Масса загрязняющих веществ, сбрасываемая со сточными водами в водоемы, составляет около 190000 тонн. Основная масса загрязняющих веществ приходится на сухой остаток 67,6%, масса хлоридов составляет - 15,5%, масса сульфатов - 10,2%, масса прочих загрязняющих веществ - 6,7 %.

При проверке эффективности работы очистных сооружений со сбросом сточных вод в водные объекты установлено, что в основном очистные сооружения работают в проектном режиме.

По отраслям экономики основными источниками загрязнения являются промышленность и жилищно-коммунальное хозяйство.

Геоэкологическое районирование качества поверхностных и подземных вод представлено на рис. 6. Районирование проведено на основе интегрального показателя.

Исследования качества речной воды проводились в аккредитованными лабораториями промышленных и коммунальных предприятий, а также лабораториями ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Липецкой области». Пробы отбирались в местах водных рекреаций, в черте населенных пунктов, выше и ниже сброса сточных вод. Программы и графики производственного контроля за качеством поверхностных вод и сточных вод согласовываются с ТУ Роспотребнадзора по Липецкой области. В 2005-2006 гг. в области поверхностные воды исследовались в 79 створах, из которых 41 находились в черте сельских населенных мест. Всего исследовано на физико-химические показатели 347 проб воды, в том числе 81 проба в сельских поселениях. Из них не соответствовали гигиеническим нормативам 51 проба воды (14,7%), в том числе 11 проб в сельских поселениях. Основные показатели, по которым вода не соответствовала гигиеническим нормативам: ВПК, ХПК, аммиак и аммоний, взвешенные вещества, фенолы. По солям тяжелых металлов превышения ПДК не обнаружено. На микробиологические показатели исследовано 514 проб поверхностной воды, в том числе 108 проб в черте сельских поселений. Из них не соответствовали гигиеническим нормативам 238 проб (46,3%), в том числе 40 в сельских поселениях. Основные показатели, по которым вода не соответствовала гигиеническим нормативам: колиформные бактерии и коли-фаги.

Следует отметить, что большинство водных объектов Липецкой области относятся к очень загрязненным и грязным классам. Имеется критический по-

казатель загрязненности воды, к которым относятся нитритный азот, нефтепродукты, тяжелые металлы



Рис. 6. Геоэкологическое районирование качества поверхностных вод

Характерными загрязняющими веществами рек Липецкой области являются: азот нитритный, азот аммонийный, нефтепродукты. Содержание кислорода в норме. Загрязнение органическими веществами по БПК<sub>5</sub> отмечено во всех створах обследования – 1,0-2,6 ПДК.

Анализ данных по гидрохимическим пунктам контроля качества вод показал, что в среднем, за год в водах содержится 10—40 мг/дм<sup>3</sup> взвешенных веществ, до 0,1 мг/дм<sup>3</sup> смол и асфальта, до 0,005 мг/дм<sup>3</sup> гексохлорана, 2—4 мг/дм<sup>3</sup> суммарного азота.

Качество воды водоемов по бактериологическим показателям осталось на уровне прошлого года — 48% нестандартных проб, по химическим показателям ухудшилось с 11% до 13% нестандартных проб.

В области зафиксировано более 200 очагов загрязнения подземных вод, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Значительную роль в загрязнении подземных вод продолжают играть предприятия агропромышленного комплекса. В этих условиях создается проблема загрязнения, подземных вод нитратами. Причем тенденция к увеличению загрязнений усиливается.

В загрязнении подземных вод играют крупные промышленные предприятия. В результате их деятельности происходит загрязнение подземных вод фенолами и др. специфическими веществами.

Загрязнение водоносных горизонтов происходит в основном на территории II и III пояса зон санитарной охраны водозаборов. Защита водоисточников от загрязнения данными веществами — одна из серьезных гигиенических задач, т. к. апробированных методов очистки основной массы этих веществ не существует.

Природный состав многих водоисточников не соответствует гигиеническим нормативам Повышено содержание железа в питьевой воде в Чаплыгинском, Становлянском, Усманском, Тербунском, Воловском и Добринском районах, марганца - в Становлянском, Чаплыгинском, Измалковском, Добровском, Усманском Для достижения гигиенических нормативов требуется специальная очистка воды перед подачей потребителям

Санитарно-техническое состояние систем водоснабжения на низком уровне Не имеют ограждения I пояса зон санитарной охраны (ЗСО) 17,7% артскважин, герметизации устьев — 11,3% артскважин

Наиболее остры проблемы водоснабжения сельского населения

**В четвертой главе «Геоэкологическое прогнозирование и управление водно-ресурсным потенциалом региона»** изучены проблемы геоэкологического мониторинга и управления за водными ресурсами Липецкой области

В условиях интенсивного ведения хозяйства часто возникают негативные проявления в функционировании природных гидросистем В этой связи задачи по осуществлению управления и контроля за режимом и качеством природных вод и приобретают исключительно важное значение

Современная структура мониторинга за водно-ресурсным потенциалом региона представлена на рис 6

Для геоэкологического районирования гидросистем Липецкой области использовались балансовые гидрохимические модели В пределах гидросистем Липецкой области рассчитаны массы выноса вещества

$$МВВГ = ПФ + \Sigma МВУ_{y} + \Sigma МВСО + \Sigma МВСРГ,$$

где МВВГ – масса выноса вещества гидросистем, ПФ – гидрохимические показатели природного фона территории, МВУ<sub>y</sub> – масса вещества, поступающего из урбанизированных центров, МВСО – масса вещества, поступающего из сельскохозяйственных объектов, МВСРГ – масса вещества, оседающая в результате саморегулирующих свойств гидросистем

Для оценки влияния промышленных и сельскохозяйственных объектов использовался коэффициент городского и сельскохозяйственного воздействия на качество гидросистем

$$K_{гр} = \frac{МВВ_{дог} / c_x - МВВ_{дог}}{МВВ_{нг}}$$

$$K_{сх} = \frac{МВВ_{нс} / x - МВдс / x}{МВВ_{нс} / x}$$

где K<sub>гр</sub>, K<sub>сх</sub> – коэффициент городского и сельскохозяйственного воздействия, МВВ<sub>нг</sub>, МВВ<sub>нсx</sub> – масса выноса вещества ниже города или сельскохозяйственного объекта, МВВ до г/сх – масса выноса вещества до сельскохозяйственного объекта

Для оценки качества водных ресурсов Липецкой области важное значение имеет потенциал самоочищения водных объектов Он определяется на основе трех факторов температурного режима влияния на гидрохимические процессы и бактериологические загрязнение, гидрологические характеристики, влияющие на степень концентрации, процесс оседания вещества в бассейне

По проведенным исследованиям потенциал самоочищения характеризуется средним, низким и пониженным характером в зависимости от климатических, гидрологических, геоморфологических и биотических флуктуаций в регионе

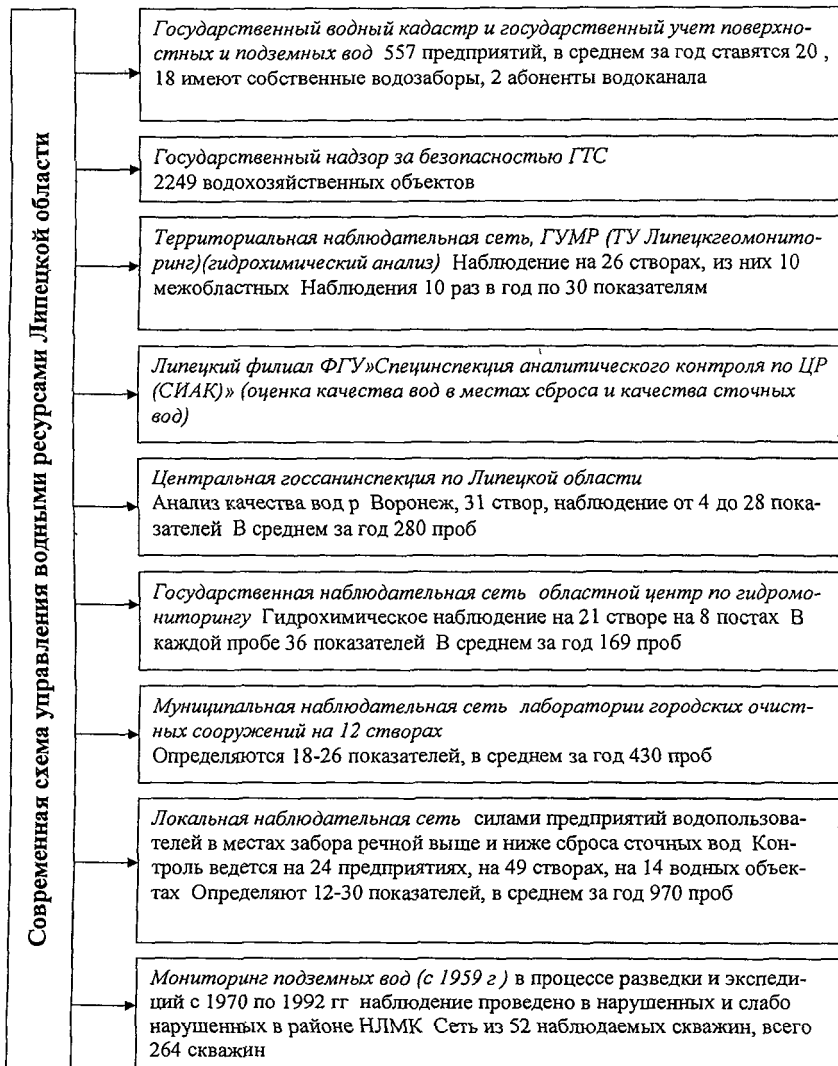


Рис 6 Современная структура мониторинга гидросистем Липецкой области

Для ранжирования влияния урбанизированных территорий и сельскохозяйственных объектов использовался модуль техногенного воздействия техногенных объектов

$$M_{yTB} = \frac{M_{тв}}{\sum M_{TB}}$$

где  $M_{yTB}$  – Модуль техногенного воздействия,  $M_{тв}$  – масса вещества, поступившего из каждого техногенного объекта,  $\sum M_{TB}$  – масса веществ, поступивших со всей территории речного бассейна

На основе предлагаемой методики выполнена картосхема геоэкологического районирования по степени техногенного геохимического воздействия



Рис 7 Геоэкологическое районирование по степени техногенного геохимического воздействия

На территории Липецкой области в пределах речных бассейнов выделены три района по коэффициенту воздействия, среди урбанизированной территории выделяют Данков, Лебедянь, Задонск-Хлевное В бассейне р Воронеж – Липецк, Чаплыгин Самый высокий уровень техногенного воздействия на гидросистемы оказывает Липецкий индустриальный район

Для оценки степени трансформации подземных вод и степени влияния водоносных горизонтов разработана методика геоэкологического мониторинга по степени эксплуатационного водопользования

Карта водоносных горизонтов и комплексов подземного стока была разбита на квадраты длиной 10 см В каждом квадрате оценивались водопотребление и загрязнение и степени канцерогенности по формуле

$$ЭКВ = \frac{TФВ}{\sum \Gamma},$$

где ЭКВ – эксплуатационный коэффициент воздействия, ТФВ – техногенный фактор воздействия Суммирование интегральных показателей проводилось для каждого квадрата в баллах Диапазон суммарной величины баллов

изменялся от 1 до 10. На территории области выделено 4 типа эксплуатационного воздействия: напряженное, высокое, среднее, низкое. Геоэкологическое районирование степени воздействия показано на рис. 8.



Рис. 8 Эксплуатационное воздействие на подземные водные ресурсы Липецкой области

В процессе эксплуатации подземных водных ресурсов наблюдается ухудшение их качества. Наблюдение за состоянием показало, что химический и бактериологический анализ не отвечает санитарным требованиям и стандартам. В наибольшей степени подвержены загрязнению водозаборы Липецка, Грязи, Чаплыгина, Ельца, Усмани. Вода, поступающая на хозяйственно-питьевые нужды, создает условия для экологического риска и не отвечает нормам безопасности жизнедеятельности.

В заключении подведен проведенный в работе анализ по оценке хозяйственного использования природных вод, который позволил сделать следующие выводы:

- Водно-ресурсный потенциал Липецкой области вполне достаточен и полностью удовлетворяет нужды ведения хозяйства. В настоящее время объем водозабора на хозяйственные нужды составляет до 7% от общих водных ресурсов и до 26% от ресурсов местного стока. Объем использования природных вод в области более чем в два раза выше, чем по стране в целом. С учетом возвратных вод объем изъятия из природных вод на хозяйственные нужды составляет 1,5% от общих водных ресурсов и 6% от местного стока.

- Характер природопользования в регионе должен быть соразмерен с водно-ресурсным потенциалом. Критерием оценки гидросистем выступили показатели качества водных ресурсов. Большинство водных объектов Липецкой области относятся по классу качества и разряду «очень грязная» и «грязная».

- В преддверии проведения новых региональных природоохранных и ресурсосберегающих законодательных актов новые формы хозяйствования приводят к обострению экологической ситуации в области.

- Важным условием повышения эффективности экологической политики в регионе является своевременное выявление проблемных территорий. В этой связи необходимо скорректировать региональную систему мониторинга для управления качеством гидросистем и установления динамического равновесия между экономическими, социальными и природными составляющими.

- Установлено, что основными причинами, снижающими качество водных ресурсов региона, является размещение техногенных объектов и интенсивное природопользование в водоохраных зонах, несовершенство систем мониторинга, низкая достоверность прогнозирования опасных природных явлений, низкая эффективность, а порой полное отсутствие очистных сооружений.

#### **Список работ, опубликованных по теме диссертационного исследования**

1. Щедрин В.Ф. Водно-ресурсный потенциал Воронежской области / В.Н. Алтухов, В.Ф. Щедрин // Проблемы Региональной Экологии: общественно-научный журнал – М.: Камертон. – 2007. - №1. - С. 119-125.
2. Щедрин В.Ф. Влияние магистральных трубопроводов на состояние природной среды Воронежской области / В.Б. Копай, В.Ф. Щедрин, Т.В. Коровина // Сборник статей технического университета. – Воронеж, 2007. – С. 89-93.
3. Щедрин В.Ф. Геоэкологическая характеристика химического режима и состава водных ресурсов Центрального Черноземья / А.П. Купрюшин, В.К. Рязанцев, В.Ф. Щедрин // Вклад земляков-орловцев в становление и развитие российской науки и образования: Материалы международной научно-практической конференции. 24-25 ноября 2005 года г. – Орел: ОГУ, Полиграфическая фирма «Картуш», 2005. - С. 270-273.
4. Щедрин В.Ф. К вопросу гидромелиоративно-хозяйственного использования местного стока / В.Б. Копай, А.П. Купрюшин, О.А. Попов, В.Ф. Щедрин // Экология и жизнь: Сборник статей IX Международной научно-практической конференции. – Пенза, 2006. – С. 137-139.
5. Щедрин В.Ф. К вопросу о структуре агроэкологического мониторинга / Т.Д. Стрельникова, В.Ф. Щедрин, А.П. Купрюшин, В.К. Рязанцев // Природа Липецкой области и ее охрана: Сборник статей, выпуск 12. – Липецк: ООО «Информ», 2006. – С. 98-102.
6. Щедрин В.Ф. К вопросу о структуре водохозяйственной системы / В.Ф. Щедрин // Совершенствование наземного обеспечения авиации и современные аспекты РЭБ в тренажерах и тренажерных системах: Сборник материалов V Всероссийской научно-практической конференции (часть 1), Воронеж, 14-16 ноября 2006 г. - Воронеж: ВВВАИУ, 2006. – С. 162-164.
7. Щедрин В.Ф. К вопросу об особенностях хозяйственного использования местного стока / А.П. Купрюшин, В.К. Рязанцев, В.Ф. Щедрин // Вестник Воронежского отдела Русского географического общества. – Т.6. – Воронеж, ВГПУ, 2006. – С. 70-74.
8. Щедрин В.Ф. К вопросу об оценке экологического риска на загрязненных объектах / В.Ф. Щедрин // Совершенствование наземного обеспечения авиации и современные аспекты РЭБ в тренажерах и тренажерных системах: Сборник материалов V Всероссийской научно-практической конференции (часть 1), Воронеж, 14-16 ноября 2006 г. - Воронеж: ВВВАИУ, 2006. – С. 164-166.
9. Щедрин В.Ф. Методы географических исследований речных бассейнов: уч.-метод. пособие / В.Ф. Щедрин, А.М. Луговской, Л.А. Межова. - Липецк: ООО «Центр полиграфии», 2007. - 125 с.
10. Щедрин В.Ф. Методика расчета смыва почв со склоновых земель Липецкой области / Т.Д. Стрельникова, В.Ф. Щедрин, А.П. Купрюшин, В.К. Рязанцев // Природа Липецкой области и ее охрана: Сборник статей, выпуск 12. – Липецк: ООО «Информ», 2006. – С. 93-98.

- 10
11. Щедрин В.Ф. Особенности водохозяйственного использования природных вод Воронежской области / В.Б. Копай, А.П. Купрюшин, О.А. Попов, В.Ф. Щедрин // Экология и жизнь: Сборник статей IX Международной научно-практической конференции. – Пенза, 2006. - С. 227-229.
  12. Щедрин В.Ф. Экологические проблемы использования водных ресурсов Липецкой области: монография / В.Ф. Щедрин, В.К. Рязанцев, А.П. Купрюшин – Липецк: ООО «Центр полиграфии», 2006. - 136 с.

Научное издание  
Щедрин Владимир Федорович

**Геоэкологическая оценка качества водных ресурсов Липецкой области**

**АВТОРЕФЕРАТ**

Диссертации на соискание ученой степени кандидата  
географических наук

Подписано в печать 05.09.2007 г. Формат 60x84 1/16. Печать трафаретная.  
Гарнитура «Таймс». Усл. Печ. Л. 1,4. Уч. –изд. л. 1,3. Заказ 131. Тираж 100  
экз.

Воронежский госпедуниверситет.  
Отпечатано с готового оригинала-макета в типографии университета.  
394043, г. Воронеж, ул. Ленина, 86.