

*На правах рукописи*

**Давыдова Наталья Сергеевна**

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МАЛЫХ ИСКУССТВЕННЫХ  
ВОДОЕМОВ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Специальность 25.00.36 – Геоэкология (науки о Земле)**

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

**Воронеж – 2015**

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Воронежский государственный университет»

- Научный руководитель: доктор географических наук, доцент  
**Дмитриева Вера Александровна**
- Официальные оппоненты: **Коронкевич Николай Иванович**  
доктор географических наук, профессор;  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт географии Российской академии наук, заведующий лабораторией гидрологии
- Кумани Михаил Владимирович**,  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор;  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Курский государственный университет»,  
профессор кафедры физической географии
- Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова»

Защита состоится «22» апреля 2015 г. в 15 час. 30 мин. на заседании диссертационного совета Д 212.038.17 при Воронежском государственном университете по адресу: 394068, г. Воронеж, ул. Хользунова, д. 40, ауд. 303.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте Воронежского государственного университета <http://www.science.vsu.ru/disser>.

Автореферат разослан «\_\_\_» февраля 2015 года

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
доктор географических наук,  
профессор



Куролап Семен Александрович

## Общая характеристика работы

**Актуальность исследования.** Создание искусственных водоемов – типичный путь решения водных проблем в вододефицитных районах и в нашей стране, и в мире. В Воронежской области активное строительство прудов прослеживается в 1965–1985 гг. Оно положило научный интерес к изучению взаимодействия рукотворных водоемов с окружающей средой. В то время, как проблемам создания и экологическим последствиям крупных водохранилищ посвящено множество научных исследований (Авакян, 2002; Авакян и др, 1987; Антропогенные воздействия ..., 2003; Мишон, 2004; 2008; Basson, 2010; Starodubtsev, 2004 и др.), малым искусственным водоемам, в особенности их совокупному воздействию на окружающую среду, уделяется недостаточно внимания.

Актуальность приобретения знаний о функционировании прудов и их взаимодействии с окружающей средой определяется, с одной стороны, тем, что с момента создания многих из них прошло более 50 лет и сложились устойчивые связи, которые представляют научный интерес, а с другой стороны – в условиях все возрастающего дефицита водных ресурсов встают вопросы более рационального использования прудов, чем в настоящее время.

**Цель** диссертационной работы – изучение и комплексная оценка экологических последствий создания малых искусственных водоемов, функционирующих в условиях лесостепной и степной зон на основе разработанных показателей и ГИС- технологий.

Поставленная цель потребовала решения следующих **задач**:

- выполнить анализ современной изученности экологических последствий создания прудов, разработать систему показателей для оценки их экологического состояния, функционирования и рационального использования;
- разработать модуль ГИС прудов и на его основе выявить особенности размещения и изменения обводненности территории;
- изучить роль прудов в формировании гидрологического и гидрохимического режима водных ресурсов территории;
- установить особенности качества воды прудов при разном характере водопользования;
- оценить величину потерь стока на испарение с поверхности прудов и вклад водоемов в устойчивость гидроэкологической безопасности;
- изучить влияние прудов на формирование локального и регионального биоразнообразия;
- разработать оценочные показатели нарушенности природных комплексов и степени обустройства побережий рекреационных прудов;
- на основе полученных результатов дать рекомендации и предложения по созданию водоохраных зон и особо охраняемых природных территорий, оптимизации природопользования в береговой полосе искусственных водоемов.

**Объект** исследования – пруды и природные комплексы на их побережьях.

**Предмет** исследований – геоэкологические последствия создания прудов.

В качестве **района** исследований выбрана Воронежская область, где пруды играют важную водохозяйственную роль.

**Научная новизна результатов исследования:**

- предложена система показателей комплексной оценки экологических последствий создания и функционирования прудов в лесостепной и степной зонах и даны предложения по их рациональному использованию;
- детализирована типология прудов, особенности рельефа, геоморфологии, морфометрии, хозяйственного использования которых позволяют косвенно оценить геоэкологическое состояние водоемов;
- установлено увеличение площади зеркала водной поверхности за счет прудов и особенности его изменения в особо засушливые годы;
- дана современная оценка слоя испарения с прудов Воронежской области и тем самым определена роль прудов в формировании местных водных ресурсов;
- показано на примере ключевых водоемов изменение гидрохимических характеристик воды, обусловленное как природными (климатические, гидрологические), так и антропогенными (водохозяйственное использование) факторами;
- выявлены особенности богатства и разнообразия растительности в экотонной системе побережий прудов;
- дана оценка экологического состояния прудов, как функционирующих аквальных ландшафтных комплексов, на основе их современного использования, степени обустройства побережий, благоприятности проживания населения на территории Воронежской области;
- разработаны рекомендации по созданию водоохраных зон на побережьях малых искусственных водоемов с целью сохранения биоразнообразия в экотонной системе «вода-суша», внесены предложения по приданию отдельным прудам статуса особо охраняемых природных территорий (ООПТ) и организации на них геоэкологического мониторинга;
- предложен стандартный паспорт водоема, учитывающий его водно-ресурсный потенциал.

**Теоретическая значимость** работы состоит в расширении методической базы геоэкологической оценки малых искусственных водоемов на основе разработки прямых и опосредованных показателей, наиболее эффективно раскрывающих связи «водоем – окружающая среда».

**Практическая значимость** исследования подтверждается тем, что разработанные показатели экологической оценки последствий создания прудов имеют достаточно универсальный характер и могут быть использованы в других регионах. Выполненная инвентаризация водоемов и разработанный модуль ГИС прудов позволяют осуществлять оперативный и долговременный мониторинг состояния прудов Воронежской области, используемых для водоснабжения и других водохозяйственных нужд. Разработанные на основании ГИС картосхемы: Обводненность территории Воронежской области за счет прудов по бассейнам притоков 1-го порядка р. Дон; Обводненность территории Воронежской области за счет прудов по муниципальным районам; Благоприятность проживания населения Воронежской области на основании оценки экологического состояния прудов по бассейнам притоков 1-го порядка р. Дон; Благоприят-

ность проживания населения Воронежской области на основании оценки экологического состояния прудов по муниципальным районам могут быть полезными при выработке региональных административных решений социально-экономического и природоохранного содержания. Созданная электронная карта распределения прудов вошла в «Эколого-географический атлас-книгу Воронежской области» (2013). Для целей инвентаризации прудов разработан стандартный паспорт водоема, учитывающий его водно-ресурсный потенциал, современное водопользование и использование побережий. Данная информация будет передана в отдел водных ресурсов Донского бассейнового водного управления (ДБВУ) по Воронежской области. Разработанные рекомендации по осуществлению системы мероприятий по рациональному природопользованию и обустройству побережий водоемов Воронежской области будут предложены Департаменту природных ресурсов и экологии Воронежской области для целей планирования рационального природопользования. Исследования показали, что в настоящее время искусственные водоемы имеют важное природоохранное значение, которое необходимо усиливать, повышая статус особо охраняемых природных территорий (ООПТ).

#### **Положения, выносимые на защиту**

1. Совокупность гидрологических (обводненность, слой испарения, объем потерь воды на испарение), гидрохимических (критерии качества), биологических (биоразнообразие прибрежной полосы), экологических (благоприятность состояния прудов и проживания населения, степень благоустройства побережий), водохозяйственных (характер использования) показателей в рамках ландшафтно-экологического подхода исследований комплексно оценивает современное геоэкологическое состояние прудов.

2. Малые искусственные водоемы Воронежской области, предназначенные для выполнения различных водохозяйственных функций, увеличивают обводненность территории, обеспечивают устойчивость водопользования в межженный период, но одновременно меняются химический состав воды вследствие их эксплуатации и расходная часть гидрологического цикла за счет увеличения потерь на испарение с водной поверхности.

3. Формирование ландшафтного экологического разнообразия на побережье в экотонной системе «вода-суша» под влиянием водоема способствует возрастанию богатства и разнообразия видов растений и их сообществ и распространению вселенцев, в основном представленных адвентивными и синантропными видами.

**Личный вклад автора.** Автор самостоятельно определила цель, поставила задачи исследования, разработала систему показателей геоэкологической оценки прудов, проводила сбор и обработку гидрологических данных, отбор проб воды на химический анализ, участвовала в сборе и обрабатывала эколого-биологические данные, разработала модуль ГИС прудов и создала на его основе картосхемы. Основные материалы для исследования получены автором во время экспедиционных обследований прудов, проводившихся в 2005-2012 гг. в составе сводного экспедиционного отряда ИВП РАН и Воронежского государственного университета, самостоятельных выездов на водные объекты.

**Достоверность результатов** проведенных исследований подтверждается, тем что исходная информация по прудам, измерения и отборы проб производились в соответствии с действующими нормативными документами на эти виды работ, а статистическая, корреляционно-графическая, картографическая обработка материалов выполнялась с помощью лицензионных программ Excel 2010, MapInfo Professional 9.0; покомпонентный анализ проб воды выполнялся в аккредитованной химической лаборатории ИВП РАН.

**Апробация работы.** Основные положения диссертации изложены в коллективных монографиях, статьях и тезисах и отражены в 24 работах. Из них 3 статьи опубликованы в журналах, входящих в перечень ВАК. Автор участвовала в исследованиях по темам НИР Института водных проблем (ИВП) РАН «Эколого-географические закономерности динамики наземных экосистем в условиях изменения режима вод суши и климата» и «Структурно-функциональная организация и динамика экотонных систем «вода-суша»; по программе №14 фундаментальных исследований Отделения наук о Земле РАН «Состояние окружающей среды и прогноз ее динамики под влиянием быстрых глобальных и региональных природных и социально-экономических изменений» и «Эколого-географические и медико-биологические последствия создания искусственных водоемов»; по проекту РФФИ № 06-05-64159 «Современный гидроморфизм и биоразнообразие степной зоны России». Результаты исследований по теме диссертации докладывались на научных семинарах ИВП РАН; Всесоюзных конференциях молодых ученых ИВП РАН «Водные ресурсы, экология и гидрологическая безопасность» (Москва, 2007, 2008, 2009, 2010, 2013); Седьмом международном конгрессе «Вода: экология и технология» – ЭКВАТЕК – 2006 (Москва, 2006); Международной научной конференции «Естественные и инвазийные процессы формирования биоразнообразия водных и наземных экосистем» (Ростов-на-Дону, 2007); научных конференциях «Флора и растительность Центрального Черноземья» (Курск, 2008-2010); XIII Международной научно-практической конференции «Проблемы экологии и экологической безопасности Центрального Черноземья Российской Федерации» (Липецк, 2009); Международной научной конференция молодых ученых «Актуальные проблемы ботаники и экологии» (Ялта, 2010); Всероссийской научно-практической конференции «Геоинформационное картографирование в регионах России» (Воронеж, 2009); XIV Съезде РГО (Санкт – Петербург, 2010); Международной научной конференции «Региональные эффекты глобальных изменений климата» (Воронеж, 2012); научных конференциях кафедры природопользования факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета (Воронеж, 2013); межрегиональной научно-практической конференции «Современные проблемы особо охраняемых природных территорий регионального значения и пути их решения» (Воронеж, 2014).

Статистическая обработка исходной информации производилась с помощью пакетов Excel, Statistica, MapInfo 9.0.

**Объём и структура работы.** Диссертация состоит из введения, 6 глав, выводов, списка литературы и приложения. Объем диссертации составляют 235

страниц текста (основная часть 172 страницы), 35 рисунков, 24 таблицы. Объем приложения – 63 страницы. Список литературы содержит 285 источников, в том числе 9 иностранных и 24 авторские работы.

Автор выражает глубокую признательность и искреннюю благодарность докторам географических наук, профессорам Н.М. Новиковой и А.Я. Григорьевской, кандидату биологических наук Н.Ю. Хлызовой и кандидату географических наук доценту Ю.А. Нестерову, научному руководителю, доктору географических наук, доценту В.А. Дмитриевой за всестороннюю помощь и поддержку при написании диссертации.

## СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **Введении** раскрываются актуальность, цель, задачи, объект, предмет, район исследования, научная новизна.

В **первой главе** «Геоэкологические исследования и оценка функционирования искусственных водоемов» приводится обзор научных работ, в которых отражено изучение взаимодействия искусственных водоемов с окружающей средой. Отмечено, что с геоэкологических позиций геосистема «водоем – окружающая среда» в большей степени изучена в отношении водохранилищ, а малые искусственные водоемы исследованы недостаточно.

Во **второй главе** «Материалы и методы, район исследования» характеризуется исходная информация, представляющая базу данных и положенная в основу исследования. В краткой форме излагается физико-географическая характеристика Воронежской области, справочные сведения о ключевых прудах.

В **третьей главе** «Роль искусственных водоемов в обводненности региона» представлена типология малых искусственных водоемов, определено изменение территориальной обводненности на базе модуля ГИС прудов.

**Четвертая глава** «Гидрологический и гидрохимический режим прудов и их вклад в устойчивость гидроэкологической безопасности» дает представление о водообеспеченности, изменении качества воды, связанного с хозяйственным использованием, а также гидрологическом, гидрохимическом и экологическом состоянии прудов.

**Пятая глава** «Растительный покров побережий малых искусственных водоемов Воронежской области» посвящена описанию, анализу флоры и растительных сообществ побережий малых искусственных водоемов, выявлению адвентивных и синантропных видов.

В **шестой главе** «Рекомендации по созданию водоохраных зон, особо охраняемых природных территорий и оптимизации природопользования вблизи малых искусственных водоемов» характеризуется нарушенность побережий рекреационных прудов, делаются предложения по созданию водоохраных зон вокруг прудов и улучшению экологической обстановки, даются рекомендации по приданию статуса ООПТ отдельным прудам, организации геоэкологического мониторинга.

**Выводы** обобщают результаты исследований, полученные в работе.

## ОСНОВНЫЕ ЗАЩИЩАЕМЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

**Совокупность гидрологических (обводненность, слой испарения, объем потерь воды на испарение), гидрохимических (критерии качества), биологических (биоразнообразие прибрежной полосы), экологических (благоприятность состояния прудов и проживания населения, степень благоустройства побережий), водохозяйственных (характер использования) показателей в рамках ландшафтно-экологического подхода исследований комплексно оценивает современное геоэкологическое состояние прудов**

Различные аспекты изучения прудов Воронежской области отражены в работах Г.И. Болотова, 1990; В.Е. Веденяпина, 1961; А.Г. Курдова, В.А. Дмитриевой, 1994, 2000, 2004; Лопатина, 1965; Ф.Н. Милькова, 1986; В.Б. Михно, 1984, 1995, 1990; В.М. Михно, А.И. Доброва, 2000; В.М. Мишона, 2003, 2004; Г.С. Пашнева, 1964, 1969; О.П. Семенова, Э.В. Косцовой, 1975; В.А. Сердобова, 1964, 1967; В.М. Смольянинова, 1972; В.М. Смольянинова, С.В. Хруцкого, 1970; И.П. Сухарева, Г.С. Пашнева, 1968, 1976, и др. В работах указанных авторов при разносторонности подходов к исследованию прудов отсутствует комплексная геоэкологическая оценка взаимодействия «водоем – окружающая среда», на что в настоящей работе обращается особое внимание.

Геоэкологическая оценка прудов базируется на ландшафтно-экологическом подходе к исследованию и дает представление о состоянии водоема и его воздействии на прилегающие территории посредством совокупности показателей. Анализ генезиса, гидрологического режима, размеров и хозяйственного использования позволил обследованные пруды отнести к 5 типам и 10 подтипам, по косвенным признакам позволяющим предвидеть экологическое состояние прудов.

Группу прямых гидрологических показателей геоэкологической оценки прудов составляют количество и площадь водного зеркала прудов. Они могут рассматриваться и как положительное явление в связи с создаваемым ими увеличением доступных статических водных ресурсов и повышением качества жизни населения, и как отрицательное, с позиций гидроэкологии – в связи со снижением качества воды и повышением непроизводительных затрат на испарение из-за увеличения открытой водной поверхности. Рассчитана обводненность территории за счет прудов в абсолютных единицах, представляющая собой суммарную площадь водного зеркала прудов в квадратных километрах, и коэффициент обводненности – относительная величина в процентах от площади бассейнов притоков 1-го порядка р. Дон, всей площади области, муниципального района или природной зоны в границе области. Расчеты выполнены на основе разработанного автором модуля ГИС прудов с использованием стандартной программы MapInfo Professional 9.0. Полученные результаты внесены в базу данных для составления картосхемы обводненности, картосхемы благоприятности проживания населения и других аналитических расчетов и графических схем.



К группе косвенных гидрологических показателей «экологического качества воды» относятся слой испарения с водной поверхности, объем потерь воды на испарение, изменение уровня воды в малых искусственных водоемах в разные по метеоусловиям и водности годы (2009-2011), в том числе и экстремальные (2010). Данные показатели определяют водообмен и способность водоема к разбавлению загрязняющих веществ.

Показатели химического состава воды и содержание биогенных веществ в водоемах разного хозяйственного назначения, сопоставляемые с ПДК для рыбоводных водоемов, характеризуют геоэкологическое состояние прудов. Вода прудов относится по значению ИЗВ к соответствующему классу качества (7 классов качества) и оценивается по степени «напряженности гидроэкологической ситуации» (5 классов, Коронкевич и др., 1995).

Экологическое состояние прудов оценивалось по возрасту и степени неблагоприятного влияния их на прилегающие ландшафты (пруды-отстойники, фильтрационные пруды, старые заросшие и т.д.). За основу взяты 4 класса экологического состояния прудов (1-благоприятное, 2 – мало благоприятное, 3 – неблагоприятное, 4 – очень неблагоприятное), выделенные В.Б. Михно, А.И. Добровым (2000). Автором расширено число обследованных прудов и с учетом собственной детализации в табличной и картографической формах представлено их экологическое состояние.

Применительно к прудам рекреационного назначения автором предложены оценочные показатели в баллах, учитывающие степень нарушенности природных комплексов и степень обустройства побережий прудов, принятых в работе для геоэкологической оценки. Нарушенность оценивалась с учетом площади нарушения и глубины воздействия на растительные комплексы в пределах от 0 до 6 баллов. Высший балл присваивается при максимальном негативном антропогенном воздействии. Балльная оценка обустройства и оборудованности побережий включает три категории: хорошее, имеется и отсутствует. В данном случае итоговая сумма баллов может изменяться от 0 до 21.

Один из важнейших биологических показателей, характеризующих состояние прудов с учетом их воздействия на прилегающие территории, – видовой состав растительности и его индикационное значение, позволяющее оценить ширину полосы воздействия и характер трансформированности побережья на основании сопоставления с исходным ландшафтом. Анализ видовой насыщенности, таксономической структуры, представленности экологических, фитоценологических, биоморфологических групп видов, участия сорных, рудеральных и адвентивных растений позволяет оценить экологические изменения в отношении увлажнения биотопа и засоления почв, антропогенной нарушенности и выделить структурные элементы экотонной системы «вода-суша».

Водохозяйственным показателем, который принимается во внимание для геоэкологической оценки, служит характер использования водоема, оказывающий воздействие на его гидрологические и гидрохимические характеристики. Их количественные значения рассмотрены на примере наиболее широко распространенных типов использования прудов Воронежской области: товарного рыбоводства, любительского рыболовства, комплексного использования. При

наличии данных о водозаборе и сбросе вод в водоем они могут служить дополнительным показателем геоэкологической оценки.

Важным методическим приемом исследования является выбор 3-х ключевых прудов, расположенных в разных частях области, в разных ландшафтных районах, близких по ландшафтным условиям их заложения (балочные), отличающихся по размерам и условиям формирования водного режима и имеющих разное водохозяйственное использование (пруд любительского рыболовства, пруд товарного рыбоводства, пруд комплексного использования).

В итоге автором разработана система показателей в качестве методической основы для геоэкологического исследования и оценки функционирующих прудов.

**Малые искусственные водоемы Воронежской области, предназначенные для выполнения различных водохозяйственных функций, увеличивают обводненность территории, обеспечивают устойчивость водопользования в меженный период, но одновременно меняются химический состав воды вследствие их эксплуатации и расходная часть гидрологического цикла за счет увеличения потерь на испарение с водной поверхности**

Площадь водного зеркала прудов – количественный показатель обводненности – получена путем векторизации береговой линии по топографическим картам Воронежской области масштаба 1:200 000 и подсчета ее величины стандартным запросом MapInfo с последующим размещением данных в модуле ГИС прудов. Детальная инвентаризация прудов показала, что на территории Воронежской области имеется 1581 искусственный водоем с площадью водной поверхности более 0,002 км<sup>2</sup>, разделенных по данному показателю на 4 класса (табл.1). В каждом из классов определены количество прудов и доля каждого класса от общего их количества в процентах.

Таблица 1 – Классы прудов в зависимости от размерности площади водного зеркала и доля каждого класса от общего количества.

Класс	Площадь водной поверхности, км <sup>2</sup>	Количество прудов	Доля от общего количества прудов, %
1	0 – 0,1	1325	83
2	>0,1 – 0,2	156	10
3	>0,2 – 0,3	44	3
4	>0,3 – 1,3	46	4
Всего		1581	100

В Воронежской области наиболее часто встречаются пруды с площадью водной поверхности, относящиеся к первому классу размерности (0-0,1 км<sup>2</sup>). Они составляют 83 % от общего числа искусственных водоемов (Давыдова, 2008).

Географическая особенность пространственного размещения прудов по территории Воронежской области заключается в том, что большая часть прудов (1254 единицы) располагается на Окско-Донской низменной равнине, характеризующейся лучшими геологическими условиями для создания искусственных водоемов, чем Среднерусская возвышенность. В лесостепной зоне количество прудов в 8,2 раза, а общая площадь их водного зеркала почти в 16,4 раза выше,

чем в степной. Удельная аквальность в степной зоне незначительна и увеличилась за счет создания искусственных водных объектов всего на 0,08 %.

Левобережье и правобережье Донского бассейна в границе Воронежской области обводнены прудами крайне неравномерно. На левобережье, которое по площади больше правобережья примерно в 2,5 раза, создано прудов в 6 раз больше. Максимальное их число сосредоточено в бассейнах рек Битюг, Хопер и Толучеевка. Аквальность территории левобережья за счет созданных прудов в 3,2 раза больше, чем правобережья. Часть поверхностного стока задерживается в прудах, созданных в межбассейновых пространствах рек. Их площадь равна 5,81 км<sup>2</sup>. Общая площадь водного зеркала малых искусственных водоемов составляет 103,72 км<sup>2</sup>, или 0,20 % от общей площади Воронежской области и характеризует увеличение обводненности области за счет прудов.

Обводненность муниципальных районов является важным экологическим показателем комфортности проживания населения, поскольку для сельского населения пруды являются источниками удовлетворения потребностей в воде, особенно в период межени, когда реки мелеют, а естественное увлажнение недостаточное. Пруды выступают гарантом устойчивого водопользования. Применение ГИС позволило определить суммарную площадь водного зеркала прудов; построить картосхему пространственного распределения прудов; оценить обводненность лесостепной и степной зон, площадей правобережья и левобережья Дона, муниципальных районов; рассчитать соотношение площадей водного зеркала по речным бассейнам и муниципальным районам (рис. 1).

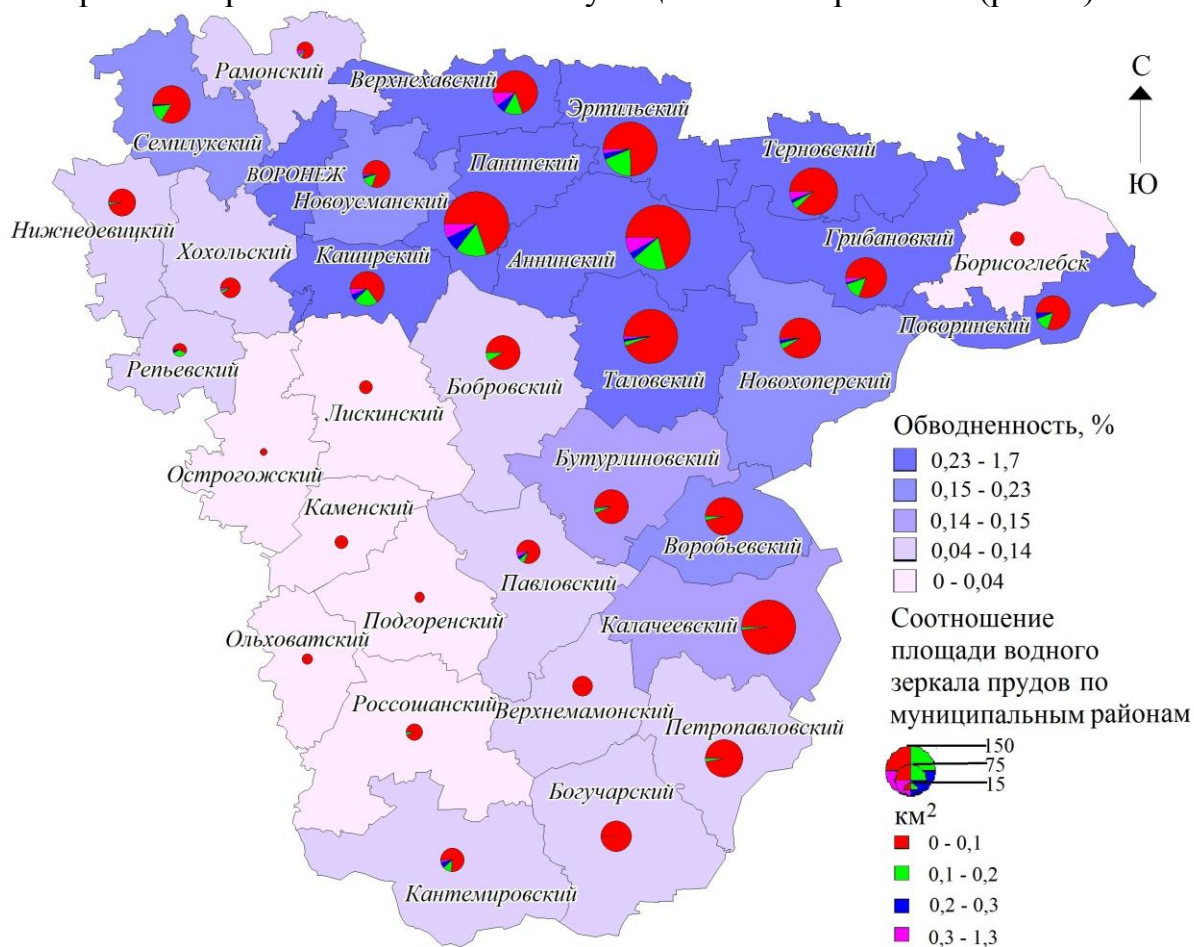
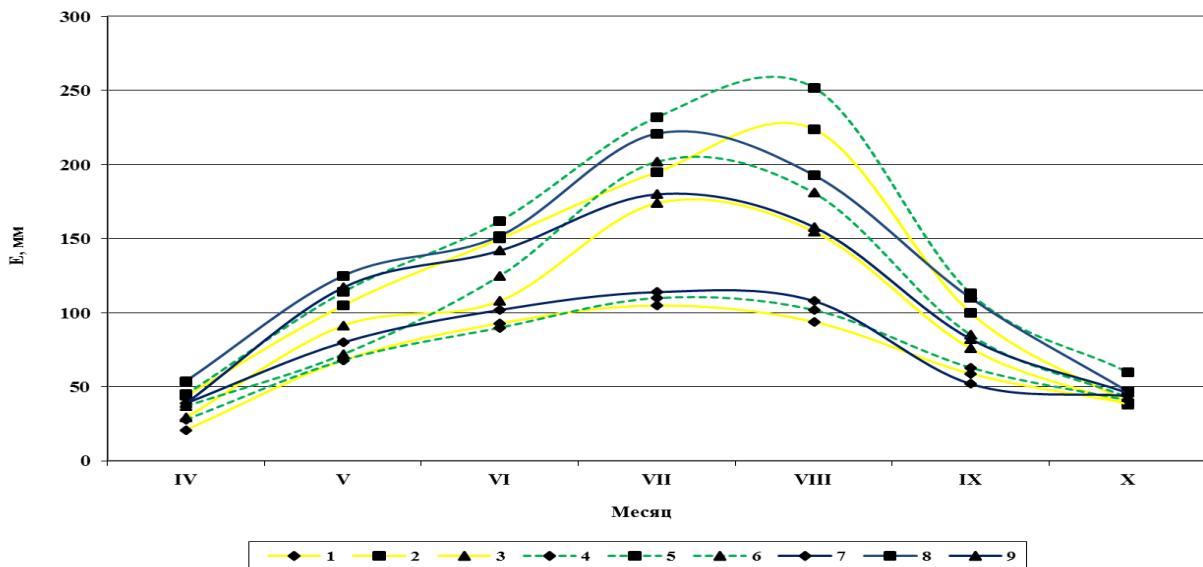


Рисунок 1 – Картосхема обводненности районов за счет прудов.

Наиболее обводненными районами являются Аннинский – 0,58 %; Верхнехавский – 0,60 %, Каширский – 0,45 %, Панинский – 0,86 %, Таловский – 0,24 %, Терновский – 0,34 %, Эртильский – 1,7 %. Наименее обводненные районы: Борисоглебский – 0,02 %, Каменский – 0,02 %, Лискинский – 0,01 %, Ольховатский – 0,02 %, Острогожский – 0,003 %, Подгоренский – 0,01 %, Россошанский – 0,026 %. Оставшиеся муниципальные районы занимают промежуточное положение среди достаточно обводненных и мало обводненных.

Пруды, с одной стороны, увеличивают обводненность, а с другой стороны являются источником дополнительного испарения с возросшей открытой водной поверхности. Для расчета испарения в течение ряда лет проводились наблюдения и измерения гидрометеорологических параметров на 3-х ключевых прудах, расположенных на северо-западе области в Рамонском районе, на востоке области в Новохоперском районе, на юге области в Павловском районе.

По фактическим материалам и действующей методике (Указания по расчету испарения с водной поверхности, 1969) для каждого пруда рассчитаны месячный и суммарный слой испарения с водного зеркала за период, свободный ото льда (рис.2).



Условные обозначения: 1,2,3 – пруд любительского рыболовства (2009–2011 гг.); 4,5,6 – пруд комплексного использования (2009–2011 гг.); 7,8,9 – пруд товарного рыболовства, (2009–2011 гг.).

Рисунок 2 – Слой испарения с водной поверхности ключевых водоемов.

Суммарный слой испарения по годам варьирует на пруду любительского рыболовства ( $S=1,2 \text{ км}^2$ , Рамонский район) от 479 до 857 мм, комплексного использования ( $S=0,028 \text{ км}^2$ , Новохоперский район) от 502 до 978 мм, любительского рыболовства ( $S=0,48 \text{ км}^2$ , Павловский район) от 539 до 902 мм. Средняя величина слоя испарения с водной поверхности прудов составила 715 мм, что примерно на 120-150 мм выше ранее определенных другими авторами значений. В наблюдениях и расчетах присутствует аномально жаркий за период наблюдений 2010 год. Наибольший слой испарения сформировался на востоке области – 978 мм, где установилась жесточайшая засуха, приведшая к высыханию водоемов, в том числе и пруда комплексного использования, и пересыха-

нию колодцев. Слой испарения – 978 мм – близок к величине максимально возможного испарения. Аномальные метеоусловия отразились на внутригодовых изменениях слоя испарения. Внутригодовой ход испарения различается по годам. В 2009 и 2011 гг. прослеживается четкая закономерность увеличения слоя испарения от апреля к июлю и снижение от июля к октябрю. В 2010 году максимум сместился на август вслед за максимумом температуры воздуха и воды (см. рис. 2).

Объем потерь воды на испарение с прудов области за 2009–2011 годы, рассчитанный по суммарному слою испарения  $W_{\text{ср}}$ , равен  $0,223 \text{ км}^3$ . Средняя величина потерь на испарение с прудов Воронежской области от водных ресурсов местного формирования ( $3,62 \text{ км}^3$ ) составляет 6 %, а от объема воды в прудах ( $0,77 \text{ км}^3$ ) – 28 %. Вследствие дополнительных потерь воды на испарение увеличивается расходная ветвь гидрологического цикла, снижаются ресурсная функция прудов, эффективность водопользования и качество воды за счет ухудшения разбавляющей способности водоема.

Гидрохимический анализ воды в ключевых прудах исследовался по следующим показателям: водородный показатель, электропроводность, содержание основных ионов (Ca, Mg, Na, K,  $\text{HCO}_3$ , Cl,  $\text{SO}_4$ , БПК<sub>5</sub>,  $\text{O}_2$ ); биогенные элементы (фосфор минеральный, фосфор общий, нитриты, нитраты, аммонийный азот, азот общий, перманганатная окисляемость, бихроматная окисляемость, цветность). По средним значениям каждого показателя, рассчитанным для каждого пруда, наибольшие превышения отмечаются в воде прудов комплексного использования и товарного рыбоводства по растворенному кислороду, перманганатной окисляемости, бихроматной окисляемости, аммонийному азоту, общему азоту, общему фосфору, минеральному фосфору; комплексного использования и товарного рыбоводства по цветности, магнию и сульфатам. Превышения находятся в широком диапазоне значений, например, максимальные превышения ПДК в воде пруда товарного рыбоводства, где осуществляется регулярная подкормка рыбы навозом, по перманганатной окисляемости примерно в 3 раза, бихроматной окисляемости в 4 раза, аммонийному азоту в 6 раз, общему азоту в 3-21 раз, общему фосфору в 3-110 раз. Превышения ПДК по общему азоту и общему фосфору относятся к нижнему и верхнему пределу соответственно.

Оценка качества воды по общим и суммарным показателям показывает, что природные региональные воды прудов преимущественно гидрокарбонатного состава испытали антропогенную трансформацию. Высокие средние многолетние значения окисляемости показали, что вода в прудах имеет повышенное содержание биогенных элементов и относится к категории «очень грязных». Высокое содержание нитратных ионов в водах свидетельствуют о том, что экосистемы водоемов эвтрофны. Высокая нагрузка по фосфатам ( $537 \text{ мг/дц}^3$ ) характерна для пруда товарного рыбоводства, что требует отнести его к гипертрофным водоемам.

На рисунках 3 и 4 показано изменение фосфора общего и перманганатной окисляемости по измерениям в течение весенне-летне-осеннего сезонов 2006-2008 годов.

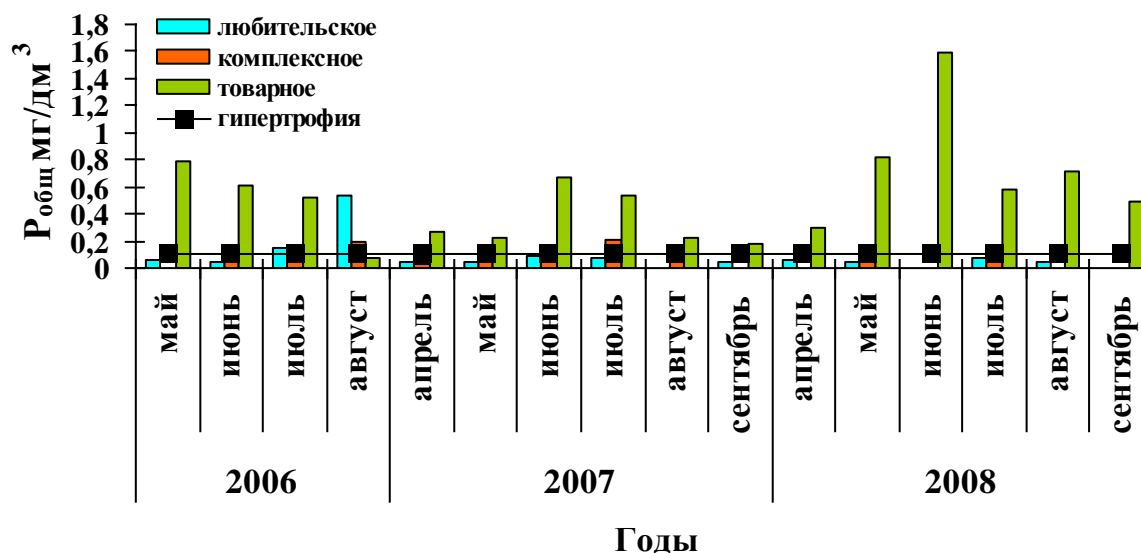


Рисунок 3 – Изменение фосфора общего.

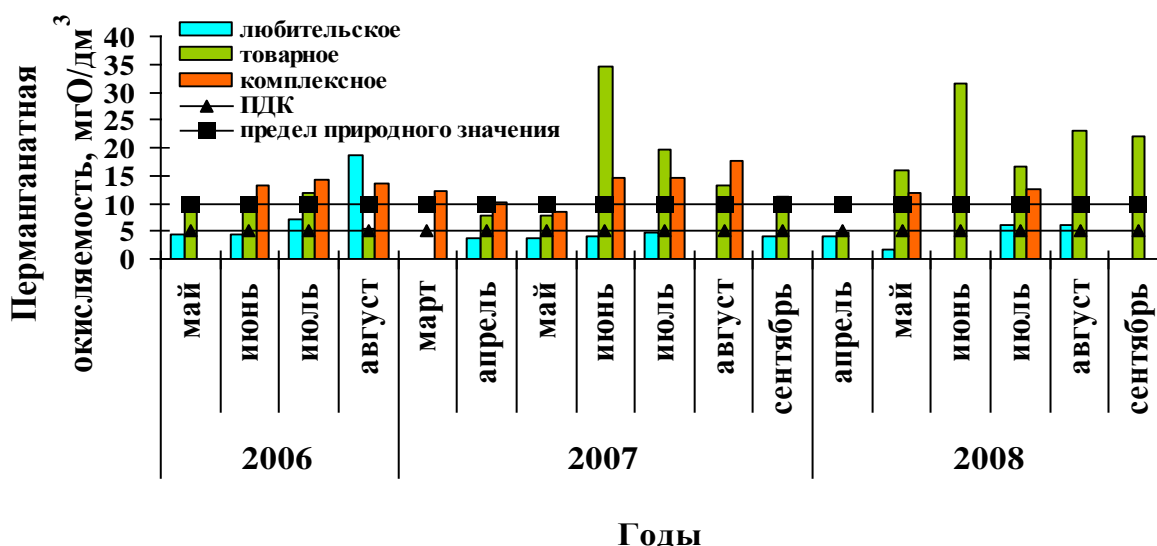


Рисунок 4 – Перманганатная окисляемость воды прудов.

Индекс загрязнения воды для каждого пруда рассчитан по шести ингредиентам, имеющим наибольшую концентрацию для конкретного пруда (растворенный кислород, бихроматная окисляемость, перманганатная окисляемость, общий азот, сульфаты, азот аммонийный, фосфор общий, водородный показатель, биологическое потребление кислорода в течение 5 суток). Среднее значение ИЗВ характеризует качество воды от «чистой» (пруд любительского рыболовства) до «загрязненной» (пруд товарного рыболовства). Минимальные значения ИЗВ позволяют отнести воду прудов к категории «чистая» с некоторой долей условности по отношению к пруду комплексного назначения, а максимальные значения ИЗВ характеризует воды пруда любительского рыболовства как «грязные», комплексного назначения, как «загрязненные», а товарного производства как «очень грязные». Пруд любительского рыболовства имеет лучшие показатели качества воды, нежели два других пруда, что можно объяснить меньшей антропогенной нагрузкой и лучшими гидрологическими показателями.

ми: большим объемом и водообменом. Расчеты показали, что вода в ключевых прудах имеет невысокое качество (табл. 5).

Таблица 5 – Индекс загрязнения воды в ключевых прудах.

ИЗВ в пруду								
комплексного использования			любительского рыболовства			товарного рыбоводства		
средний	миним.	максим.	средний	миним.	максим.	средний	миним.	максим.
1,92	0,98	3,71	0,94	0,75	4,67	3,79	0,96	7,78
Раст. O <sub>2</sub> – 1,29 ПДК	Раст. O <sub>2</sub> – 1,21 ПДК	Раст. O <sub>2</sub> – 1,36 ПДК	Раст. O <sub>2</sub> – 1,34 ПДК	Раст. O <sub>2</sub> – 1,25 ПДК	Раст. O <sub>2</sub> – 1,48 ПДК	Раст. O <sub>2</sub> – 1,07 ПДК	Раст. O <sub>2</sub> – 0,9 ПДК	Раст. O <sub>2</sub> – 1,23 ПДК
БПК <sub>5</sub> – 0,65 ПДК	БПК <sub>5</sub> – 0,6 ПДК	БПК <sub>5</sub> – 0,83 ПДК	БПК <sub>5</sub> – 0,63 ПДК	БПК <sub>5</sub> – 0,56 ПДК	БПК <sub>5</sub> – 0,66 ПДК	БПК <sub>5</sub> – 0,85 ПДК	БПК <sub>5</sub> – 0,7 ПДК	БПК <sub>5</sub> – 1,03 ПДК
N-NH <sub>4</sub> – 1,25 ПДК	N общи – 0,75 ПДК	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> – 3,4 ПДК	XПК – 1,06 ПДК	pH – 1,08 ПДК	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> – 8,2 ПДК	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> – 8 ПДК	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> – 1,2 ПДК	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> – 16,2 ПДК
XПК – 3,45 ПДК	XПК – 1,32 ПДК	XПК – 8 ПДК	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> – 1,4 ПДК	XПК – 0,67 ПДК	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> – 8,2 ПДК	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> – 5,75 ПДК	pH – 1,01 ПДК	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> – 10,4 ПДК
Перм. окисл – 2,62 ПДК	Mg <sup>2+</sup> – 1,02 ПДК	P общий – 4,45 ПДК	P общий – 1,25 ПДК	P общий – 0,55 ПДК	NO <sub>2</sub> – 5 ПДК	XПК – 3,87 ПДК	Перм. окисл – 0,96 ПДК	P общий – 7,95 ПДК
N общий – 2,25 ПДК	pH – 1 ПДК	Перм. окисл – 4,22 ПДК	Перм. окисл – 1,06 ПДК	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> – 0,4 ПДК	XПК – 4,5 ПДК	Перм. окисл – 3,22 ПДК	N общий – 0,95 ПДК	Перм. окисл – 10,9 ПДК

С геоэкологических позиций степень напряженности гидроэкологической ситуации по градациям, предложенным Н.И. Коронкевичем и др. (1995), оцениваются неоднозначно. По средним значениям ИЗВ пруды любительского рыболовства и комплексного использования имеют напряженную гидроэкологическую ситуацию, пруд товарного рыбоводства – конфликтную. По минимальным значениям – на всех прудах складывается удовлетворительная степень напряженности; по максимальным значениям ИЗВ у пруда комплексного назначения – конфликтная гидроэкологическая ситуация, любительского рыболовства – кризисная, товарного рыбоводства – катастрофическая.

С водохозяйственной функцией тесно связано экологическое состояние прудов. Оно оценивалось по классам в зависимости от степени влияния на ландшафтно-экологическую обстановку в процессе функционирования. Пруды, находящиеся в хорошем экологическом состоянии, создают более благоприятные условия окружающей среды для жизни и деятельности человека (1 класс). Водоемы, не ухудшающие условия среды для жизнедеятельности человека, но имеющие мощный слой вторичных отложений, зарастающие водной растительностью, что существенно снижает возможность их использования человеком, относятся к мало благоприятным (2 класс). Пруды специального назначения, преимущественно рыбоводные, качество воды в которых зависит как от внутриводоемных процессов, так и состояния водосбора, относятся к неблагоприятным (3 класс). Пруды с очень неблагоприятным экологическим состоянием имеют узкоспециализированную направленность, например, пруды-накопители при сахарных заводах, животноводческих фермах и т.д., вода которых имеет высокую степень концентрации загрязняющих веществ и поэтому они могут оказывать негативное влияние на ландшафты смежных территорий (4 класс). Сведения об экологическом состоянии прудов приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Экологическое состояние прудов в бассейнах и межбассейновых пространствах рек Воронежской области.

№ в ГИС	Название бассейна	Кол-во водных объектов в бассейне	Оценочные баллы			
			1	2	3	4
			Количество водных объектов			
1	Большая Верейка	11	11	0	0	0
2	Ведуга	54	50	1	0	3
3	Девица (Красная Девица)	33	26	4	1	2
4	Воронеж	109	70	27	4	8
5	Хворостань	45	39	3	1	2
6	Девица (Нижняя Девица)	3	0	1	2	0
7	Потудань	18	6	12	0	0
8	Тихая Сосна	5	4	1	0	0
9	Икорец	105	75	24	2	4
10	Битюг	401	217	115	50	19
11	Осередь	83	60	10	10	3
12	Казинка	3	3	0	0	0
13	Черная Калитва	31	22	2	6	2
14	Мамоновка	22	17	0	4	1
15	Богучарка	52	26	1	22	3
16	Толучеевка	170	139	13	14	4
17	Хопер	316	187	58	42	29
200, 300	Межбассейновые пространства	120	96	8	9	7
Итого		1581	1048	280	167	86

На основе оценки экологического состояния искусственных водоемов составлена картосхема благоприятности проживания населения в муниципальных образованиях (рис. 5).

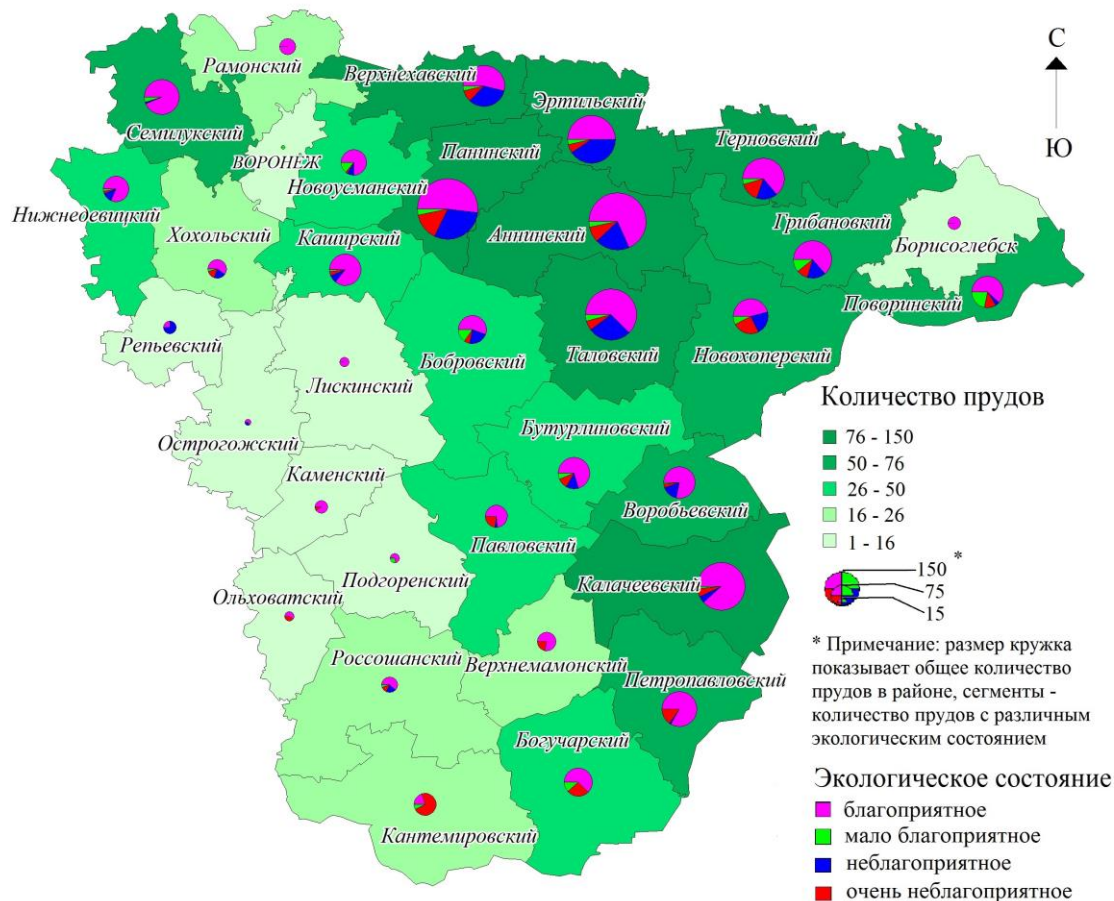


Рисунок 5 – Картосхема экологического состояния прудов.



К благоприятным по комфортности относятся Верхнехавский, Панинский, Таловский, Терновский, Семилукский районы. Наименее благоприятные в этом отношении Ольховатский, Острогожский, Подгоренский, Бобровский муниципальные районы. В итоге из 31 муниципального образования 9 имеют наилучшие, 15 средние и 8 наихудшие по комфортности проживания условия.

Согласно классификации прудов по экологическому состоянию получены следующие результаты: 66 % прудов имеет благоприятное экологическое состояние, 18 % относятся к неблагоприятному состоянию, 11 % составляют класс прудов с малоблагоприятным состоянием, 5 % имеют очень неблагоприятное экологическое состояние. Современное использование, антропогенная нагрузка на малые искусственные водоемы и прилегающие к ним территории оказывают непосредственное влияние на формирование биоразнообразия береговой зоны.

**Формирование ландшафтно-экологического разнообразия биотопов на побережье в экотонной системе «вода-суша» под влиянием водоема способствует возрастанию богатства и разнообразия видов растений и их сообществ и распространению вселенцев, в основном представленных адвентивными и синантропными растениями.**

Флора побережий изучалась в зоне влияния прудов шириной до 20 м от уреза воды, включающей «амфибиальный», «динамический» и «маргинальный» блоки экотонной системы «вода-суша». Воздействие водоема в них передается через близко залегающие к поверхности грунтовые воды и через биогеоэкологические связи соответственно. Таксономическая структура флоры прибрежной полосы прудов констатирует наличие 240 видов сосудистых растений, которые относятся к двум отделам: *Equisetophyta* и *Magnoliophyta*, трем классам: *Equisetopsida*, *Liliopsida*, *Magnoliopsida*, 50 семействам и 164 родам. Флора экотонов утрачивает естественные природные особенности. Экологические типы флоры, выделенные по отношению к факторам среды, дают представление о гидроморфологических и ландшафтно – экологических условиях региона (табл. 7).

Таблица 7 – Экологические типы флоры в зоне влияния малых водоемов.

Название экологических типов, число видов / %						
Мезо-фиты	Ксеро-фиты	Гигро-фиты	Гело-фиты	Гало-фиты	Кальце-фиты	Псаммо-фиты
147/61,75	36/15	24/10	3/1,25	19/7,9	12/5	25/10,4

Эколого – фитоэкологические группы отражают формирование и развитие флоры в связи с ландшафтно – экологической структурой экотонов прибрежной полосы. На основе анализа эколого-фитоэкологических особенностей флоры выделены шесть групп фитоэкоотипов, в системе которых имеется ряд фитоэкоотипических элементов (табл. 8).

Таблица 8 – Эколого–фитоэкоотипические группы и элементы флоры.

Название фитоэкоотипов, число видов/фитоэкоотипический элемент					
Степная	Лесная	Луговая	Сорная	Болотная	Прибрежная
101/11	42/10	31/7	29/2	31/9	6/4

Доминирование лесной и степной групп является закономерным для лесостепной и степной зон, к которым приурочены объекты исследования. Повышенный процент адвентивизации флоры прибрежной полосы прудов указывает на её молодой возраст, на продолжающийся процесс её формирования и сильную динамичность среды биотопов. Близки по экологическим характеристикам по отношению к фактору увлажнения такие фитоценогруппы как луговая, прибрежная и болотная. Топоэкологические гидрогенные ряды от плакора к искусственному водоему включают четыре биотопа, в которых усиливается роль водного фактора. В этом же направлении происходит замещение доминантов разной экологии: ксерофильные → мезофильные → гигрофильные → гидрофильные. Общее проективное покрытие и видовая насыщенность максимальны в переходном прибрежно-водном биотопе и минимальны в водном.

На примере флористического анализа и представленных исследований выяснилось, что с малыми искусственными водоемами связан ряд экологических проблем: водная эрозия, подтопление, затопление долинных и балочных лесов, представляющих центры биоразнообразия, загрязнение естественных водотоков при сбросе сточных вод и спуске воды из рыбоводных прудов, для которых характерно повышенное содержание биогенных элементов и органики.

Вместе с тем, малые искусственные водоемы необходимы для хозяйственной деятельности и жизни людей. В связи с этим для сохранения биоразнообразия предлагается выделение водоохраных зон вокруг прудов. С этой целью пруды были обследованы по степени нарушенности природных комплексов побережий и полноты обустройства для выполнения предназначенных водоемами функций. Степень нарушенности рассчитывалась для всех прудов в балльной оценке в соответствии с критериями, вынесенными в таблицу 9.

Таблица 9 – Показатели и баллы для расчета степени нарушенности водоохраных зон прудов.

Показатели	Норма	Риск	Кризис	Бедствие
Оценка площади нарушения побережья, %				
10	0			
20-30		1		
30-60			2	
>60				3
Оценка степени нарушения по структуре растительных сообществ				
Практически нет изменений	0			
Смена в травяном покрове на устойчивые к вытаптыванию		1		
Смена в кустарниковом ярусе			2	
Смена в древесном ярусе				3
Итоговая оценка (максимальные баллы)	0	2	4	6

Анализ природопользования на прудах рекреационного назначения и любительского рыболовства показал, что в настоящее время отсутствует четкое разграничение водоохраных и пляжных зон, пляжи не обустроены, на них не соблюдаются нормы нагрузки по количеству человек на квадратный метр площади побережья (ГОСТ 1.1.5.02-80). Следствием этого является уплотнение почвы, что отрицательно сказывается на растительности побережий водоемов в виде обеднения видового состава, смене сообществ и появлении упрощенных

моноценозов (Подольский, Давыдова, 2006). Опыт оценки прудов рекреационного назначения по их благоустройству приведен в таблице 10.

Таблица 10– Оценка рекреационных водоемов по обеспеченности обустройства их побережий.

Система показателей для оценки обустройства	Хорошее	Имеется	Отсутствует
Подъездные пути к рекреационному водоему	3	2	0
Стоянки для автомобилей и общественного транспорта	3	2	0
Удобные и безопасные подходы к воде	3	2	0
Безопасный рельеф дна водного объекта в зонах купания населения (отсутствие ям, зарослей водных растений, острых камней и пр.)	3	2	0
Наличие кабинок для переодевания, биотуалетов	3	2	0
Благоприятный гидрологический режим (отсутствие резких колебаний уровня воды)	3	2	0
Размещение на территории медпункта и спасательной станции с наблюдательной вышкой	3	2	0
Итоговая оценка	21	14	0

Водоохранные и барьерные функции рекреационных прудов снижены, производится мойка машин, что также отрицательно влияет на качество воды в водоеме. Не организованы площадки для туалетов и ТБО и их планомерный вывоз, отсутствуют подъезды к местам купания, нет стоянок для автомобилей, на многих прудах нет медицинских пунктов. Пример оценки состояния предполагаемой водоохранной зоны на конкретных прудах, используемых для рекреации, отражен в таблице 11, которая сочетает в себе показатели таблицы 9 (баллы для расчета степени нарушения водоохранной зоны прудов) и таблицы 10 (оценка обеспеченности благоустройства побережий рекреационных водоемов).

Таблица 11 – Оценка обеспеченности благоустройства отдельных прудов рекреационного назначения.

Пруд	Оценка состояния водоохранной зоны		Итог
	по степени обустройства	по степени нарушения побережья	
Сорокино (Новохоперский р-н)	8	2	8/2
Кантемировский, пгт Кантемировка	11	3	11/3
Острогожский	10	6	10/6
Парижская Коммуна (Верхняя Хава)	10	2	10/2
Хорольская балка (Каменная Степь, Таловский р - н)	11	0	11/0
22 партсъезд	11	3	11/3
Карьерный (Известняковый, с. Кри- воборье, Рамонский р-н)	2	3	2/3

Наиболее часто встречающиеся оценочные баллы для рекреационных прудов 11 и 10 в числителе, 3 и 2 – в знаменателе (Давыдова, 2007). Это показывает, что пруды по степени обустройства далеки от желаемого, оцениваемого максимальным значением в 21 балл (см. табл. 10).

Растительность на побережье (в водоохранной зоне) некоторых прудов зачастую нарушена. Максимальная оценка 3 балла присваивается площади, подверженной трансформации более 60%, и при максимальной степени нарушения растительного покрова оценивается также в 3 балла (см. табл. 11).

Исследования, на прудах рекреационного назначения и любительского рыболовства показали, что степень нарушенности растительности их побережий (потенциальных водоохраных зон) очень высока (от состояния риска до кризиса), в связи с чем они не могут в полной мере выполнять свою водоохранную роль. Фактическое обследование прудов, предназначенных для любительского рыболовства, показывает, что в настоящее время их становится все больше от общего числа прудов. Однако степень обустройства побережий прудов пока не претерпевает заметных изменений в лучшую сторону (табл. 12).  
Таблица 12 – Оценка состояния побережий прудов любительского рыболовства по оборудованности и нарушенности растительности на побережье.

Пруды, используемые для любительского рыболовства	Оценка в баллах		Итог
	по оборудованности	по нарушенности	
Афганский пруд у пос. Большая Трещевка	2	4	2/4
Кантемировский у пгт. Кантемировка	2	3	2/3
Пруд Острогжский в с. Солдатское	3	2	3/2
Карачаровский пруд 1 (Желтые пруды, Краснянские степи)	0	3	0/3
Карачаровский пруд 2 (Желтые пруды, Краснянские степи)	0	3	0/3
Ежинный пруд у с. Липовка	2	2	2/2
Нововоронежский рыбхозный пруд	2	2	2/2
Лосевский в с. Лосево	2	3	2/3
Богучарский у д. Поповка	2	2	2/2

Для функционирования прудов как аквально-ландшафтных комплексов, с сохранением гидролого-гидрохимических показателей и биоразнообразия побережий, необходимо выделение водоохраных зон, организация гидроэкологических наблюдений и придание отдельным прудам статуса особо охраняемых природных территорий. При этом комплексная гидроэкологическая оценка даст полное представление о состоянии малых искусственных водоемов и их воздействии на прилегающие территории.

## ВЫВОДЫ

1. Подтверждено, что принятые в работе показатели: типы и подтипы, площадь водного зеркала, количество прудов; обводненность, слой испарения и объем потерь на испарение с водной поверхности; минерализация и ИЗВ; флора и растительность побережий; благоприятность состояния прудов и проживания населения, степень благоустройства и степень нарушенности побережий вместе с разработанным автором модулем ГИС прудов – создают достаточную методическую базу для комплексной геоэкологической оценки малых искусственных водоемов Воронежской области и могут быть рекомендованы для других бассейнов и административных территорий.

2. Рассмотрено воздействие прудов, различающихся по генезису, размерам, гидрологическому режиму и хозяйственному использованию, на экосисте-

мы региона, проявляющееся, как в повышении биоразнообразия и биопродуктивности, так и в угнетении растительного покрова побережий, изменении качества воды при эксплуатации прудов, увеличении расходного компонента гидрологического цикла.

3. Получено увеличение обводненности Воронежской области за счет малых искусственных водоемов на 103,72 км<sup>2</sup>, или на 0,20 % от общей площади, что обеспечивает устойчивость водопользования в период низкой водности. Отрицательная динамика обводненности и объемов прудов в период межени и особенно в неблагоприятные по метеоусловиям годы снижают устойчивость водопользования, способность водоемов к самоочищению и повышают риск развития напряженности гидроэкологической ситуации.

4. Рассчитан средний слой испарения на ключевых прудах, который в 2009-2011 годы составил 479-978 мм, что примерно на 120 –150 мм больше в сравнении с расчетами 1950-1970 годов. Средний объем потерь воды на испарение с общей площади водной поверхности 1581 пруда, равный 0,223 км<sup>3</sup>, увеличивает расходную часть водного баланса. На испарение с водного зеркала теряется 28 % объема прудов и 6 % водных ресурсов местного формирования, что при дальнейшем увеличении может стать причиной нарушения гидроэкологической безопасности водопользования.

5. Отмечается многократное превышение ПДК по цветности, перманганатной и бихроматной окисляемости в прудах комплексного и товарного рыбоводства. По содержанию сульфатов обнаружено превышение в 2-2,5 раза, хлора в 5 раз, магния в 1,5-2 раза, нитратов в 10 раз, азота аммонийного в 4,6 раза, разовое превышение нитритов в 6,5 раз. По содержанию азота общего все ключевые пруды эвтрофны. По содержанию фосфора общего и фосфатов пруд товарного рыбоводства относится к гипертрофным, а любительского и комплексного использования – к эвтрофным. В сезонном разрезе закономерность повышения или уменьшения минерализации во времени отсутствует.

6. Определено среднее значение ИЗВ по шести компонентам с наибольшим превышением ПДК для рыбоводных водоемов, изменяющееся от 0,94 (пруд любительского рыболовства) до 3,79 (пруд товарного рыбоводства), что характеризует качество воды от «чистой» (пруд любительского рыболовства) до «загрязненной» (пруд товарного рыбоводства). Минимальные значения ИЗВ лежат в диапазоне от 0,75 (пруд любительского рыболовства) до 0,98 (пруд комплексного назначения), максимальные значения – от 3,71 (пруд любительского рыболовства) до 7,78 (пруд товарного рыбоводства), что подтверждает антропогенный вклад в трансформацию природного состава воды.

7. Оценена гидроэкологическая ситуация на основе средних значений ИЗВ как «напряженная» на прудах любительского рыболовства и комплексного использования, «конфликтная» – на пруду товарного рыбоводства; на основе минимальных значений ИЗВ – на всех прудах «удовлетворительная»; максимальных значений ИЗВ – «конфликтная» на пруду комплексного назначения, «кризисная» на пруду любительского рыболовства, «катастрофическая» на пруду товарного рыбоводства.

8. Установлено, что формирование фитобиоты прибрежной полосы малых водоемов происходит под сильным воздействием антропогенеза, следствием которого является трансформация как биоты, так и ландшафта. Гетерогенная флора является индикатором степени антропогенной трансформации экотопов, указывающей на молодой возраст как пруда, так и его фитобиоты. Таксономическая структура флоры из 240 видов сосудистых растений, относящихся к 164 родам, 50 семействам и 2 отделам, свидетельствует о молодом возрасте прудов и их фитобиоты.

9. Выявлено в экотонной системе «вода-суша» формирование следующих биотопов: водный, прибрежно-водный, переходный и плакорный. Трансформированные биотопы способствуют распространению чужеродных видов растений и формированию их сообществ.

10. Показано, что по характеру влияния водоемов на ландшафтно-экологическую обстановку, направлению хозяйственного использования, созданию благоприятности проживания населения и возрасту водоемов 66 % прудов Воронежской области имеют благоприятное, 18 % – неблагоприятное, 11% – мало благоприятное, 5 % – очень неблагоприятное экологическое состояние.

11. Установлена необходимость и даны рекомендации по выделению и закреплению водоохраных зон прудов на расстоянии 50 м от уреза воды в период наполнения водой до максимальных отметок с целью сохранения водоемов, способствующих формированию уникальных геосистем со специфическими экологическими условиями.

12. Рекомендованы организация геоэкологического мониторинга на репрезентативных прудах и присвоение статуса особо охраняемых природных территорий уникальным прудам, которые будут служить сравнительным фоном для малых искусственных водоемов различного хозяйственного назначения, степени обустройства и гидроэкологического состояния.

13. Предложен стандартный паспорт водоема, представляющий полный объем информации об истории создания, гидрологических параметрах, гидротехнических устройствах, изученности, водохозяйственном использовании, гидрологическом и гидрохимическом режимах водоема, структуре почвы побережий, биотопах и растительности, животном мире, экологическом состоянии, особых антропогенных воздействиях на водоем.

### *Список опубликованных работ по теме диссертации*

1. Григорьевская А.Я. Характеристика флоры в зоне влияния малых искусственных водоемов Воронежской области / А.Я. Григорьевская, Н.М. Новикова, Н.С. Давыдова // Проблемы региональной экологии. – 2008. – № 3. – С. 72-77.
2. Хлызова Н.Ю. Региональные особенности флоры малых искусственных водоемов Воронежской области / Н.Ю. Хлызова, Н.М. Новикова, Н.С. Давыдова // Поволжский экологический журнал. – 2008. – №4. – С. 361-367.
3. Новикова Н.М. Гидрохимический режим прудов при их разном использовании на территории Воронежской области / Н.М. Новикова, Н.С. Давыдова // Вода : химия, экология. – 2010. – № 4. – С. 2-8.

*Публикации в других изданиях*

4. Григорьевская А.Я. Флора в зоне влияния малых искусственных водоемов Воронежской области / А.Я. Григорьевская, Н.М. Новикова, **Н.С. Давыдова** // Флора и растительность Центрального Черноземья : мат. науч. конф. – Курск : Изд-во КГУ, 2008 – С. 13-18.
5. Григорьевская А.Я. Структура флоры в зоне влияния малых искусственных водоемов Воронежской области / А.Я. Григорьевская, Н.М. Новикова, **Н.С. Давыдова** // Экотонные системы «вода-суша» : методика исследований, структурно-функциональная организация и динамика. – М. : Товарищество научных изданий КМК, 2011. – С. 133-143.
6. Давыдова Н.С. Оценка организации водоохраных зон на малых искусственных водоемах Воронежской области / Н.С. Давыдова // Водные ресурсы, экология и гидрологическая безопасность. – М. : РАСХН, 2007. – С. 23-25.
7. Давыдова Н.С. Геоэкологические особенности пространственного распределения прудов Воронежской области / Н.С. Давыдова // Водные ресурсы, экология и гидрологическая безопасность. – М. : Изд-во ИВП РАН, 2008. – С. 161-164.
8. Давыдова Н.С. Особенности химизма вод прудов при разном назначении хозяйственного использования в лесостепной и степной зонах / Н.С. Давыдова // Водные ресурсы, экология и гидрологическая безопасность. – М. : РАСХН, 2009. – С. 187-191.
9. Давыдова Н.С. Применение ГИС-технологий в расчетах удельной аквальности (обводненности) территорий Воронежской области за счет создания искусственных водоемов / Н.С. Давыдова // Геоинформационное картографирование в регионах России : матер. всерос. науч.-практ. конф. – Воронеж : Истоки, 2009. – С. 70-74.
10. Давыдова Н.С. Растительные сообщества побережий искусственных водоемов Воронежской области / Н.С. Давыдова // Актуальные проблемы ботаники и экологии : матер. междунар. конф. молодых ученых. – Симферополь : ВД «АРИАЛ», 2010. – С. 195-196.
11. Давыдова Н.С. Геоэкологическая оценка малых искусственных водоемов (на примере Воронежской области) / Н.С. Давыдова // Водные ресурсы, экология и гидрологическая безопасность: сб. тр. четвертой междунар. науч. конф. молодых ученых и талантливых студентов. – М. : РАСХН, 2010. – С. 271-274.
12. Давыдова Н.С. Испарение с поверхности искусственных водоемов Воронежской области / Н.С. Давыдова // Сборник материалов XIV съезда Русского Географического Общества. – СПб, 2010. – Том III. – Часть 2. – С. 210-214.
13. Давыдова Н.С. Динамика испарения на прудах Воронежской области в 2009 – 2011 годах / Н.С. Давыдова // Водные ресурсы, экология и гидрологическая безопасность. – М. : РАСХН, 2013. – С. 101-104.
14. Давыдова Н.С. Пруды / Н.С. Давыдова // Эколого-географический атлас-книга Воронежской области. – Воронеж : Изд-во ВГУ, 2013б. – С. 89-90.
15. Дмитриева В.А. Роль прудов в обводненности и формирование качества вод Воронежской области / В.А. Дмитриева, Н.С. Давыдова // Проблемы экологии и экологической безопасности Центрального Черноземья Российской Федерации : матер. XIII междунар. науч.-практ. конф. – Липецк, 2009. – С. 33-36.

16. Дмитриева В.А. Гидрологические последствия чрезвычайно жаркого лета 2010 года / В.А. Дмитриева, **Н.С. Давыдова**, А.И. Сушков // Жара 2010 года в Центральном Черноземье последствия, причины, прогнозы. – Воронеж : Центр.-Чернозем. книжн. изд-во, 2011. – С. 28-40.
17. Дмитриева В.А. Испарение с поверхности водоемов Воронежской области в 2009 – 2011 годах / В.А. Дмитриева, **Н.С. Давыдова** // Региональные эффекты глобальных изменений климата (причины, последствия, прогнозы) : матер. междунар. науч. конф. – Воронеж : Изд-во «Научная книга», 2012. – С. 223-226.
18. Дмитриева В.А. Модельные тренды в региональной системе «осадки-испарение» / В.А. Дмитриева, **Н.С. Давыдова** // Гидротермические тенденции и ответные реакции геосистем на региональные климатические изменения в Воронежской области. – Воронеж, 2013. – С. 38-41.
19. Дмитриева В.А. Состояние водоохранной зоны как элемента особо охраняемых природных территорий (на примере прудов Воронежской области) / В.А. Дмитриева, **Н.С. Давыдова** // Современные проблемы особо охраняемых природных территорий регионального значения и пути их решений : межрегион. науч.-практ. конф. – Воронеж, 2014. – С. 88-92.
20. Дмитриева В.А. Циклические колебания и модельные тренды региональной системы «осадки-испарение» / В.А. Дмитриева, **Н.С. Давыдова** // Закономерности формирования динамики поверхностного стока Центрального Черноземья в условиях нестационарности. – Воронеж : Изд-во Воронежского государственного университета, 2014. – С. 92-102.
21. Подольский С.А. Типология малых водоемов Воронежской области / С.А. Подольский, **Н.С. Давыдова** // Вода: Экология и технология : седьмой междунар. конгресс. – 2006. – № 1. – С. 135-136.
22. Хлызова Н.Ю. Инвазийные виды растений в экотонных системах «вода-суша» малых искусственных водоемов Воронежской области / Н.Ю. Хлызова, Н.М. Новикова, **Н.С. Давыдова** // Естественные и инвазийные процессы формирования биоразнообразия водных и наземных экосистем : тез. докл. междунар. научн. конф. – Ростов н/Д, 2007. – С. 317-319.
23. Хлызова Н.Ю. Региональные особенности флоры малых искусственных водоемов Воронежской области / Н.Ю. Хлызова, Н.М. Новикова, **Н.С. Давыдова** // Флора и растительность Центрального Черноземья : матер. науч. конф. – Курск, 2008. – С. 85-89.
24. Хлызова Н.Ю. Флористический состав амфибиального блока экотона «вода-суша» прудов Воронежской области / Н.Ю. Хлызова, Н.М. Новикова, **Н.С. Давыдова** // Экотонные системы «вода-суша» : методика исследований, структурно-функциональная организация и динамика. – М. : Товарищество научных изданий КМК, 2011. – С. 125-133.

*Работы № 1-3 опубликованы в ведущих рецензируемых изданиях, соответствующих перечню ВАК РФ*

Подписано к печати 16. 02. 2015 г. Формат 60x90 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.

Бумага офсетная. Гарнитура Times.

Усл. печ. л. 2,0. Тираж 100 экз. Заказ № 146

Издательский дом ООО «Норма - Пресс»

г.Воронеж, ул. Генерала Лизюкова 2

Тел. (4732) 21-21-02