

ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА КАЧЕСТВО ВОД КАНАЛА ИМ. ЛЕНИНА НА ТЕРРИТОРИИ КУРСКОГО РАЙОНА

Окрут Светлана Васильевна*,

Ставропольский государственный аграрный университет,
г. Ставрополь, Российская Федерация,
тел. +7(928) 264-93-89, ORCID: 0000-0003-4613-2802, E-mail: s0kr@yandex.ru

Степаненко Елена Евгеньевна,

Ставропольский государственный аграрный университет,
г. Ставрополь, Российская Федерация,
тел. +7(905) 463-03-86, ORCID: 0000-0002-5545-7337, E-mail: elenapstepanenko@yandex.ru

Зеленская Тамара Георгиевна,

Ставропольский государственный аграрный университет,
г. Ставрополь, Российская Федерация,
тел. +7(903)446-71-51, ORCID: 0000-0001-8171-7967, E-mail: tamara.zelenskaya2016@yandex.ru

Халикова Валерия Алексеевна,

Ставропольский государственный аграрный университет,
г. Ставрополь, Российская Федерация,
тел. +7(961)440-98-06, ORCID: 0009-0003-7756-6803, E-mail: valeriya.halikova22@gmail.com

Аннотация. В маловодных районах приемниками сточных вод могут служить гидротехнические сооружения и каналы, экологическое состояние которых требует проведения мониторинговых исследований. Цель исследований заключается в оценке метеорологических и антропогенных факторов на воды канала, который служит водоприемником стоков с территории сельскохозяйственного производства, сточных вод с предприятия по переработке продукции растениеводства. Объектом исследования явились воды канала им. Ленина, протекающего по территории Курского района Ставропольского края. Методология исследований включает анализ литературных данных, оценку влияния метеорологических факторов, качества сбрасываемых вод на гидрохимический режим канальных вод в зоне поступления стоков с сельскохозяйственных территорий, сточных вод с предприятия по переработке и консервированию овощей.

Мониторинговые исследования по определению степени воздействия стоков на гидрохимическое состоя-

ние вод канала проводились в соответствии с методикой количественного химического анализа и оценки состояния объектов окружающей среды, допущенных для государственного экологического контроля и мониторинга. В результате исследований определена роль температуры и суммы осадков в формировании гидрохимического режима вод канала, что четко прослеживается в сезонной динамике общих показателей исследуемых вод, установлена пропорциональная зависимость суммы осадков и содержания солеобразующих ионов. Выявлено превышение предельно допустимых концентраций для вод водоемов рыбохозяйственного назначения в водах канала по содержанию нефтепродуктов, железа, нитритов, нитратов, фосфатов, сульфатов, хлоридов. С целью снижения антропогенной нагрузки на водоприемники необходимо определять источники загрязнения, разрабатывать и применять водоохранные технологии.

Ключевые слова: сточные воды, стоки, канал, метеорологические факторы, загрязнение, антропогенные факторы

METEOROLOGICAL AND ANTHROPOGENIC FACTORS IMPACT ON THE QUALITY OF LENIN CANAL WATER OF THE TERRITORY OF KURSK DISTRICT

Okrut Svetlana Vasilyevna*,

Stavropol State Agrarian University, Stavropol, Russian Federation,
tel. +7(928) 264-93-89, ORCID: 0000-0003-4613-2802, E-mail: s0kr@yandex.ru

Stepanenko Elena Evgenievna,

Stavropol State Agrarian University, Stavropol, Russian Federation,
tel. +7(905) 463-03-86, ORCID: 0000-0002-5545-7337, E-mail: elenapstepanenko@yandex.ru

Zelenskaya Tamara Georgievna,

Stavropol State Agrarian University, Stavropol, Russian Federation,
tel. +7(903)446-71-51, ORCID: 0000-0001-8171-7967, E-mail: tamara.zelenskaya2016@yandex.ru

Khalikova Valeria Alekseevna,

Stavropol State Agrarian University, Stavropol, Russian Federation,
tel. +7(961)440-98-06, ORCID: 0009-0003-7756-6803, E-mail: valeriya.halikova22@gmail.com

Abstract. Wastewater receivers can serve as hydraulic structures and canals in low-water areas. The ecological condition of these channels requires research. The purpose of the study is to assess the influence of meteorological and anthropogenic factors on the canal waters. The object of the study is the waters of the canal on the territory of the Kursky district of the Stavropol Territory. The analysis of scientific data and the determination of the hydrological features of the channel are used as research methods. Quantitative chemical analysis and assessment of environmental objects for the hydrochemical state of water was used for wastewater monitoring. These methods

comply with the state environmental control. Studies show that temperature and precipitation determine the role in the formation of hydrochemical parameters of the studied waters. Assessment of the condition of the water body shows the presence of elevated TLV of iron ions, nitrite ions, nitrate ions, phosphate ions, sulfate ions, chloride ions and oil pollution. To reduce the anthropogenic load on water intakes, it is necessary to identify sources of pollution, develop and apply water protection technologies.

Key words: wastewater, drains, canal, meteorological factors, pollution, agricultural products, anthropogenic factors

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время качеству водных ресурсов в России уделяется большое внимание. Антропогенными источниками загрязнения водотоков в аграрных районах являются сельскохозяйственные угодья, территории сельских поселений, животноводческих ферм, земли фермерских и дачных кооперативов, предприятия по переработке сельскохозяйственной продукции [1; 2; 3]. К категории высококонцентрированных стоков относятся сточные воды предприятий отрасли пищевой промышленности, так как они содержат органические загрязнители и биополлютанты. Для снижения антропогенной нагрузки на водоприемники предприятиями по переработке продукции растениеводства, животноводства используются различные методы очистки сточных вод. Существует ряд путей решения данной проблемы, одним из которых является разработка и внедрение биотехнологических методов очистки и доочистки стоков [4–7].

Основное загрязнение сточными водами характерно для речных экосистем. В связи с этим выявлен целый комплекс экологических проблем как глобального, так и локального характера [8–11]. Оценка экологического состояния водоёмов Ставропольского края, сделанная рядом авторов [12–15], свидетельствует об анализе антропогенной нагрузки на воды малых и средних рек. Практика показывает, что наряду с речными экосистемами водоприемниками могут служить гидротехнические сооружения и каналы. Эксплуатируемые водоемы имеют особый гидрохимический режим, в котором особое значение имеют температура воздуха и атмосферные осадки. Проблема воздействия метеорологических условий и факторов загрязнения вод каналов стоками, поступающими с территорий сельскохозяйственных предприятий, актуальна для степных районов, где создание ирригационных сооружений, широкой сети орошения и обводнения связано с дефицитом водного ресурса.

Целью исследований явилась оценка влияния атмосферных осадков, температуры и факторов

загрязнения сточными водами сельскохозяйственного производства на воды канала. При проведении исследований были поставлены следующие задачи: определить роль метеорологических условий в формировании гидрохимического режима исследуемого объекта; установить степень воздействия диффузных стоков и сточных вод, поступающих с предприятия по производству и переработке овощей на водоприемник. Оценка экологического состояния водотока, разработка водоохраных мероприятий позволит снизить антропогенную нагрузку на водные объекты.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в период с 2021 по 2023 г. Места отбора проб определяли с учетом точки сброса и наличия хорошо перемешанных потоков. С целью определения антропогенной нагрузки на водоток расположение точек исследования было определено следующим образом: точка № 1 – п. Тельман, в данной точке в весенний паводковый период с целью регулирования уровня воды в реке Малка происходит сброс речных вод в канал. Данные проб позволили определить гидрохимический состав вод, поступающих на территорию Курского района; точка № 2 обусловлена местом сброса промышленных сточных вод с территории предприятия по переработке овощей в канал водоприемник; точка № 3 – Ю-В граница с. Серноводское, по берегам канала расположены поля злаковых и технических культур. Для оценки содержания солеобразующих ионов точки отбор проб располагались в радиусе 500 м на территории сброса сточных вод с предприятия. Точка № 1 находилась выше сброса сточных вод, точка № 2 – в месте сброса? и точка № 3 – ниже сброса сточных вод.

В ходе исследований пробы были взяты вручную при помощи специальных чистых бутылей из полимерных и стеклянных материалов. Пробоотборники, наполненные водой, герметично закупоривались крышками и доставлялись в лабораторию для анализа. Отбор проб проводили согласно ГОСТ 31861–2012 «Вода. Общие требования к отбору проб» и ГОСТ 31942–2012 «Вода. Отбор проб для микробиологического анализа».

С учетом того, что качество воды в водоприемнике может носить циклический характер, наблюдали сезонную и суточную цикличность, отбор проб для анализа проводили в одних и тех же точках, но в разные сезоны и режимы. Производили фиксацию температур воздуха и воды.

При проведении оценки гидрохимических показателей использовали «Руководство по хи-

мическому анализу поверхностных вод суши», а также методики, внесенные в Государственный реестр методик количественного химического анализа и оценки состояния объектов окружающей среды, допущенных для государственного экологического контроля и мониторинга.

В качестве норматива использовали ПДК вредных веществ для вод водоемов рыбохозяйственного назначения.

Применительно к условиям и данным мониторинга для объективного установления качества воды водного объекта и достоверного определения степени его загрязненности использовали сочетание дифференцированного и комплексного способов оценки.

Методической основой комплексного способа явилась однозначная оценка степени загрязненности воды водного объекта по совокупности загрязняющих веществ: для любого водного объекта в точке отбора проб воды, за любой определенный промежуток времени, по любому набору гидрохимических показателей.

Основой дифференцированного способа служила оценка качества воды по отдельно загрязняющим веществам с использованием статистических методов.

Количество взвешенных частиц определяли гравиметрическим методом. Концентрацию меди, марганца и железа определяли на основе нормативного документа ПНД Ф 14.1:2:4.139–98 [16] методом атомно-абсорбционной спектроскопии. Метод основан на измерении резонансного поглощения света свободными атомами определяемого металла при прохождении света через атомный пар исследуемого образца, образующийся в пламени. Определение нитритов – визуально-колориметрическим методом. В ходе анализа использовали как готовые тест-полоски, так и реактивы. Для определения общего содержания железа в водах применяли колориметрический метод с сульфосалициловой кислотой.

При первичном обследовании, включающем в себя визуальную оценку качества исследуемого участка, была использована карта-схема в масштабе 1:5000.

РЕЗУЛЬТАТЫ

При оценке качества воды важную роль играют метеорологические факторы, что позволяет не только выявить возможные причины ухудшения состояния вод, но определить дальнейшие пути их решения.

Результаты среднемесячных изменений температуры представлены на рисунке 1.

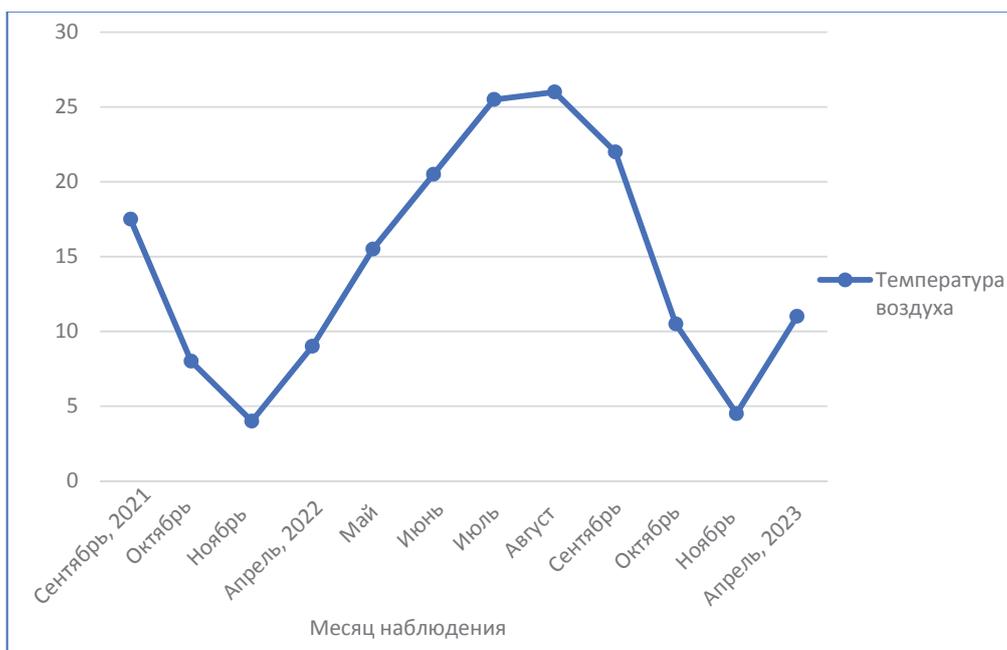


Рисунок 1 – Ход среднемесячных температур воздуха (2021–2023 гг.)

В период с сентября 2021 года по апрель 2023 года среднегодовая температура изменялась от 4,2 до 25,8 °С.

Проведенные наблюдения свидетельствуют о том, что температурный максимум приходился на лето 2022 года, в результате чего в водоприемнике наблюдалось постепенное испарение воды.

В течение года отмечали значительные колебания уровня вод в канале. Максимальный уровень воды отмечался в мае, июне 2022 года, октябре 2023 года после атмосферных осадков

и выпуска сбрасываемых вод, минимальный – в ноябре 2022 года, после окончания периода подкачки воды с реки Малка. В зимне-весенний период (декабрь – март) происходило обсыхание значительных участков дна.

Воздействие температурного фактора оказывает значительное влияние на развитие и условия обитания фитопланктона в канальной экосистеме.

Результаты среднемесячных наблюдений за изменением количества осадков представлены на рисунке 2.

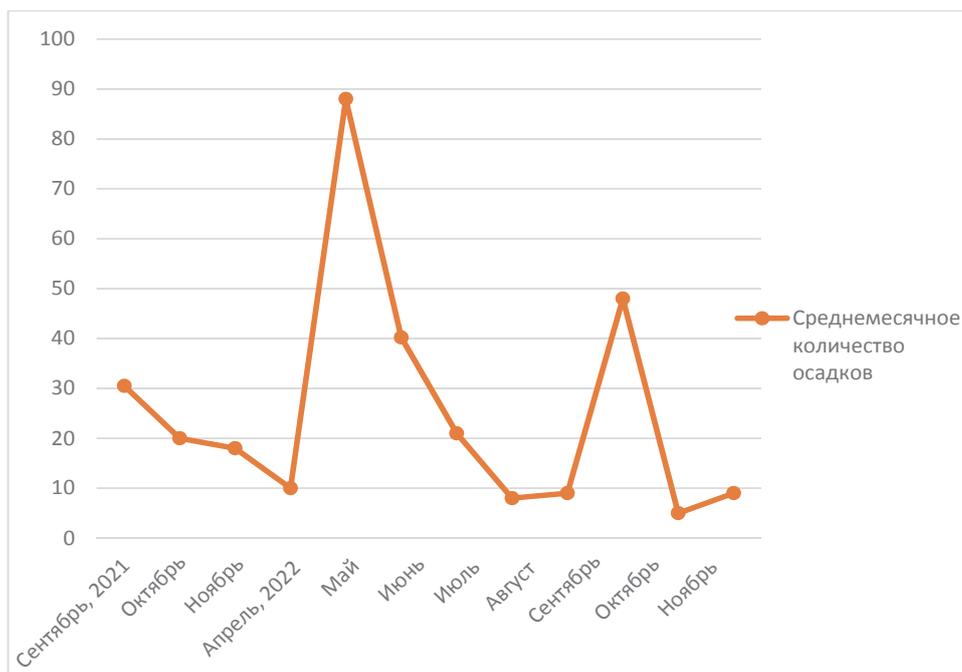


Рисунок 2 – Среднемесячное количество осадков (2021–2023 гг.)

На территории оросительных систем ионный состав поверхностных вод может формироваться за счет поступления солей с атмосферной влагой. При сопоставлении суммы атмосферных осадков с концентрацией ионов хлора и сульфат ионов, которые относятся к солеобразующим ионам, в пробах, взятых выше, ниже и в месте впадения сточных вод, отмечали пропорциональную зависимость.

В ходе исследований определили зависимость температур воздуха и поверхностного слоя воды (рисунок 3).

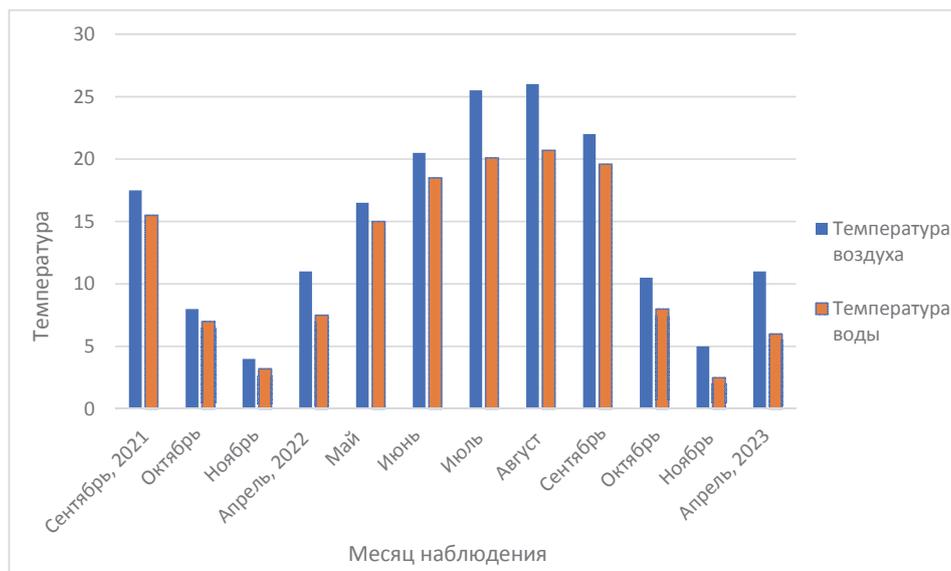


Рисунок 3 – Сопоставление показателей воздуха и поверхностного слоя воды (°C) (2021–2023 гг.)

Прозрачность воды с сентября по ноябрь 2021 года составила 22–24 см, при этом вода в канале имела темный цвет. С апреля по июнь 2022 года этот показатель повысился до 35 см. Полагаем, что это связано с подкачкой воды с реки Малка и атмосферными осадками. По мере наполнения канала сбрасываемыми водами происходит смешивание сухого ила с находящимися в воде взвешенными веществами.

С июля по сентябрь наблюдали активный рост фитопланктона, что связано с повышением температуры и отсутствием проточности воды. В этот период отмечали заметное снижение прозрачности воды, согласно диску Секки, среднее значение прозрачности в воде составило 23 ± 39 см, что в соответствии с методикой определения прозрачности позволяет отнести канал к водоемам с низким типом прозрачности. После окончания массовой вегетации фитопланктона прозрачность воды постепенно увеличивалась.

Зависимость показателя общей жесткости воды от атмосферных осадков подтверждается ее изменением от «очень жесткой» – 13,86 ммоль/дм³ осенью 2021 года, до «средне жест-

кой» – 7,3 ммоль/дм³ летом 2022 года. Полагаем, что это связано с поступлением атмосферных осадков и частично поступлением речных вод реки Малка.

Для определения качества воды в ходе исследования были проанализированы основные гидрологические характеристики водного объекта. Установлено, что канал протекает в черте многих населенных пунктов Курского района. Протяженность канала составила приблизительно 170 км. На территории Курского района его длина соответствует 63 км. Ширина водного объекта изменялась от 1 до 4 м. Максимальная глубина в период полной насыщенности составила 2–3 м, скорость течения около 0,2 м/с. Главным источником питания канала являются сбрасываемые воды с реки Малка и атмосферные осадки. В холодный период года ледостав не наблюдается из-за отсутствия в нем воды. Тип дна – илисто-захлащенный.

Анализ гидрохимического состояния вод канала в точках отбора проб представлен в таблице 1.

Таблица 1

Концентрации загрязняющих веществ в точках отбора проб (2022 г.)

Загрязняющее вещество	Концентрация в точке № 1	Концентрация в точке № 3	ПДК _{рыбхоз}
БПК _{полн}	9 мгО ² /л	7 мгО ² /л	3 мгО ² /л
Взвешенные вещества	41,2 мг/л	45,2 мг/л	1,995 мг/л
Минерализация общая (сухой остаток)	1020,3 мг/дм ³	1035,3 мг/дм ³	1000 мг/дм ³
рН показатель	8,2	7,6	6,5

Из представленной таблицы видно, что в отобранных образцах проб все показатели загрязняющих веществ превышают нормы ПДК. Это свидетельствует о том, что вниз по течению вод канала его состояние ухудшалось, так как наблюдалась постоянная нагрузка на экосистему природных и антропогенных факторов.

Установили, что показатель БПК в 2–3 раза превышает норму ПДК, что свидетельствует о резком снижении способности вод канала к самоочищению и приводит к процессу эвтрофикации. Вследствие чего происходит изменение кислородного режима. Кислород в донных отложениях стремительно расходуется фитопланктоном, что может привести к гибели требовательных к кислороду организмов.

Содержание взвешенных веществ в водах канала в точке № 1 составило 41,2 мг/л, точке № 3 – 45,2 мг/л, что превышает ПДК в 20–22 раза. Полагаем, что одной из причин увеличения показателя служит скопление остатков растительного и животного происхождения. По показателям степени минерализации (сухо-

го остатка) канал относится к группе слабосоленых вод.

Известно, что для вод рыбохозяйственного назначения превышение величины показателя рН может привести к процессам закисления. В период наблюдения за гидрохимическими показателями канала было отмечено то, что концентрация ионов водорода подвержена сезонным колебаниям. В зимний период величина рН составила 6,8–7,4, в летний 7,4–8,2.

С целью оценки уровня воздействия на водный режим канала в ходе исследований был проведен сравнительный анализ полученных значений концентраций загрязняющих веществ в точках отбора проб с показателями ПДК (рисунки 4, 5).

Анализ проведенных исследований свидетельствуют об увеличении концентраций загрязняющих веществ в точках отбора проб. Установлено, что в точке отбора № 1 показатели на несколько значений выше, чем в точке отбора № 3. По мере течения вод на канал воздействуют, в первую очередь, антропогенные источники загрязнения.

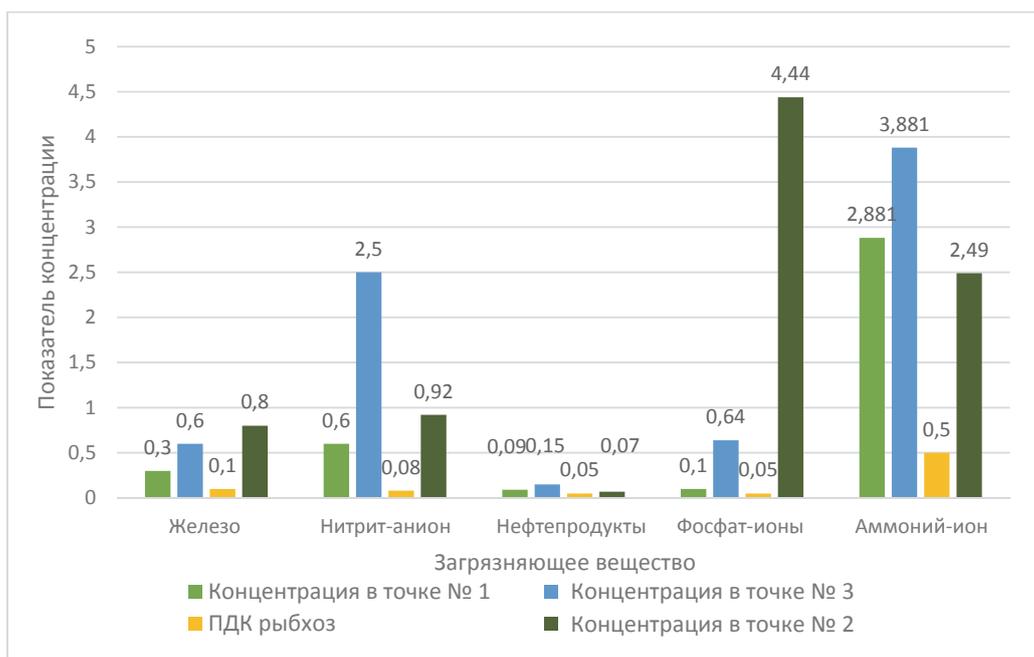


Рисунок 4 – Соотношение загрязняющих веществ с ПДК в точках отбора проб (2022 г.)

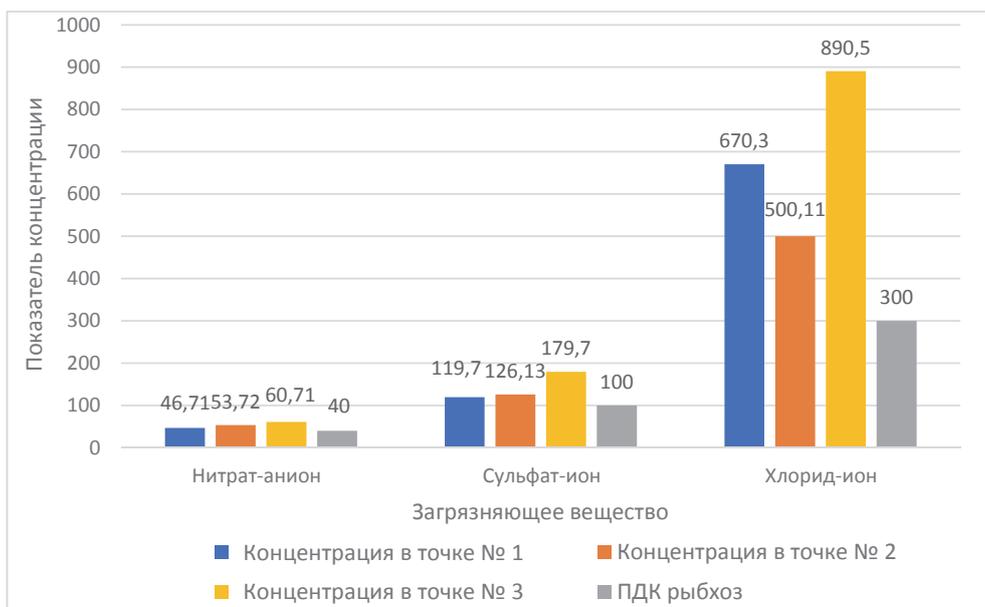


Рисунок 5 – Соотношение загрязняющих веществ с ПДК в точках отбора проб (2022 г.)

Концентрация железа в точках отбора проб подвержена заметным изменениям в сравнении с ПДК. В точке № 3 показатель превышает норму в 3 ПДК (0,6 мг/л), что придает воде неприятный запах и цвет. Полагаем, что увеличение концентрации железа в водах канала в весенне-летний период происходит в результате перемешивания водных масс.

Содержание иона аммония в воде превышает показатель ПДК от 5 до 7,6 раза, это указывает на близость канала к источнику загрязнения.

Присутствие нефтепродуктов было отмечено по специфическому запаху, максимальное содержание составило 3 ПДК. Повышенное содержание нитрит-анионов в воде отмечено в точке отбора проб № 3, что составило 31 ПДК – 2,5 мг/л. Нахождение в воде фосфат-ионов связано с разложением неживого органического вещества на дне канала. Концентрация фосфат-ионов изменялась от 0,1 до 4,4 мг/л, максимальные значения наблюдали в конце лета, увеличение предельно допустимых концентраций в 88 раз. Можно предположить, что источником ионов аммония, нитрит, фосфат-ионов являются стоки, поступающие с сельскохозяйственных угодий.

Также отмечали изменение показателей хлорид-ионов от 500,1 до 890,5 мг/л, максимальное значение составило 3 ПДК, сульфат-ионов от 119,7 до 179,9 мг/л, максимальное значение составило 1,8 ПДК. Повышение концентрации данных веществ является одним из критериев загрязненности канала хозяйственно-бытовыми стоками.

Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что в точках отбора проб наблюдается разница показателей концентраций загрязняющих веществ. Значения концентраций в пробах точки № 3 намного выше, чем в точке

№ 1. Это связано с тем, что, попадая на территорию Курского района, воды подвергаются дополнительной нагрузке различных антропогенных источников. По мере поступления вод с реки Малка в канал сухой иловый остаток, имеющий накопительное свойство, смешивается с прибывшими взвешенными веществами, в результате чего значения концентраций увеличиваются.

В ходе исследований был проведен анализ сточных вод, поступающих в канал с предприятия по производству и переработке овощей. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2

Содержание загрязняющих веществ в сточных водах, поступающих в канал с предприятия по производству и переработке овощей (2022 г.)

Показатель	Концентрация	ПДК _{рыбхоз}
Аммоний-ион	2,49 мг/л	0,5 мг/л
БПК _{полн}	6,14 мгО ₂ /дм ³	3 мгО ₂ /дм ³
Взвешенные вещества	320 мг/л	1,995 мг/л
Минерализация общая (сухой остаток)	1112 мг/л	1000 мг/л
Железо	0,8 мг/л	0,1 мг/л
Нитрит-анион	0,92 мг/л	0,08 мг/л
Нефтепродукты	0,07 мг/л	0,05 мг/л
Нитрат-анион	53,72 мг/л	40 мг/л
Фосфат-ионы	4,44 мг/л	0,05 мг/л
Сульфат-ион	126,13 мг/л	100 мг/л
Хлорид-ион	500,11 мг/л	300 мг/л

Результаты проведенного исследования по определению гидрохимических показателей вод по загрязняющим веществам свидетельствуют о том, что двух стадий очистки в локальных очистных сооружениях предприятия недостаточно, так как концентрация загрязняющих веществ в сточных водах превышает показатели ПДК_{рыбхоз}. С целью снижения негативного воздействия на канальные воды можно предложить внедрение гидроботанических площадок в технологическую схему для доочистки сточных вод.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Отмечено влияние метеорологических факторов на общие показатели и гидробиологическое состояние вод изучаемого объекта (канала). Определена пропорциональная зависимость суммы атмосферных осадков и концентрации ионов хлора и сульфат-ионов. Динамика процессов сезонного изменения качества вод напрямую связана с температурой и атмосферными осадками.

Оценка гидрохимического режима вод водоприемника свидетельствует о превышении ПДК загрязняющих веществ для вод водоемов рыбохозяйственного назначения по всем исследуемым

показателям. Источниками диффузного загрязнения являются сельскохозяйственные угодья, хозяйственно-бытовые стоки сельских поселений.

Сточные воды, поступающие с предприятия по производству и переработке овощей, соответствуют установленным для предприятия нормативам, но отмечается превышение предельно допустимых концентраций для вод водоемов рыбохозяйственного назначения по содержанию железа, нитритов, нефтепродуктов, нитратов, фосфатов, сульфатов, что может служить основанием для разработки биотехнологических методов доочистки сточных вод.

Вклад авторов

Окрут С. В.: концептуализация, проведение исследования.

Степаненко Е. Е.: сбор данных, составление методологии.

Зеленская Т. Г.: вычитка статьи.

Халикова В. А.: обзор литературных источников.

Конфликт интересов

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кирейчева Л. В., Лентяева Е. А. Влияние сельскохозяйственного производства на загрязнение водных объектов // *Природообустройство*. 2020. № 5. С. 18–26.
2. Кирейчева Л. В., Яшин В. М. Оценка потенциального объема дренажного стока с орошаемых земель бассейна Волги // *Основные результаты научных исследований института за 2018 год* : сб. научных трудов. М. : Изд-во ВНИИГиМ, 2019. С. 150–160.
3. Ступин В. И. Проблема биогенного загрязнения водных объектов диффузным стоком с водосборов рек Воронежской области. Главное управление природных ресурсов и охраны окружающей среды по Воронежской области. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.vestnik.vsu.ru/pdf/heolo-gia/2003/01/stupin.pdf> (дата обращения: 12.03.2024).
4. Пантелеева Я. С., Гульшин И. А. К вопросу повышения эффективности очистки сточных вод биологическими методами // *Естественные и технические науки*. 2015. Т. 84, № 6. С. 582–583.
5. Абуова Г. Б., Харламова А. Э., Сардина А. С. Эффективность применения водного гиацинта (*Eichornia crassipes*) при доочистке сточных вод // *Инженерно-строительный вестник Прикаспия* : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2022. № 1 (39). С. 33–37.
6. Биотехнология очистки сточных вод *Science and innovation* / М. Р. Шарифов, Б. Х. Алимова, О. М. Пулатова, Х. Т. Вохидов, А. А. Махсумханов. 2023. № 16. Т. 3. С. 1188–1191.
7. Hydroponic method for ramie and removal of nitrogen and phosphorus from livestock wastewater / G. Gao, H. Xiong, J. Chen, (...), C. Yu, A. Zhu // *International Journal of Phytoremediation*. 2018. Vol. 20 (6), May. P. 545–551.
8. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2021 году». М. : Минприроды России; МГУ имени М. В. Ломоносова, 2022. 684 с.

9. Мещурова Т. А. Оценка качества воды рек при анализе нагрузки сточных вод в Пермском крае // Экология урбанизированных территорий. 2023. № 1. С. 27–31.
10. Доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2020 году». М. : Росводресурсы, НИА-Природа, 2022. 510 с.
11. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2021 год / отв. ред. Г. М. Черногаева. М. : Росгидромет, 2022. 220 с.
12. Дементьева Д. М., Смольникова В. В., Дементьев М. С. К вопросу о загрязнении водоемов Ставропольского края тяжелыми металлами и нефтепродуктами // Известия Самарского научного центра РАН. 2010. Т. 12. № 1(8). С. 2116–2117.
13. Блужина А. С. Оценка экологического состояния водосборной территории р. Калаус в пределах Ставропольского края // Известия ДГПУ. 2014. № 4. С. 68–70
14. Оценка влияния малых водотоков на гидрохимические и гидробиологические показатели реки Подкумок / С. В. Окрут, Т. Г. Зеленская, Е. Е. Степаненко, А. А. Коровин, В. А. Халикова // Успехи современного естествознания. 2023. № 2. С. 58–64.
15. Оценка химического состава воды Новотроицкого водохранилища Ставропольского края / Е. Е. Степаненко, Ю. А. Мандра, Р. С. Еременко, Т. Г. Зеленская // Вестник КрасГАУ. 2015. № 9. С. 26–28.
16. ПНД Ф 14.1:2:4.139–98 Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовых концентраций кобальта, никеля, меди, цинка, хрома, марганца, железа, серебра, кадмия и свинца в пробах питьевых, природных и сточных вод методом атомно-абсорбционной спектроскопии. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/898902520> (дата обращения: 20.08.2024).

REFERENCES

1. Kireycheva L. V., Lentyaeva E. A. The influence of agricultural production on pollution of water bodies // Environmental management. 2020. № 5. P. 18–26.
2. Kireycheva L. V., Yashin V. M. Otsenka potentsialnogo objema drenazhnogo stoka s oroshaemyh zemel bessejna Volgi. // Osnovnye rezultaty nauchnyh issledovaniy instituta za 2018 god. : sb. nauch. trudov. M. : Izd-vo VNIIGiM, 2019. P. 150–160.
3. Stupin V. I. Problema biogennoy zagryazneniya vodnyh objektov s vodosborov rek Voronezhskoy oblasti. Glavnoe upravlenie pri-rodnyh resursov i ohrany okruzhayushchey sredy po Voronezhskoy oblasti [Electronnyy resurs]. URL: <http://www.vestnik.vsu.ru/pdf/he-ologia/2003/01/stupin.pdf> (data obrashcheniya: 12.03.2024)
4. Panteleeva Ya. S., Gulshin I. A. On the issue of improving the efficiency of wastewater treatment by biological methods // Natural and Technical Sciences. 2015. V. 84. № 6. P. 582–583.
5. Abuova G. B., Kharlamova A. E., Sardina A. S. The effectiveness of the use of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) during the post-treatment of wastewater // Engineering and Construction Bulletin of the Caspian Region: scientific and technical journal / Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering. Astrakhan: GAOU JSC VO «AGASU», 2022. № 1 (39). P. 33–37.
6. Biotechnology for wastewater treatment / M. R. Sharifov, B. Kh. Alimova, O. M. Pulatova, Kh. T. Vokhidov, A. A. Makhsumkhanov // Science and innovation. 2023. № 16. Т. 3. P. 1188–1191.
7. Hydroponic method for ramie and removal of nitrogen and phosphorus from livestock wastewater / G. Gao, H. Xiong, J. Chen, (...), C. Yu, A. Zhu // International Journal of Phytoremediation. 2018. Vol. 20 (6), May. P. 545–551.
8. Gosudarstvennyy doklad «O sostoyanii i ob ohrane okruzhayushchey sredy Rossijskoj Federacii v 2021 godu» [State report «On the State and Environmental Protection of the Russian Federation in 2021»]. M. : Ministry of Natural Resources of Russia; Lomonosov Moscow State University, 2022. 684 p. [in Russian]
9. Meshchurova T. A. Assessment of river water quality when analyzing wastewater load in the Perm region // Ecology of urbanized territories. 2023. № 1. P. 27–31.
10. Report on the state and use of water resources of the Russian Federations in 2020 [O sostoyanii i ispolzovanii vodnykh resursov Rossijskoj Federacii v 2020 godu]. Moscow : Rosvodresursy, NIA-Природа, 2022. 510 p.
11. Obzor sostoyaniya i zagryazneniya okruzhayushchey sredy v Rossijskoj Federacii za 2021 god [Overview of the state and pollution of the environment in the Russian Federation for 2021] / responsible ed. G. M. Chernogaeva. M. : Rosgidromet, 2022. 220 p.

12. Dementyeva D. M., Smolnikova V. V., Dementyev M. S. On the issue of pollution of water bodies of the Stavropol region with heavy metals and oil products // News of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2010. T. 12. № 1(8). P. 2116–2117.
13. Bluzhina A. S. The ecological status assessment of the catchment area of the Kalaus river in Stavropol region // News of the DSPU. 2014. № 4. P. 68–70.
14. Assessment of the influence of small watercourses on the hydrochemical and hydrobiological parameters of the Podkumok River / S. V. Okrut, T. G. Zelenskaya, E. E. Stepanenko, A. A. Korovin, V. A. Khalikova // Advances in modern natural science. 2023. № 2. P. 58–64.
15. The assessment of the water chemical composition of the Novotroitsk reservoir in the Stavropol territory / E. E. Stepanenko, Yu. A. Mandra, R. S. Eremenko, T. G. Zelenskaya // Herald. KrasGAU. 2015. № 9. P. 26–28.
16. PND F 14.1:2:4.139–98 Quantitative chemical analysis of water. Methodology for measuring mass concentrations of cobalt, nickel, copper, zinc, chromium, manganese, iron, silver, cadmium and lead in samples of drinking, natural and waste water using atomic absorption spectrometry [Elektronnyy resurs]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/898902520> (data obrashcheniya: 12.03.2024).