

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра физической географии и ландшафтной экологии

**Анализ гидрохимического мониторинга Воронежского водохранилища
в пределах города Воронеж**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 4 курса 441 группы

направления 05.03.06 Экология и природопользование

географического факультета

Золотовой Анастасии Игоревны

Научный руководитель
старший преподаватель

должность, уч. степень, уч. звание

подпись, дата

Ю.В. Волков

инициалы, фамилия

Зав. кафедрой
д.г.н., профессор

должность, уч. степень, уч. звание

подпись, дата

В.З. Макаров

инициалы, фамилия

Саратов 2025

Введение. *Актуальность темы* заключается в том, что в настоящее время, когда на водные объекты в пределах городов оказывается сильнейшая антропогенная нагрузка, необходимо на постоянной основе отслеживать динамику качества воды и донных отложений, чтобы своевременно предпринимать меры по их защите и сохранению водных ресурсов.

Цель работы:

Ознакомиться с природными условиями размещения Воронежского водохранилища, оценить качество воды Воронежского водохранилища.

Задачи:

1. ознакомиться с природными условиями размещения Воронежского водохранилища;
2. рассмотреть показатели качества воды в водных объектах;
3. изучить методы проведения анализа воды и донных отложений;
4. провести полевое исследование воды и донных отложений по физико-химическим показателям в пределах исследуемой территории;
5. определить качество воды Воронежского водохранилища.

Методы исследования, использованные в работе: литературный, аналитический, картографический, ландшафтно-полевой.

Фактический материал: учебные и научные публикации, картографические источники, Интернет-ресурсы.

Структура и объем работы. Представленная работа состоит из 4 разделов, введения, заключения, списка использованных источников из 23 наименований и 7 приложений. Общий объем работы составляет 53 страницы. Графические материалы включают 7 таблиц, 16 графиков и 9 рисунков, из которых 3 карты.

Основное содержание работы.

1. «Природные условия района размещения Воронежского водохранилища». В первом разделе дается представление о географическом положении, геоморфологическом строении, климатических условиях, гидрологических условиях, почвенном покрове, растительном и животном мире района размещения Воронежского водохранилища. Воронежское

водохранилище находится на территории Окско-Донской низменности в пределах городского округа Воронеж и является одним из крупнейших в мире водохранилищ, целиком расположенных в городской черте. Площадь искусственного водоёма составляет 59,9 км² при объёме в 0,1993 км³. Средняя ширина водохранилища – 1,7 км. Водоём сильно вытянут в длину: его протяжённость составляет 30 км. Глубина – около 3,3 м, на самых глубоких участках доходит до 19 метров (Эколого-географический атлас-книга...[Электронный ресурс] , 2024).

Территория города Воронеж обладает контрастным рельефом, что определяется расположением города в пределах динамически активной структуры шириной около 30 км – Кривоборского прогиба, располагающегося на границе Среднерусской возвышенности и Окско-Донской равнины (Ф.Н. Милькова, 1983, с. 255). Правобережная часть города находится на холмистом плато с абсолютными отметками от 100 до 160 м, а левая – в пониженной плоскоравнинной местности, которая постепенно переходит в речную террасу.

Воронеж расположен в зоне умеренного климата. Среднегодовая температура составляет +7,5°C. В среднем температура воздуха в городе превышает +15°C в течение 107 дней. Среднегодовая скорость ветра – 3,2 м/с. Среднегодовая влажность воздуха – 74%. Годовая сумма осадков уменьшается в направлении с северо-запада на юго-восток и на восток от 600-550 мм до 450 мм и менее. Больше всего осадков выпадает в июле, минимум осадков приходится на февраль (Ф.Н. Милькова, 1973, с. 208).

Воронежский гидрологический район имеет площадь 7800 км² и включает в себя бассейны рек Воронеж, Дон, Усмань, Хворостань, Игорец. Густота речной сети составляет 0,26 км на 1 км². Водоносные горизонты питают крупные реки – Дон и Воронеж, мелкие речки – в меньшей степени (П.Г. Адерихин, 1963, с. 264). Воронежское водохранилище представляет собой мелководный водоем руслового типа с замедленным водообменом, полным отсутствием регулирующей емкости и практически постоянным уровнем воды.

Город Воронеж располагается в лесостепной восточноевропейской природной зоне, в связи с чем зональными типами почв на его территории являются черноземы выщелоченные и серые лесостепные почвы, формирующиеся под лесными участками, и черноземы типичные и лугово-черноземные почвы под участками степи. К азональным типам почв относятся аллювиальные (пойменные) дерновые, луговые и болотные почвы, приуроченные в основном к берегам Воронежского водохранилища (Агроклиматические ресурсы... [Справочник], 1972, с 380).

Альгофлора Воронежского водохранилища в настоящее время изучена довольно слабо. Всего выявлено 228 видов водорослей, большинство из которых относится к отделам Диадомовые – *Bacillariophyta* (110 видов; 48,2%), Зеленые – *Chlorophyta* (60 видов; 26,3%) и Цианобактерии – *Cyanophyta* (34 видов; 14,9%). При анализе экологических групп водорослей было отмечено, что большинство видов относится к планктонным организмам (50,9%), бентосным (27,2%) и «перифитонным» (21,9%), т.е. произрастающим на живых организмах или поверхности разнообразных водных субьектов (Г.М. Мелькумов, 2021, с. 75-78). На побережье Воронежского водохранилища растёт козья ива (*Salix caprea* L.), чернотал (*S. pentandra* L.), берёза повислая (*Betula pendula* Roth), сосна меловая (*Pinus sylvestris* L.).

В главном водоёме Воронежа водятся окунь, судак, щука, налим, сом, из белой рыбы - карась, карп, лещ, краснопёрка, плотва. Среди птиц помимо многочисленных видов уток и чаек имеются и редкие виды, такие как черный аист, мышиный орел, цапля-чирок. Берега водохранилища и его острова также служат домом для многих видов млекопитающих: лис, куниц, бобров, енотов. На родниках и болотах Воронежского водохранилища можно встретить большое количество земноводных и пресмыкающихся: ящериц, лягушек, жаб.

2. «Определение качества воды в водных объектах». В данном разделе приводятся основные определения понятий, связанных с определением качества воды в водных объектах. Под качеством природной воды в целом понимается характеристика ее состава и свойств, определяющая ее пригодность

для конкретных видов водопользования, при этом критерии качества представляют собой признаки, по которым производится оценка качества воды (ГОСТ 27065-86 Качество вод. Термины и определения.).

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

В работе приводятся основные показатели качества воды:

1. Органолептические показатели – те показатели качества воды, для определения которых мы пользуемся органами чувств (зрением, обонянием, вкусом). К таким характеристикам относятся: цветность, мутность (прозрачность), запах, вкус, привкус. Органолептическая оценка приносит много прямой и косвенной информации о составе воды (А.С. Бестужева, 2006, с. 70-77).

2. Водородный показатель (величина pH) воды – один из важнейших показателей качества вод для определения стабильности воды, ее накипеобразующих и коррозионных свойств, прогнозирования химических и биологических процессов, происходящих в природных водах.

3. Минерализация – суммарное содержание всех найденных при химическом анализе воды минеральных веществ.

4. Жесткость воды обуславливается наличием в воде ионов кальция, магния, стронция, бария, железа, марганца. В естественных условиях ионы кальция и магния, определяющие жесткость, поступают в воду в результате взаимодействия растворенного диоксида углерода с карбонатными минералами и других процессов растворения и химического выветривания горных пород. Источником этих ионов являются также микробиологические процессы, протекающие в почвах.

5. Содержание растворенного кислорода – концентрация кислорода в воде определяет направление и скорость процессов химического и биохимического окисления органических и неорганических соединений.

6. Содержание биогенных элементов – в первую очередь к биогенным элементам относятся соединения азота (нитраты, нитриты, органические и неорганические аммонийные соединения) и фосфора (ортофосфаты, полифосфаты, органические эфиры фосфорной кислоты и др.).

7. Содержание тяжелых металлов – в экологических публикациях в эту группу включают около 40 элементов с атомной массой более 50 атомных единиц.

8. Содержание нефтепродуктов – это полезное ископаемое, горючая маслянистая жидкость, обладающая специфическим запахом.

9. Анализ качества воды в водных объектах включает в себя гидрохимический анализ воды и количественный химический анализ донных отложений.

Гидрохимические исследования позволяют количественно охарактеризовать процессы, протекающие в водотоке, выявить связи между отдельными параметрами химического состава вод, а также изучить влияние природных и техногенных компонентов. Наиболее часто при анализе природных вод используют фотометрические, титриметрические, потенциометрические методы, метод сравнения окраски исследуемой воды с эталонами и др. (А.А. Верниченко, 1984, с. 14-43).

Химический анализ донных отложений включает следующие основные этапы: определение валового состава, анализ водной вытяжки и определение антропогенных загрязнений (О.В. Гагарина, 2012, с. 15-19).

3. «Результаты мониторинга Воронежского водохранилища по физико-химическим показателям».

Наблюдательная сеть (согласно данным Роспотребнадзора) по Воронежскому водохранилищу включает створы, расположенные в следующих точках:

- в 500 м выше автодороги М4;
- в 500 м ниже железнодорожного моста;
- в 500 м ниже Северного моста;

- в 500 м ниже Чернавского моста;
- в районе Петровской набережной;
- в 500 м ниже ВОГРЭСовского моста;
- в 500 м ниже водовыпуска ООО «Левобережные очистные сооружения»;
- в 500 м выше гидроузла.

Динамика уровня загрязненности по всем точкам наблюдения свидетельствует о том, что по сравнению с 2022 г. в 2023 г. качество воды в Воронежском водохранилище ухудшилось за счет превышения концентраций тяжелых металлов, нефтепродуктов, биогенных элементов по сравнению с ПДК воды хозяйственно-питьевых, культурно-бытовых и рыбохозяйственных водоемов. Наибольшие превышения ПДК наблюдаются в 500 м ниже водовыпуска ООО «Левобережные очистные сооружения».

4. «Анализ качества воды и донных отложений Воронежского водохранилища по физико-химическим показателям за 2024 год». Данный раздел посвящен проведенному мною полевому исследованию воды и донных отложений по физико-химическим показателям в пределах исследуемой территории, а также анализу полученных результатов.

09. 08. 2024 мною были отобраны пробы воды и донных отложений в трех точках: в реке Воронеж на пляже «Белые пески», а также в Воронежском водохранилище на пляжах парков «Дельфин» и «Алые паруса». Территориально они близко расположены к основным автомобильным мостам города и близки к следующим створам мониторинга Воронежского водохранилища по физико-химическим показателям за 2022-2023 годы: в 500 м ниже Северного моста и в 500 м ниже Железнодорожного моста, что позволило мне провести сравнительный анализ полученных результатов гидрохимического анализа и количественного химического анализа донных отложений за 2022-2024 годы.

Результаты химического анализа отобранных проб представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1– Результаты гидрохимического анализа проб воды в пределах реки Воронеж и Воронежского водохранилища за 2024 год (составлено автором)

Место отбора проб	Определяемая характеристика (показатель)	Концентрация, ед. изм.	Значение ПДК
Белые пески	Массовая концентрация цинка	<0.0005 мг/дм ³	0,01 мг/дм ³
	Массовая концентрация меди	0,0034 мг/дм ³	0,001 мг/дм ³
	Массовая концентрация марганца	< 0,005 мг/дм ³	0,01 мг/дм ³
	Массовая доля нефтепродуктов	< 0,05 мг/дм ³	0,05 мг/дм ³
Дельфин	Массовая концентрация цинка	0,010 мг/дм ³	0,01 мг/дм ³
	Массовая концентрация меди	0,0055 мг/дм ³	0,001 мг/дм ³
	Массовая концентрация марганца	<0,005 мг/дм ³	0,01 мг/дм ³
	Массовая доля нефтепродуктов	< 0,05 мг/дм ³	0,05 мг/дм ³
Алые паруса	Массовая концентрация цинка	0,0054 мг/дм ³	1,0 мг/дм ³
	Массовая концентрация меди	0,0064 мг/дм ³	0,001 мг/дм ³
	Массовая концентрация марганца	0,11 мг/дм ³	0,01 мг/дм ³
	Массовая доля нефтепродуктов	< 0,05 мг/дм ³	0,05 мг/дм ³

Гидрохимический анализ пробы, взятой в Рамонском районе Воронежской области на пляже «Белые пески», не показал превышения

значений ПДК ни по одному из анализируемых показателей. Это связано с его территориальным расположением выше Воронежского водохранилища по течению и отсутствием антропогенной нагрузки на данный участок реки помимо рекреации.

Превышение ПДК меди ($0,001 \text{ мг/дм}^3$) было отмечено в обеих точках в пределах Воронежского водохранилища: в прибрежной зоне пляжа «Дельфин» в 5,5 раза и в пределах парка «Алые паруса» в 6,4 раза. В 2023 году превышение составило соответственно 3 и 3,2 раза, что меньше показателей за 2024 год, а в 2022 году еще меньше – 2,6 и 2,7 раз.

Превышение ПДК марганца ($0,01 \text{ мг/дм}^3$) в 11 раз обнаружено на пляже «Алые паруса», что почти в 10 раз больше аналогичного показателя за прошлый год – в 2023 году, когда превышение по марганцу составляло всего 1,2 раза, а в 2022 году превышение и вовсе не было отмечено.

Таблица 2 – Результаты количественного химического анализа донных отложений в пределах Воронежского водохранилища за 2024 год (составлено автором)

Место отбора проб	Определяемая характеристика (показатель)	Концентрация, ед. изм.	Фоновое значение
Белые пески	Массовая концентрация цинка	8,1 мг/кг	8,1 мг/кг
	Массовая концентрация кадмия	<1 мг/кг	<1 мг/кг
	Массовая концентрация свинца	4 мг/кг	4 мг/кг
	Массовая концентрация меди	18 мг/кг	18 мг/кг
	Массовая концентрация марганца	8,6 мг/кг	8,6 мг/кг
	Массовая доля нефтепродуктов	13 мг/кг	13 мг/кг
Дельфин	Массовая концентрация цинка	8,0 мг/кг	8,1 мг/кг
	Массовая концентрация кадмия	<1 мг/кг	<1 мг/кг
	Массовая концентрация свинца	14 мг/кг	4 мг/кг
	Массовая концентрация меди	5,8 мг/кг	18 мг/кг
	Массовая концентрация марганца	10 мг/кг	8,6 мг/кг
	Массовая доля нефтепродуктов	22 мг/кг	13 мг/кг
Алые паруса	Массовая концентрация цинка	3,9 мг/кг	8,1 мг/кг
	Массовая концентрация кадмия	<1 мг/кг	<1 мг/кг
	Массовая концентрация свинца	7,9 мг/кг	4 мг/кг
	Массовая концентрация меди	22мг/кг	18мг/кг
	Массовая концентрация марганца	16 мг/кг	8,6 мг/кг
	Массовая доля нефтепродуктов	25мг/кг	13 мг/кг

В качестве фоновых показателей загрязняющих веществ донных отложений мною были взяты концентрации образцов, отобранных в реке Воронеж на пляже «Белые пески», находящемся выше водохранилища по течению.

Превышение фонового содержания свинца отмечается на обеих точках отбора проб в пределах Воронежского водохранилища: на пляже «Дельфин» оно составило 3,5 раза, а на пляже «Алые паруса» – почти 2 раза, в то время как в прошлом году – всего 1,57 и 1,7 раз соответственно.

Кроме того, в донных отложениях прибрежной зоны парка «Алые паруса» наблюдается превышение по содержанию меди в 1,2 раза. Однако в 2023 году превышение отмечалось в обеих точках почти в 2 раза, а в 2022 году – в 3. Это свидетельствует об уменьшении загрязнения донных отложений в пределах Воронежского водохранилища данным химическим элементом.

Незначительное превышение наблюдается по марганцу в обеих точках отбора проб – в парке «Дельфин» оно составило 1,2 раза, а в «Алых парусах» – 1,9 раз. Однако учитывая, что, этот элемент имеет природное происхождение и ПДК марганца в почвах (черноземах) составляет до 700 мг/кг, можно сделать вывод о том, что марганец в донных отложениях имеет природное происхождение и не значительно влияет на экологическую обстановку в водохранилище.

Массовая доля нефтепродуктов в донных отложениях прибрежной зоны парков «Дельфин» и «Алые паруса» превышает фоновое значение в 1,7 и 1,9 раз соответственно. По сравнению с прошлогодними показателями близлежащих точек содержание снизилось в пределах парка «Дельфин» в 5 раз, что может быть связано с русловыми процессами, и повысилось в пределах парка «Алые паруса» в 1,65 раз.

Заключение. Оценка и анализ гидрохимического состояния Воронежского водохранилища показали, что качество поверхностных вод не отвечает установленным нормативам для водных объектов, имеющих хозяйственно-питьевое, культурно-бытовое и рыбохозяйственное назначение, в

основном по содержанию меди и марганца в воде Воронежского водохранилища, а также содержанию свинца и нефтепродуктов в донных отложениях. Это объясняется как природными факторами (наличие сульфатно-глинистых почв, интенсивное развитие фитопланктона), так и антропогенным воздействием вследствие водохозяйственной деятельности человека.

Сравнительный анализ данных гидрохимического мониторинга водохранилища за 2022 и 2023 годы, а также результатов лабораторных исследований проб, отобранных мною в пределах исследуемой территории в 2024 году, показал тенденцию к ежегодному увеличению превышения предельно-допустимых концентраций загрязняющих веществ в воде и донных отложениях.

Участки наибольшего загрязнения воды и донных отложений отмечаются возле места водовыпуска ООО «Левобережные очистные сооружения» и на пляжах, расположенных вблизи основных автомобильных мостов города. На основании этого можно сделать вывод о том, что основными источниками загрязнения водохранилища являются коммунально-бытовые стоки и автомобильные выбросы.

Тем не менее, экономические возможности Воронежского водохранилища по-прежнему остаются огромными. При надлежащем планировании и финансировании комплекса saniрующих мероприятий оно способно дать городу существенные мультипликативные хозяйственные эффекты.