

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра прикладной и системной экологии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

(Бакалаврская)

На тему «Оценка загрязненности реки Славянка по гидрохимическим данным»

Исполнитель Варлашина Владислава Евгеньевна

Руководитель кандидат географических наук

Урсова Елена Сергеевна

(подпись)

Доцент, кандидат географических наук

(ученая степень, ученое звание)

Алексеев Денис Константинович

(фамилия, имя, отчество)

«03 07 2023

Санкт-Петербург

2023

Содержание

Введение

1. Характеристика объекта исследования

1.1 Физико-географическая характеристика региона исследования

1.2 Характеристика реки Славянка

1.2.1 Гидрологическая характеристика реки

1.2.2 Описание сети наблюдений РГГМУ за качеством поверхностных вод реки Славянка

1.2.3 Загрязненность реки по литературным данным

2. Методы оценки загрязненности поверхностных вод

2.1 Предельно-допустимые концентрации

2.2 Комплексные показатели качества вод

3. Анализ пространственно-временной динамики загрязненности реки Славянка по гидрохимическим данным за 2021-2022 гг.

3.1 Анализ временной динамики загрязненности реки Славянка

3.2 Анализ пространственной загрязненности реки биогенными веществами

Заключение

Список используемых источников

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Введение

Ухудшение качества поверхностных вод является крайне актуальной проблемой. Во всем мире наблюдается дефицит пресных вод пригодных для питья и использования в промышленности.

В связи с ростом урбанизированных территорий, расширением сельскохозяйственной деятельности и в целом увеличением антропогенного влияния человека как на водоемы, так и на окружающую среду в целом, комплексная система наблюдения за состоянием водоемов является одной из важнейших задач. Оценка качества вод рек проводится в том числе и по гидрохимическим показателям. Используются как частные, так и общие характеристики.

При этом малые реки являются особенно уязвимыми. Их экосистему нарушить легче, чем систему крупной реки. Особенно это касается рек, протекающих по урбанизированным территориям и оказывающих влияние на хозяйственную деятельность людей, к которым и относится река Славянка, являющаяся левым притоком реки Нева и протекающая в Гатчинском районе Ленинградской области.

Целью данной работы является оценка уровня загрязнённости реки Славянка по гидрохимическим показателям.

Для реализации цели были сформулированы следующие задачи:

1. Дать характеристику объекту исследования – реке Славянка
2. Описать методы оценки загрязненности вод
3. Провести анализ пространственной и временной динамики загрязненности реки Славянка

Объектом исследования в работе является река Славянка.

Предметом является загрязненность реки Славянка по гидрохимическим показателям.

Для анализа временной и пространственной динамики были использованы результаты наблюдений за рекой Славянка на четырех пунктах наблюдения в 2021 и 2022 году. Анализ проводился по следующим показателям:

- Растворенный кислород, мгО₂/л;
- Биохимическое потребление кислорода после 5 дней инкубации (БПК₅), мгО₂/л;
- Общее железо (Fe), мг/л;
- Нефтепродукты, мг/л;
- Нитритный азот (N/NO₂-), мг/л;
- Ионы аммония (NH₄⁺), мг/л;

1. Характеристика объекта исследования

1.1 Физико-географическая характеристика региона исследования

Гатчинский район располагается в бассейне рек Оредеж и Ижора на европейской части России, на ее северо-западе и в центральной части Ленинградской области.

На северо-востоке район граничит с городом Санкт-Петербургом. На востоке граничит с Тосненским районом. На юге граничит с лужским районом. На западе граничит с Волосовским районом, а на северо-западе граничит с Ломоносовским районом. Площадь района составляет 2,94 тыс. км² [1].



Рисунок 1 — Гатчинский район на карте

В соответствии с рисунком 1, Гатчинский район включает в себя такие населенные пункты как Елизаветино, Дружная Горка Вырицы и другие.

Большая часть территории района располагается на Лужско-Ордежской возвышенности, поэтому рельеф полого-холмистый.

На северо-западе территории преобладает ярко выраженный возвышенный ландшафт, здесь же находится край Ижорской возвышенности.

Геологическое строение исследуемого района представлено в основном геологическими отложениями ордовикского периода. Однако встречаются также геологические отложения девонского периода [2]. Породы Гатчинского района в основном покрыты комплексом ледниковых отложений четвертичного периода, однако на берегах реки Ордеж породы девона выходят прямо на поверхность. [3].

На территории Гатчинского района добываются известняки и имеются залежи торфа. Также на территории района находятся месторождения доломитов и формовочного песка [4].

Климат Гатчинского района можно назвать атлантико-континентальным. Преобладают частые оттепели. Зима довольно мягкая благодаря морским воздушным массам. Лето умеренно-теплое, дождливое, но иногда оно бывает прохладным. В зимний период осадки выпадают преимущественно в виде снега. Годовое количество осадков в исследуемом районе составляет 650-700 мм. Ветры в основном западные и южные.

Летом и весной можно наблюдать явление «белые ночи». Минимальная температура, которая была зарегистрирована, в Гатчинском районе составила -44 °С, а максимальная температура составила +34 °С [5].

На 70% территории преобладают бедные перегноем с высоким содержанием кислотности дерново-подзолистые почвы. Исключение составляет запад территории: на Ижорской возвышенности образовались подходящие для земледелия и богатые перегноем дерново-карбонатные почвы. На юго-востоке исследуемого региона, на территории заказника Мшинское болото господствуют болотистые и торфяные почвы со средней толщиной залежей торфа около 3 м [6].

Наиболее распространены в Гатчинском районе следующие растения: клён остролистый, полевица собачья и полевица обычная.

В болотистой местности исследуемого региона можно встретить такие растения как башмачок настоящий, лосняк Лёзеля, пальцекорник Траунштейнера [7].

1.2 Характеристика реки Славянка

1.2.1 Гидрологическая характеристика реки

Славянка —река, относящаяся к типу равнинных рек, берущая свое начало в Гатчинском районе Ленинградской области в заболоченной низине в 9 км юго-западнее города Павловска, протекающая по территории Санкт-Петербурга, охватывающая территорию сразу трех районов города Санкт-Петербурга: Пушкинского района, Колпинского района и Невского района. Река Славянка относится к малым рекам.

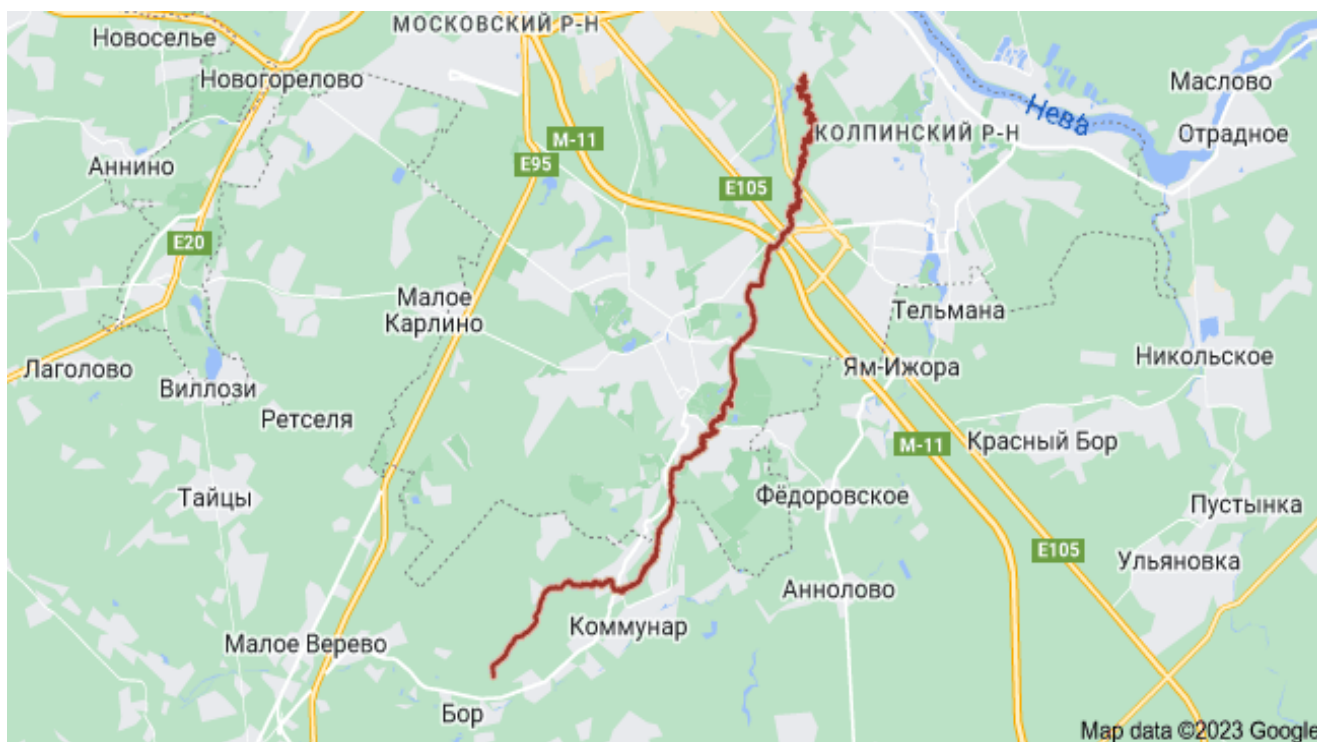


Рисунок 2 — Река Славянка на карте

Как видно из рисунка 2, река Славянка простирается прямо от Гатчинского района и вплоть до города Санкт-Петербург. Двигается, не доходя до города Коммунар, охватывая различные территории: парки, города и даже кладбище.

Река Славянка является левым и одним из наиболее крупных притоков Невы — притоком первого порядка [8].

Река протекает по Прибалтийской возвышенности, пересекая Тярлево, Колпино, Шушары и Петро-Славянку и берёт свое начало из ряда канав в болотистой низине города Павловска.

В верховьях выше города Павловск долина реки узкая и извилистая, с шириной русла 3—4 м, течение быстрое.

Затем долина расширяется, русло реки достигает ширины 12—15 м, течение ее замедляется. В городе Павловск река Славянка обходит пруды дворцово-паркового комплекса. Используется для водоснабжения и рекреационных целей. В районе Петро-Славянки в Славянку вливается приток Кузьминка. Славянка впадает в реку Нева у района Рыбацкое юго-восточной части города в 27 км от устья, разделяя микрорайоны Рыбацкой и Усть-Славянку. На всём протяжении принимает ряд притоков (притоки отображены в порядке расположения от устья):

- 1) река Кузьминка (слева), 5,4 км от устья
- 2) ручей Тярлевский (слева), у которого есть приток Вангази
- 3) река Тызва (слева), 18 км от устья.
- 4) река Поповка (слева), 19 км от устья

На протяжении почти 15 км она падает на 48 м или более чем на 3 м/км. Характер долины Славянки различен на разных ее участках.

В то время как верхняя часть представляет слабо углубленную широкую лесистую область, где русло мало углублено, немного не доходя до деревни Марьино, река уже врезается в массив, и долина становится уже и глубже.

Так постепенно она углубляется до южного конца, а затем, круто повернув на северо-восток, входит в глубокую, но сравнительно широкую долину между деревней Покровская (на левой стороне) и поселком Антропшино на правой.

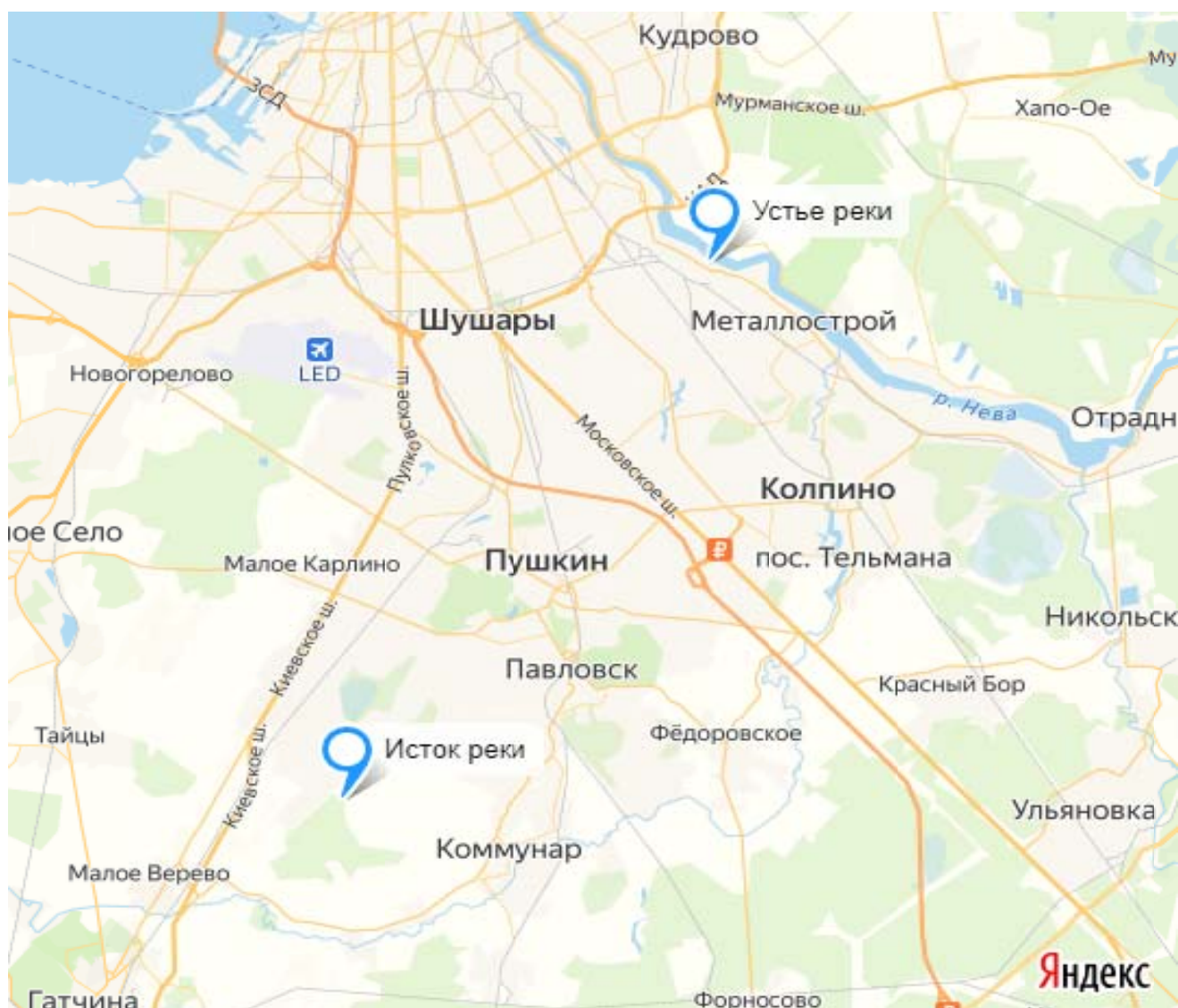


Рисунок 3 — Устье и исток реки Славянка на карте

Из рисунка 3 видно, что река заканчивается уже в городской черте, а начинается в области.

Ширина долины Славянки в этом месте обуславливается ее местным расширением, которое здесь выработалось еще в доледниковое время.

Дальше, там, где возвышенность, на которой стоит поселок Антропшино, оканчивается долина Славянки кажется не такой глубокой, - она здесь широка, с очень отлогими склонами и в таком виде прослеживается до Павловска и его обширного парка.

На реке имеют развитие аллювиальные отложения. Они представлены песками мелкими и пылеватыми, местами переходящими в супеси, а также суглинками. Окраска их серая, желтая и коричневая. Общая мощность аллювиальных образований изменяется от 0.8 до 3.1 м [9].

В нижнем течении реки встречается эрозионно-аккумулятивный рельеф, образуемый посредством водных потоков.

Река подвергается интенсивному воздействию хозяйственной деятельности, так как протекает в пределах городской черты.

На берегах присутствует такая растительность как багульник, можжевельник, лапчатка прямостоящая и так далее, большое количество бытового мусора. На реке гнездятся такие птицы как перевозчик, зимородок. Населяют реку такие виды рыб как щука, подлещик и окунь.

Основными загрязнителями реки Славянки можно назвать хозяйственно-бытовые сточные воды городов Пушкин и Павловск.

Кроме того, в р. Славянка сбрасывают свои производственные и хозяйственно-бытовые стоки близлежащие предприятия-водопользователи, такие как предприятие по производству фармацевтических субстанций ФГУП СКТБ «Технолог»

Средний расход воды в устье составляет 1,8 куб.м/сек. Ширина в низовьях достигает до 70 метров Глубина достигает до 1,5 метров

Длина реки составляет 39 км [10] (по данным РГИС [11] — 32,938 км). Площадь водосборного бассейна составляет 249 км² [10].

Питание реки происходит в основном за счет талых снеговых, дождевых и подземных вод [12].

Зимний режим реки не устойчив. Славянка замерзает в конце ноября, причем осеннего ледохода обычно не бывает. В отдельные годы река замерзает толь-

ко в начале декабря. Ледяной покров держится в среднем до конца марта - начала апреля.

В долине реки расположены заболоченные и болотные почвы. Образование этих почв связано с избытком подводных вод.

Воды Славянки сильно загрязнены, особенно в низовьях [13].

На самой поверхности воды видны пятна нефтепродуктов, вода крайне мутная и грязная. Дно реки Славянка сформировано слоем техногенных илов с резким запахом. Скорость течения составляет 0.1–0.2 м/с [14].

1.2.2 Описание сети наблюдений РГГМУ за качеством поверхностных вод реки Славянка

На 2023 год списочный состав пунктов сети наблюдений РГГМУ за качеством поверхностных вод реки Славянка состоял из четырех точек, расположенных по всей длине реки.

Сеть гидрохимических наблюдений охватывает всю длину водотока с определением влияния наиболее крупных его притоков и сброса сточных вод в него.

Пункт наблюдений №1 находится в Пудомягском поселении Гатчинского района в 2,10 км от истока реки.

Пункт наблюдений №2 находится в Пушкинском районе Санкт-Петербурга на пересечении Московского шоссе и реки Славянка по Липецкому мосту. В 2 км от города Павловск и в 13 км от истока реки Славянка.

Пункт наблюдений №3 находится в поселке Шушары в 300 м от Колпинского шоссе и в 9,6 км от устья реки.

Пункт наблюдений №4 расположен на пересечении реки Славянка и Шлиссельбургского шоссе по Славянскому мосту. Находится близко к устью реки, 375 м от него.

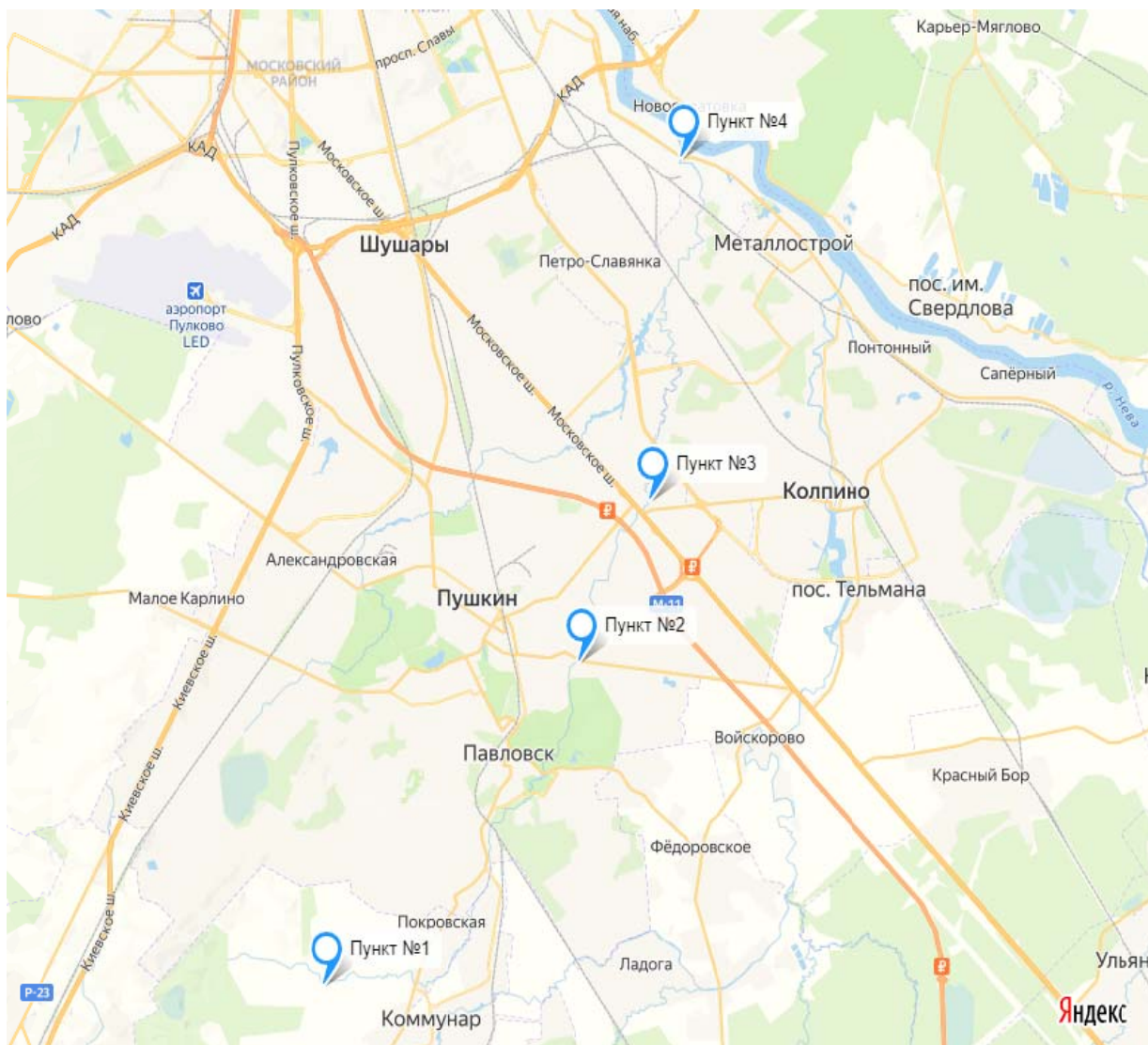


Рисунок 4 — Расположение пунктов наблюдения за качеством поверхностных вод реки Славянка

Исходя из рисунка 4, можно заметить, что пункты наблюдения за рекой №2 и №3 расположены гораздо ближе друг к другу, нежели другие пункты наблюдения. Это связано с необходимостью более глубокого изучения Славянки именно в месте пересечения реки Московским шоссе.

1.2.3 Загрязненность реки по литературным данным

Наблюдение за рекой специализированными службами ведется уже довольно продолжительное время. Результаты проведения мониторинга отображены в ежегодно публикуемых данных об экологическом состоянии водных объектов

Регулярные наблюдения в пунктах Государственной сети наблюдений (ГСН) проводятся в Ленинградской области.

По данным наблюдения за 9 месяцев 2022 года во время проведения съемок во всех водных объектах значения рН не выходили за пределы интервала 6,50 – 8,50. Абсолютное и относительное содержание растворенного кислорода было в норме. Значения БПК₅ превышали ПДК только в августе (1,7 нормы). Превышающие норму значения ХПК отмечены во всех отобранных пробах. Максимальное значение составило 3,3 нормы (август).

В феврале значение азота аммонийного было зафиксировано на отметке 1,5 ПДК. В августе азот нитритный был отмечен на значении – 2,0 ПДК; фосфор фосфатов – 2,9 ПДК. Содержание азота нитратного, фенола, нефтепродуктов и АПАВ не превышали ПДК.

Концентрации железа общего выше установленного норматива были обнаружены в большинстве отобранных проб (до 2,8 ПДК - март). Диапазон концентраций меди во все отборы составил 2,8–12,6 ПДК (максимальное значение было зафиксировано в июле). Концентрации марганца выше ПДК были обнаружены в январскую, февральскую и июльскую съемки – 19, 14 и 4,3 ПДК; цинка – в январе и феврале: 1,6 и 1,5 ПДК. Концентраций свинца, никеля и кадмия выше ПДК не зафиксировано.

Концентрации хлорорганических пестицидов были ниже пределов чувствительности метода определения.

Зарегистрирован случай высокого загрязнения реки Славянка третьего марта 2022 года азотом нитритным — 0,261 мг/дм³ (13,1 ПДК) [15].

По данным Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности воды р. Славянки в черте п. Усть-Славянка (0,04 км выше устья) в основном классифицировались, как «очень загрязненные» и «грязные» [16].

В отдельные периоды времени наблюдались значительные превышения ПДК по тяжелым металлам (марганцу, меди, кадмию и свинцу), БПК₅ и биогенным элементам (азоту аммонийному и азоту нитритному).

В последние годы река часто оказывается загрязненной из-за аварийных сбросов различных предприятий.

Степень загрязненности реки следуют классифицировать по системе Удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ) [18].

Согласно данным Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности класс качества воды реки Славянка на основе УКИЗВ за период 2005-2021 варьировался от «загрязненная» до «грязная» [17]. Данные по упомянутым годам представлены в таблице 1

Таблица 1 — Класс качества воды в р. Славянка на основе УКИЗВ за период 2005-2021 гг.

Год	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
УКИЗВ	3б	4а	3а	4а	4а	3б	3б	3б	3б	3б	4а	3б	3а	3б	3а	4а	3а

Класс качества воды в реке определяется приложением «К» Руководящего документа РД 52.24.643-2002 [18].

Таблица 2 — Классы качества воды в соответствии с приложением «К» РД 52.24.643-2002

Класс	Разряд	Характеристика за- грязненности воды	Значения УКИЗВ
1-й	-	Условно чистая	1
2-й	-	Слабо загрязненная	(1;2]
3-й	«а»	Загрязненная	(2;3]
	«б»	Очень загрязненная	(3;4]
4-й	«а»	Грязная	(4;6]
	«б»	Грязная	(6;8]
	«в»	Очень грязная	(8;10]
	«г»	Очень грязная	(10;11]
5-й	-	Экстремально грязная	(11; ∞]

На основании таблицы 1 построим график:

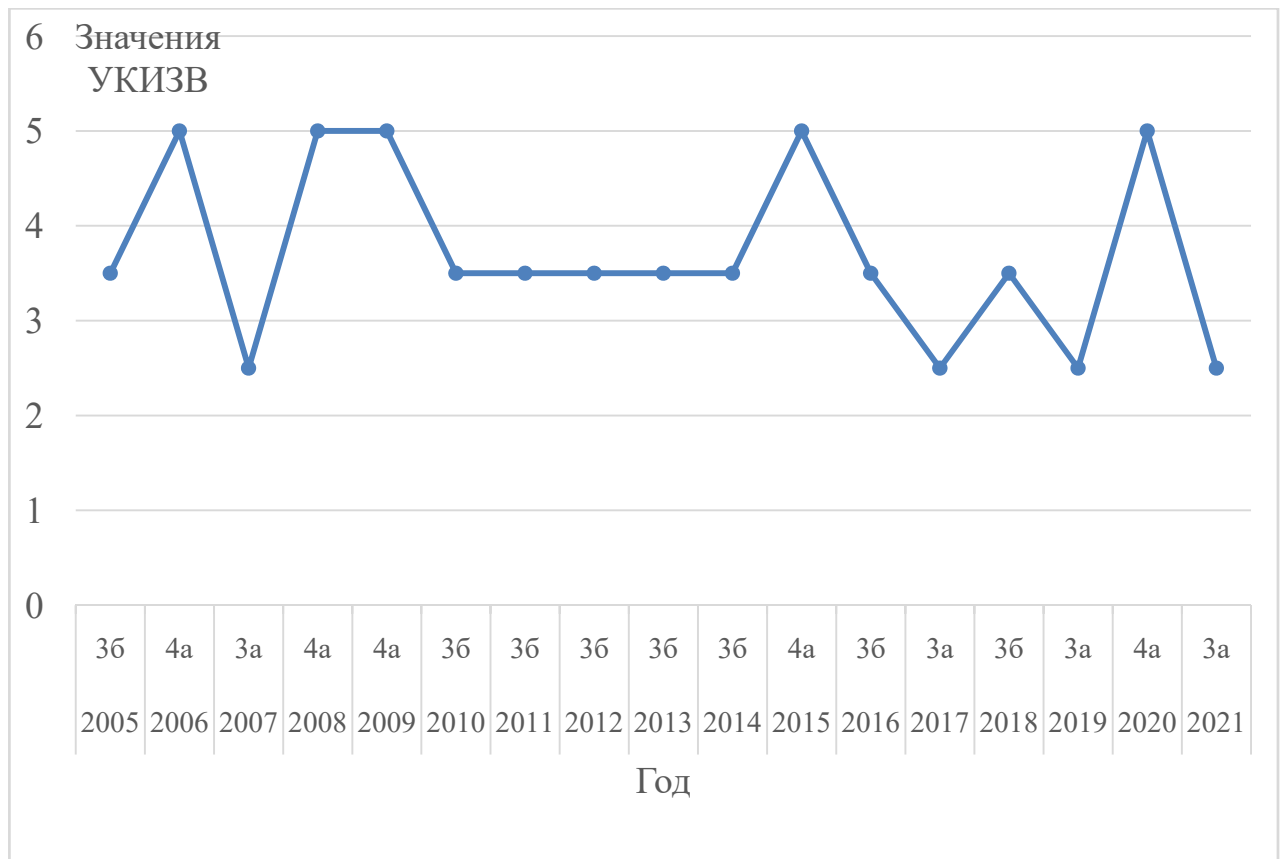


Рисунок 5 — График классов качества воды реки Славянка на основе УКИЗВ за период 2005-2021 гг.

Из графика видно, что максимум загрязнения приходится на 2006, 2009, 2015 и 2020 года. В то время как 2007, 2016 и 2019 года были самыми чистыми в истории реки Славянка за рассматриваемый период.

С 2010 года по 2014 год наблюдалось своего рода плато в отношении загрязненности реки. Класс качества Славянки на течение пяти лет не менялся с класса «очень загрязненная».

2. Методы оценки загрязненности поверхностных вод

2.1 Предельно-допустимые концентрации

Предельно-допустимая концентрация (ПДК) — законодательно утвержденный санитарно-гигиенический или рыбохозяйственный норматив. Максимальная величина вредных веществ, которая может наблюдаться в природной системе, не вызывающая заболеваний или каких-либо патологий.

Контроль над содержанием химических веществ в окружающей среде начался еще в 1925 году. В 1950 году были выявлены первые ПДК для водной среды.

Метод оценки загрязненности поверхностных вод по системе ПДК еще можно назвать методом химической индикации. Загрязнение водоема анализируется исходя из вычисления кратности превышения вымеренных концентраций тех или иных элементов и веществ к их ПДК или количества случаев с превышением предельно-допустимой концентрации. Предельно-допустимая концентрация устанавливается в ходе экспериментов с тест-организмами. Предельные значения, которые начинают вызывать видимые нарушения и отклонения у наиболее чувствительных групп среди участников эксперимента принимаются за ПДК. Стоит заметить, что в большинстве случаев ПДК рыбохозяйственных нормативов гораздо требовательнее, чем ПДК санитарно-гигиенических нормативов.

Для сравнения будут приведены ПДК рыбохозяйственных и санитарно-гигиенических нормативов, используемых в работе веществ:

Таблица 3 — Примеры некоторых ПДК веществ для рыбохозяйственных и санитарно-гигиенических нормативов

	Рыбохозяйственный норматив[19]	Санитарно-гигиенический норматив [20]
Растворенный кислород, мгО ₂ /л	6	4
БПК ₅ , мгО ₂ /л	2,1	2
Общее железо (Fe), мг/л	0,1	0,3
Нефтепродукты, мг/л	0,05	0,1
Нитритный азот (N/NO ₂ -), мг/л	0,08	3
Ионы аммония (NH ₄ ⁺), мг/л	0,5	1,5

ПДК веществ для объектов рыбохозяйственного назначения устанавливает Приказ Минсельхоза России от 13.12.2016 N 552 (ред. от 10.03.2020) «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения».

ПДК веществ для объектов санитарно-гигиенического назначения устанавливает Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 № 2

"Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" (с изменениями на 30 декабря 2022 года).

Для санитарно-гигиенического водопользования ПДК учреждается с учетом трех показателей вредностей:

- органолептического
- общесанитарного
- санитарно-токсикологического

Для рыбохозяйственного водопользования уже с учетом пяти показателей:

- органолептического
- общесанитарного
- санитарно-токсикологического
- токсикологического
- рыбохозяйственного

Затем наименьшая из безвредных концентрация по трем или пяти параметрам вредности принимается за ПДК. С указанием показателя, который показывает наиболее ранний правдоподобный характер отрицательного влияния в случае

2.2 Комплексные показатели качества вод

Показатели качества воды можно разделить на следующие виды: химические, биологические и физические.

Под физическими показателями качества воды следует понимать такие как:

- запах;
- мутность;
- привкус;
- цветность;
- взвешенные вещества;
- прозрачность;

Химически чистая вода совершенно не имеет ни вкуса, ни запаха. Но такой воды в природе не существует, так как в любой воде будут присутствовать какие-то примеси и по мере появления в воде тех или иных примесей, вода будет принимать соответствующий вкус и запах.

Нормирование воды по запаху, вкусу и мутности устанавливает ГОСТ Р 57164-2016 «Вода питьевая. Методы определения запаха, вкуса и мутности»

Основными причинами запаха и привкуса считаются

- отходы промышленности;
- поваренная соль;
- гниющие растения, грибки, плесень;
- марганец, цинк, медь, железо;
- железистые и серные бактерии[21];

Таблица 4 — Определение интенсивности запаха

Интенсивность запаха	Характер появления запаха	Оценка интенсивности, балл
Нет	Запах не ощущается	0
Очень слабая	Запах не ощущается потребителем, но обнаруживается при лабораторном исследовании	1
Слабая	Запах замечается потребителем, если обратить на это внимание	2
Заметная	Запах легко замечается и вызывает неодобрительный отзыв о воде	3
Отчетливая	Запах обращает на себя внимание и заставляет воздержаться от питья	4
Очень сильная	Запах настолько сильный, что делает непригодной воду к употреблению	5

Интенсивность запаха воды определяют в баллах и при температурах 20 °С и 60 °С [19].

Мутностью можно считать показатель, который характеризует степень снижения прозрачности жидкости ввиду нахождения в жидкости мелкодисперсных примесей. Мутность выражается в формазинных единицах (ЕМФ) и определяется через сравнение изучаемой воды со стандартными взвесями. Мутность воды нормируется в целом только из-за того, что более мутная вода защищает бактерии и микроорганизмы от ультрафиолетовых лучей и обеспечивает их рост [19].

Вкус и привкус определяется по их ощущению. Вкус подразделяется на: соленый, горький, сладкий, кислый. Привкус подразделяется на: цветочный, металлический, гнилостный, щелочной.

Таблица 5— Определение интенсивности вкуса и привкуса

Интенсивность вкуса и привкуса	Характер проявления вкуса и привкуса	Оценка интенсивности вкуса и привкуса, балл
Нет	Вкус и привкус не ощущаются	0
Очень слабая	Вкус и привкус очень слабые	1
Слабая	Вкус и привкус слабые, но не вызывают неодобрительный отзыв о воде	2
Заметная	Вкус и привкус легко замечаются и вызывают неодобрительный отзыв о воде	3
Отчетливая	Вкус и привкус отчетливые, вызывают неодобрительный отзыв о воде и заставляют воздержаться от питья	4
Очень сильная	Вкус и привкус настолько сильные, что делают воду непригодной к употреблению	5

Интенсивность вкуса и привкуса определяется в баллах. Воду набирают в полость рта маленькими порциями задерживают на несколько секунд, а затем выплевывают.

Цветность воды определяется ГОСТ 31868-2012 «Вода. Методы определения цветности» и является одним из индикаторов качества воды. В основном он связан с присутствием в водоеме соединений:

- соединений железа, дающих ржаво-мутный окрас;

- соединений гуминовых кислот или фульвокислот, дающих коричневую или желтую окраску;
- известняка или глины, придающих воде белую окраску
- водорослей

Для измерения цветности воды используют специальную платиново-кобальтовую шкалу, еще называемая шкалой Хазена. Цветность воды определяется в градусах этой шкалы и определяется сравнением исследуемой воды со специально приготовленными растворами, позволяющими имитировать природную цветность, шкалы Хазена.

Таблица 6— Характеристика воды по цветности

Цветность	Единица измерения, градус платиново-кобальтовой шкалы
Очень малая	> 25
Малая	Больше 25 до 50
Средняя	Больше 50 до 80
Высокая	Больше 80 до 120
Очень высокая	Больше 120

Взвешенные вещества — вещества, которые попадают в воду в результате вымывания твердых частиц земного покрова. Единицы измерения взвешенных веществ — мг/дм³. Взвешенные вещества определяются количеством примесей, которые остаются на фильтре из бумаги при фильтрации исследуемой воды.

Определение прозрачность воды используется, когда вода окрашена незначительно и мутности почти нет. При определении прозрачности воды в основном пользуются методом диска Секки. Единицей прозрачности в таком случае служит

глубина или высота столба воды, после преодоления которой уже не виден диск, опускаемый в воду. Диск при этом используется диаметром 30 см. и либо белый, либо черно-белый.

К химическим свойствам воды следует отнести

- окисляемость
- показатель рН
- жесткость воды
- минерализация

Наиболее результативными и распространёнными способами оценки окисляемости воды являются перманганатный и бихроматный методы.

Суть перманганатного метода заключается в окислении образца воды перманганатом калия в растворе серной кислоты. Но так как перманганат калия не является сильным окислителем, то для сильнозагрязненных вод используется бихроматный метод. Суть его заключается в окислении образца воды бихроматом калия.

Показателем рН называют степень щелочности или кислотности воды, он отвечает за активность ионов водорода в воде. Чем меньше ионов водорода в воде, тем кислее она. Измеряют его уровень при помощи лакмусовой бумажки или при помощи рН-метра. При использовании лакмусовой бумажки ее опускают в воду на 1-2 см на пару секунд. Полученный результат сравнивают со шкалой для сопоставления данных. Нейтральным считается результат 7 рН единиц.

Использование рН-метра предполагает следующий результат действий: воду набирают в небольшую емкость, датчик опускают в воду. Результат появляется на экране прибора спустя пару секунд.

Жёсткость воды — параметр воды, который определяется наличием в воде щелочноземельных элементов, обычно ионов кальция и магния. Жесткость воды в основном определяют титриметрическим методом и колориметрическим методом

и измеряется в мэкв/л. Титрование воды включает в себя добавление в образец индикатора, затем раствора титранта маленькими порциями к пробе воды до изменения цвета образца. Колориметрический метод представляет собой дополненный традиционный метод титрования. Метод позволяет использовать низкие уровни ионов кальция и магния.

Под минерализацией воды принято считать количество растворенных в воде компонентов минерального и органического происхождения. Минерализации измеряется в мг/л (мг/дм³).

Более содержательным способом оценки загрязненности воды можно считать расчет удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ). УКИЗВ может принимать значение от 1 до 16 и от меньшего к большему значению ранжирует воду от наименее грязной к наиболее грязной, соответственно.

На основании значений УКИЗВ воду можно поделить на пять классов:

- 1 класс — условно чистая
- 2 класс — слабо загрязненная
- 3 класс — загрязненная
- 4 класс — грязная
- 5 класс — экстремально грязная

По аналогии со значениями УКИЗВ наибольший номер класса соответствует наибольшему загрязнению водоема.

УКИЗВ рассчитывается как соотношение комбинаторного индекса загрязненности вод (КИЗВ) к количеству веществ, принявших участие в оценке. Проводится анализ не менее 15 показателей. Обязательными для оценки являются следующие показатели: растворенный в воде кислород, БПК₅, ХПК, фенолы, нефтепродукты, нитрит-ионы, нитрат-ионы, иона аммония, железо общее, медь цинк, никель, марганец, хлориды и сульфаты.

Для расчета УКИЗВ использую следующие параметры:

- частота установления концентраций, превысивших ПДК
- среднее значение кратности превышения ПДК

Далее по этим параметрам определяются частотные оценочные баллы, которые являются условными величинами S_α и S_β . Рассчитывается обобщенный оценочный балл S как произведение S_α и S_β . Сумму всех S по всем веществам в створе следует считать комбинаторным индексом загрязненности вод [22].

3. Анализ пространственно-временной динамики загрязненности реки Славянка по гидрохимическим данным за 2021-2022 гг.

3.1 Анализ временной динамики загрязненности реки Славянка

В качестве исходных данных использованы результаты измерений (приложение А) по шести гидрохимическим показателям за 2021 и 2022 год, таким как:

- Растворенный кислород, мгО₂/л;
- Биохимическое потребление кислорода после 5 дней инкубации (БПК₅), мгО₂/л;
- Общее железо (Fe), мг/л;
- Нефтепродукты, мг/л;
- Нитритный азот (N/NO₂-), мг/л;
- Ионы аммония (NH₄⁺), мг/л;

При оценке степени загрязненности реки Славянка использовались предельно-допустимые концентрации вредных веществ водных объектов рыбохозяйственного значения [19].

Измерения проводились на пунктах наблюдения за рекой Сл-1, Сл-2, Сл-3 и Сл-4. В 2022 году измерения не проводились на пункте Сл-3.

Расположение пунктов представлено на рисунке 4 в главе 1.

Построим графики динамики содержания используемых веществ за 2021-2022 гг. на пунктах наблюдения за рекой Славянка

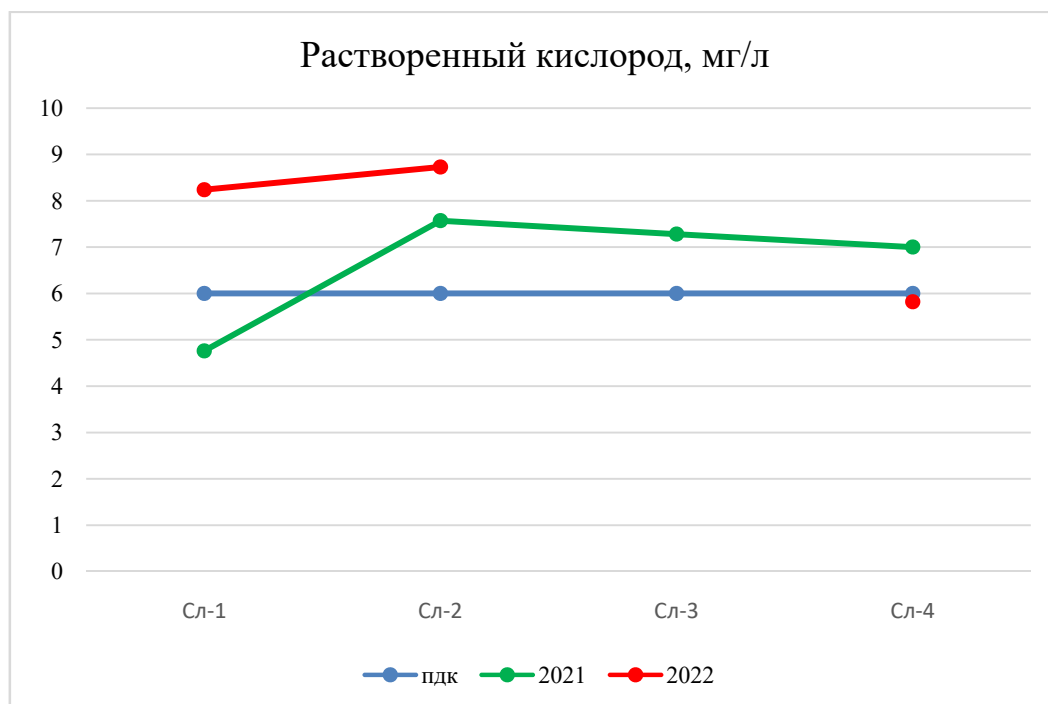


Рисунок 6 — График динамики содержания растворенного кислорода за 2021-2022 гг. на пунктах наблюдения за рекой Славянка

Как видно из рисунка 6, наибольшее содержание растворенного кислорода в 2021 году наблюдалось на пункте наблюдения Сл-2 и составило 7,57 мг/л, что в 1,26 больше значения ПДК растворенного кислорода. Наименьшее содержание растворенного кислорода в 2021 году наблюдалось на пункт наблюдения Сл-1 и составило 4,76 мг/л. Для 2021 года наблюдается следующая картина: значение растет вверх, на пункт наблюдения Сл-2 происходит максимум, а затем значение идет на спад. Видно, что в 2021 значения превысили на трех пунктах наблюдения — Сл-2, Сл-3 и Сл-4.

Наибольшее значение растворенного кислорода в 2022 году пришлось также на пункт наблюдений Сл-2 и составило 8,73 мг/л, что в 1,46 больше значения ПДК растворенного кислорода. Наименьшее содержание растворенного кислорода

пришлось на пункт Сл-4 и составило 5,82 мг/л. В целом, в 2022 наблюдалась схожая картина, что и в 2021 году: пик приходится на пункт наблюдения Сл-2, затем наблюдается спад. Из рисунка так же видно, что наибольшее значение растворенного кислорода пришлось на 2022 год, а наименьшие значения пришлось на 2021 год. Значения превысили ПДК на двух пунктах наблюдения Сл-1 и Сл-2.

Исходя из полученных результатов можно сделать вывод о благоприятном кислородном режиме в реке.

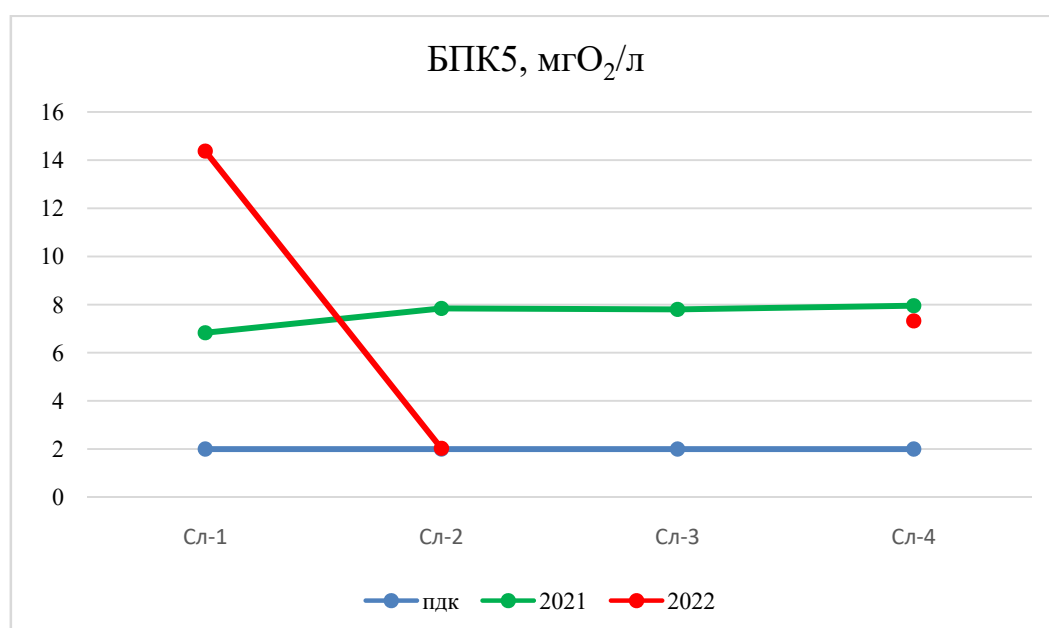


Рисунок 7 — График динамики содержания БПК5 за 2021-2022 гг. на пунктах наблюдения за рекой Славянка

Из рисунка 7 видно, что наибольшее значение БПК5 в 2021 году пришлось на пункт наблюдения Сл-2, составив 7,84 мг/л, что в 3,92 раза больше значения ПДК БПК5. Наименьшее содержание БПК5 в 2021 году составило 6,83 мг/л на пункте наблюдения Сл-1 и превысило ПДК в 3,42 раза. Значения БПК5 в 2021 году держатся примерно на одном уровне, в пункте Сл-2 наблюдался максимум, од-

нако он не сильно отличается от остальных значений. Превышения ПДК происходят на всей длине реки.

Наибольшее значение БПК₅ в 2022 году приходится на пункт наблюдения за рекой Сл-1 со значением 14,37, что в 7,19 раз превосходит значение ПДК. Наименьшее значение наблюдается на пункте Сл-2 — 2,03 мг/л, что в 1,02 раз превышает значение ПДК БПК₅. Из рисунка видно, как резко разнятся результаты содержания БПК₅ от пункта Сл1- к пункту Сл-2. Несмотря на то, что и в 2022 превышения ПДК также происходят по всей длине реки, можно заметить, что на пункте Сл-2 превышения незначительны.

Видно, что наибольшее и наименьшее значение содержания БПК₅ приходилось на 2022 год.

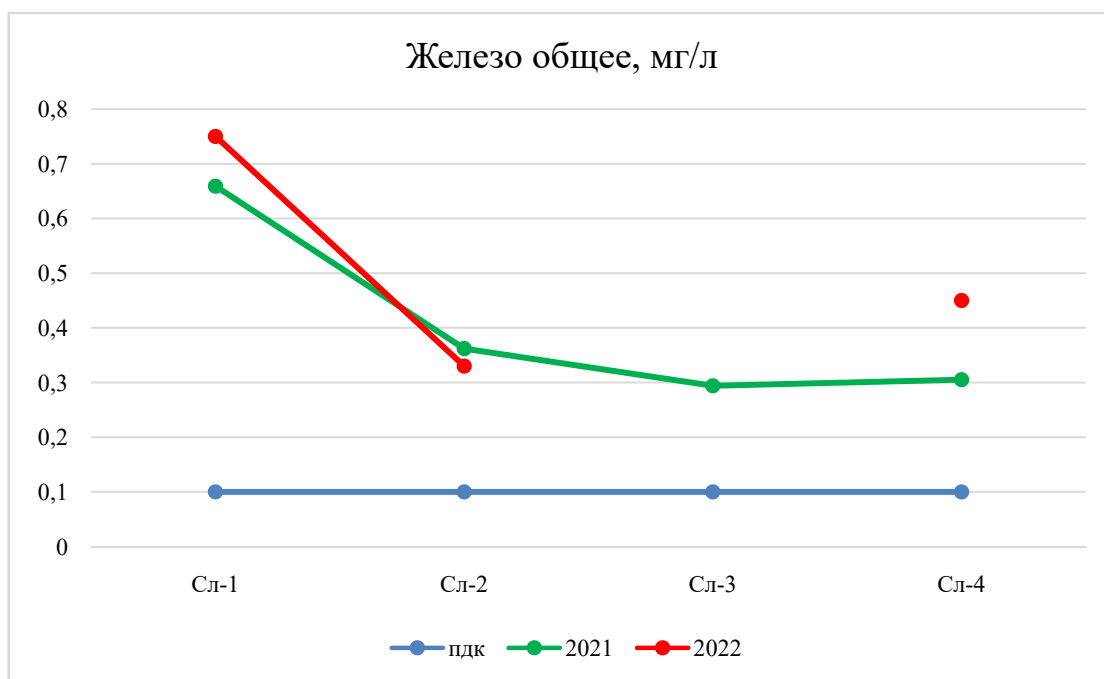


Рисунок 8 — График динамики содержания железа общего за 2021-2022 гг. на пунктах наблюдения за рекой Славянка

Как показывает рисунок 8, наибольшее значение содержания железа в 2021 году наблюдалось на пункте Сл-1 и составило 0,659 мг/л, что в 6,59 раз превысило значение ПДК железа. Наименьшее значение находилось на пункте наблюдения

Сл-3 — 0,294 мг/л. Значение превысило ПДК в 2,94 раза. В целом видно, что значения железа от истока к устью постепенно уменьшаются, но на пункте наблюдения Сл-4 происходит небольшое увеличение содержания железа. Превышения ПДК также наблюдаются на всех пунктах.

Из рисунка 8 видно, что наибольшее значение в 2022 году было на пункте наблюдения за рекой Сл-1 и составило оно 0,75 мг/л превысив ПДК в 7,5 раз. Наименьшее значение пришлось на пункт наблюдения Сл-2. Оно составило 0,33 мг/л. Это в 3,3 раза превышает значение ПДК железа. В 2022 году наблюдается уменьшение значения содержания железа от пункта Сл-1 к пункту Сл-2, однако на пункте Сл-4 происходит заметное увеличение содержания железа. Превышения ПДК наблюдаются на всех пунктах мониторинга.

Видно, что наибольшее значение содержание железа пришлось на 2022 год, а наименьшее — на 2021.

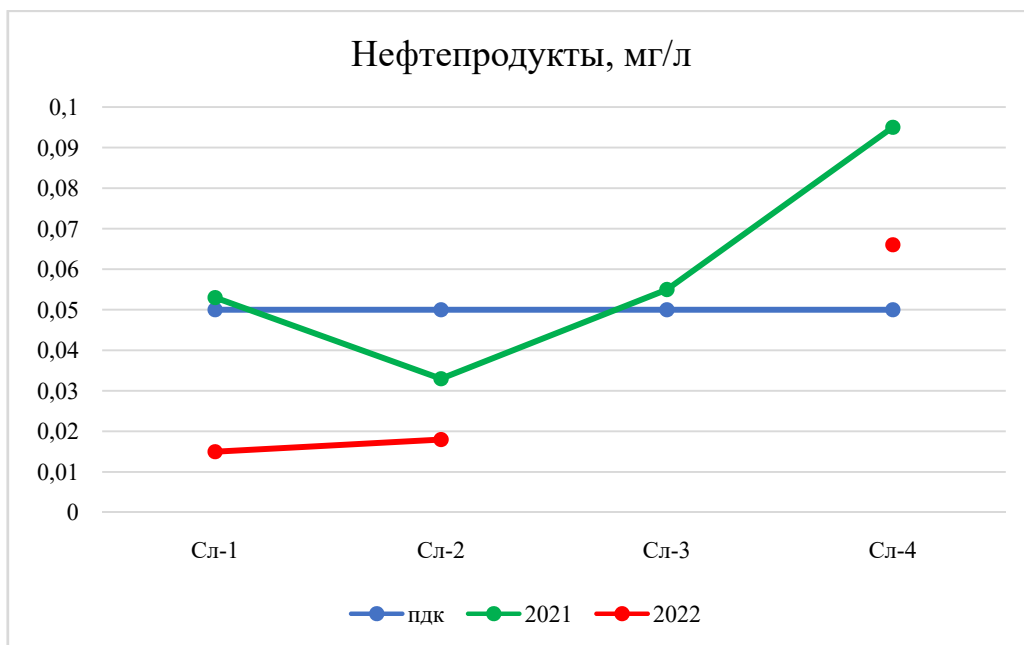


Рисунок 9 — График динамики содержания нефтепродуктов за 2021-2022 гг. на пунктах наблюдения за рекой Славянка

На рисунке 9 видно, что содержание нефтепродуктов в 2021 году было максимальным на пункте Сл-4, составляло 0,095 мг/л и превышало ПДК в 1,9 раз. Наименьшее значение приходилось на пункт Сл-2 — 0,033 мг/л. В 2021 году наблюдается тенденция к увеличению содержания нефтепродуктов от истока к устью. Превышения ПДК обнаруживается на всех пунктах наблюдения за рекой кроме пункта Сл-2.

В 2022 году максимальное содержание нефтепродуктов отмечалось также на пункте Сл-4. Оно, превысив значение ПДК в 1,32 раза, составило 0,066 мг/л. Минимальное значение нефтепродуктов в 2022 году было отмечено на пункте Сл-1. Оно равнялось 0,015 мг/л. Как и в случае с 2021 годом отмечается тенденция к повышению содержания нефтепродуктов от истока реки до устья. Видно, что в 2022 году превышения ПДК наблюдаются только на точке Сл-4.

Наивысшее значение нефтепродуктов пришлось на 2021 год, а наименьшее на 2022 год. Наибольшие значения концентраций в точке Сл-4 связано с пересечением реки с оживленной автомагистралью, стоки с которой попадают в реку.

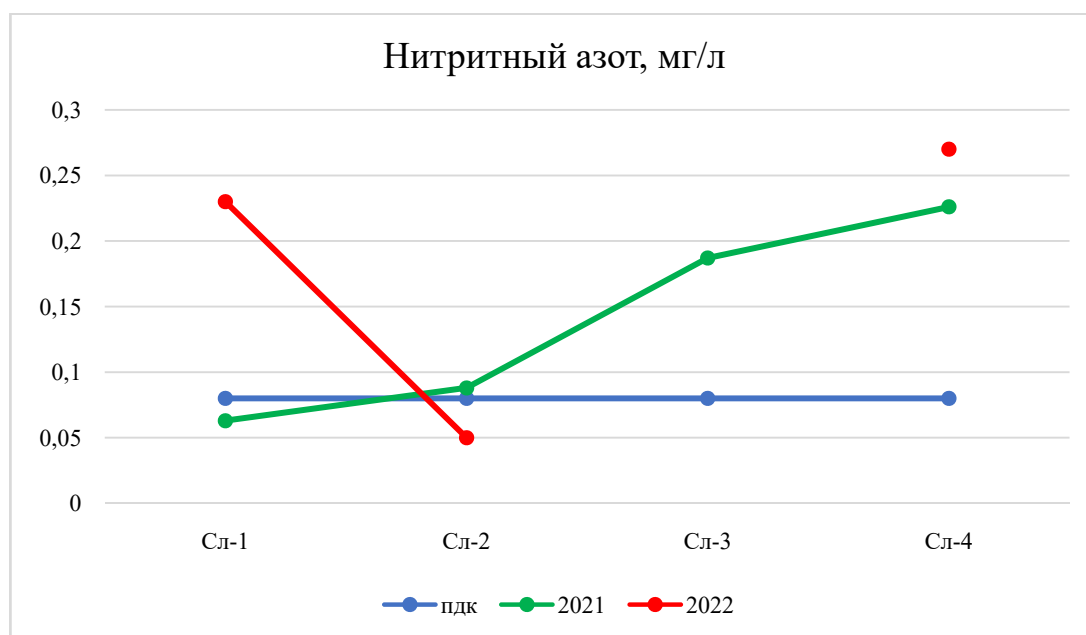


Рисунок 10 — График динамики содержания нитритного азота за 2021-2022 гг. на пунктах наблюдения за рекой Славянка

На рисунке 10 показано, что максимум содержания нитритного азота в 2021 наблюдался на пункте Сл-4. Он составил 0,226 мг/л, что в 2,83 раза превышает значение ПДК нитритного азота. Минимум содержания пришелся на пункт Сл-1 — 0,063 мг/л. Прослеживается явная тенденция к увеличению содержания нитритного азота от пункта Сл-1 — истока к пункту Сл-4 — устью реки. Заметно, что начиная с пункта Сл-2 значения превышают ПДК.

Пик содержания нитритного азота в 2022 году приходится на пункт наблюдения за рекой Сл-4. Он составляет 0,27 мг/л и превышает ПДК в 3,38 раз. Минимум содержания нитритного азота пришелся на пункт Сл-2, он составил 0,05 мг/л. В целом же, в 2022 году наблюдался резкий спад содержания нитритного азота от пункта Сл-1 к пункту Сл-2, затем на пункте Сл-4 снова произошел большой всплеск.

Минимум и максимум содержания нитритного азота пришлись на 2022 год. В 2021 году превышения наблюдались на пунктах Сл-2, Сл-3 и Сл-4. В 2022 году превышения были замечены на пунктах Сл-1 и Сл-4.

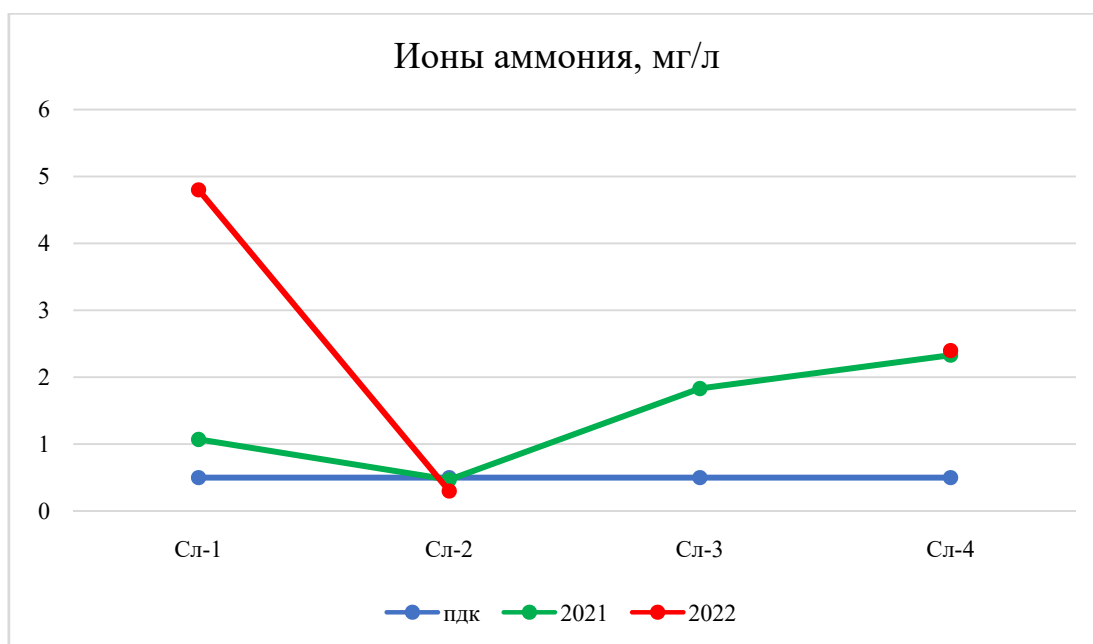


Рисунок 11 — График динамики содержания ионов аммония за 2021-2022 гг. на пунктах наблюдения за рекой Славянка

В соответствии с рисунком 11, максимум содержания в 2021 году был на пункте наблюдения Сл-4. Он равнялся 2,328 мг/л и превышал ПДК ионов аммония в 4,66 раз. Минимум содержания в 2021 году пришелся на пункт наблюдения Сл-2, составил 0,469 мг/л. В указанном году наблюдалось увеличение содержания ионов аммония к устью реки, однако на пункте Сл-2 произошел явно выделяющийся спад.

В 2022 году наивысшей точкой содержания ионов аммония можно назвать точку Сл-1 со значением 4,8 мг/л, что превышает ПДК в 9,6 раз. Минимум наблюдался на пункте Сл-2. Значение составило 0,3 мг/л. Наблюдается резкий спад от пункта Сл-1 к пункту Сл-2, а затем большой подъем на пункте Сл-4. Минимум и максимум содержания ионов аммония приходятся на этот же год. Ситуация схожа со значениями нитритного азота (см. рисунок 10).

В 2021 году превышения наблюдались на пунктах Сл-1, Сл-3 и Сл-4. В 2022 году превышения были на пунктах Сл-1 и Сл-4.

Существенные различия в содержании по длине реки соединений азота в 2021 и 2022 годах связано с несколькими факторами. Прежде всего следует отметить, что уровень воды в реке в 2021 году был значительно выше 2022 года. Как мы знаем, за июнь-июль 2022 года выпало мало атмосферных осадков по сравнению со средним многолетним значением. Вторым фактором является то, что в точке Сл-1 в 2022 году были замечены признаки сброса неочищенных коммунально-бытовых сточных вод. Об этом же говорит и повышение показателя БПК5.

Для значений, превышающих предельно допустимую концентрацию, была рассчитана кратность превышения ПДК по следующей формуле:

$$k_i = \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \quad (1)$$

где:

K_i — показатель кратности превышения ПДК;

C_i — концентрация i -того ингредиента в воде водного объекта, мг/л.

В результате расчетов получилась следующая таблица:

Таблица 7 — Результаты измерений кратности превышения ПДК гидрохимических показателей на пунктах наблюдения реки Славянка за 2021-2022 гг.

Кратность превышения ПДК	О ₂ раств, мг/л	БПК ₅ , мгО ₂ /л	Сумма Fe, мг/л	Нефтепродукты, мг/л	N/NO ₂ -, мг/л	NH ₄ ⁺ , мг/л	
2021	Сл-1	-	3,42	6,59	1,06	-	2,14
	Сл-2	1,26	3,92	3,62	-	1,1	-
	Сл-3	1,21	3,90	2,94	1,1	2,34	3,66
	Сл-4	1,17	3,98	3,05	1,9	2,83	4,66
2022	Сл-1	1,37	7,19	7,5	-	2,88	9,6
	Сл-2	1,46	1,02	3,3	-	-	-
	Сл-3	-	-	-	-	-	-
	Сл-4	-	3,66	4,5	1,32	3,38	4,8

На основании методики, принятой в Росгидромете высокое загрязнение выделяется при следующих пунктах:

- максимальном разовом содержании для нормируемых веществ 1-2 класса опасности в концентрациях, превышающих ПДК от 3 до 5 раз, для веществ 3-4 класса опасности – от 10 до 50 раз (для нефтепродуктов, фенолов, соединений меди, железа, марганца – от 30 до 50 раз);
- величина биохимического потребления кислорода БПК₅ от 10 до 40 мгО₂/л, снижение концентрации растворенного кислорода до 2-3 мг/л.

Экстремально высокое загрязнение выделяется же по следующим критериям:

- максимальное разовое содержание для нормируемых веществ 1-2 класса опасности в концентрациях, превышающих ПДК в 5 и более раз, для веществ 3-4 класса опасности – в 50 и более раз;
- увеличение биохимического потребления кислорода (БПК₅) свыше 40 мгО₂/л;
- снижение содержания растворённого кислорода до значения 2 мг/л и менее;[23]

Результаты измерений показывают, что в 2021 наблюдались превышения ПДК почти по всем показателям, кроме единичных показателей растворенного кислорода, нитритного азота и ионов аммония. Тем не менее, стоит заметить, что несмотря на превышения ПДК многих показателей, случаев высокого или экстремально высокого загрязнения в 2021 году замечено не было.

Из таблицы бвидно, что превышения ПДК растворенного кислорода в 2021 и 2022 году были примерно на одном уровне и превышали как минимум половину имеющихся показателей, что является хорошим показателем. Превышения по

этому показателю в 2021 году наблюдались на всех пунктах кроме истока реки. Превышения показателя растворенного кислорода в 2022 наоборот были везде кроме устья реки.

Превышения ПДК БПК₅ В 2021 году не сильно менялись от устья к истоку и были значительно ниже, чем в 2022. В 2022 же году показатели превышения ПДК БПК₅ очень сильно разнились по отношению друг к другу.

Превышения ПДК железа в 2021 так же существенно не отличалось от превышения в 2022 году: можно заметить схожесть в том, что и в 2021, и в 2022 году максимальными значения превышения ПДК железа были у истока.

Из таблицы 6 видно, что превышения ПДК нефтепродуктов в 2021 году были значительно выше, чем в 2022 году на каждом пункте.

Превышения ПДК нитритного азота в 2021 году не наблюдались у истока и увеличивались по мере приближения к истоку реки. В 2022 году наблюдались только у истока и у устья.

Превышения ПДК ионов аммония в 2021 году были значительно меньше, чем в 2022 и увеличивались от истока к устью реки. Превышения ПДК ионов аммония в 2022 году были замечены, как и превышения ПДК нитритного азота только у истока и у устья, уменьшаясь от истока к устью реки.

Как видно из приложения А в 2022 году наблюдалось высокое загрязнение реки Славянка по показателю БПК₅. Величина показателя на пункте наблюдения Сл-1 составила 14,37 мг/л, что подходит под интервал высокого загрязнения.

3.2 Анализ пространственной загрязненности реки биогенными веществами

Анализ пространственной динамики загрязненности реки подразумевает под собой анализ картины загрязнения уже не по годам, а по длине реки от истока (Пункт Сл-1) к устью (Пункт Сл-4). Из исходных данных (приложение А) видно, что единственное высокое загрязнение по показателю БПК₅ (14,37 мг/л) наблюдалось у истока реки Славянка — пункт наблюдения Сл-1.

Из таблицы 6 заметно, что превышение ПДК растворенного кислорода в 2021 году менялось от большего к меньшему от пункта Сл-2 к пункту Сл-4 и было минимальным у устья реки. В 2021 году превышения ПДК не было отмечено у истока реки. В 2022 году картина сложилась иначе: превышение ПДК не было замечено у устья реки, а значения, наоборот, увеличивались на протяжённости от истока к устью. Видно, что в 2022 ситуация ближе к устью реки несколько улучшилась по сравнению с 2021 годом, но не сильно. Так же видно, что значения растворенного кислорода в 2022 году немного лучше значения 2021 года, что говорит о некотором улучшении ситуации на реке. Можно предположить, что в 2022 тем-

пература воды ближе к устью становилась меньше, поэтому росла концентрация растворенного кислорода.

Значения кратности превышения ПДК БПК₅ в 2021 году не сильно отличаются друг от друга по всей длине реки, однако можно заметить, что максимум пришелся на устье реки, а минимум на исток реки. Значения кратности превышения ПДК на двух станциях наблюдения между истоком и устьем отличаются буквально на 0,02 единицы. В 2022 году кратность превышения ПДК БПК₅ сильно различалась от истока к устью, но можно заметить, что максимум наблюдался у истока, тогда как минимум пришёлся буквально на следующую же точку наблюдения. Концентрация БПК₅ может зависеть от изменений температуры и физико-биологической активности микроэлементов и микроорганизмов.

Кратность превышения ПДК железа в 2021 на пункте наблюдения Сл-1 существенно отличается от всех остальных пунктов в большую сторону и является максимумом. В 2022 году ситуация наблюдается похожая: на пункте Сл-1 кратность превышения ПДК была максимальной и сильно отличалась от остальных пунктов наблюдения.

Превышения ПДК нефтепродуктов в 2021 распределены неоднородно по всем пунктам, но максимум наблюдается на пункте Сл-4, у истока, а минимум замечен на пункте Сл-2. В 2022 превышения ПДК нефтепродуктов увеличиваются от истока к устью реки. Связано это с негативным влиянием ФГУП СКТБ «Технолог» на реку.

Значения кратности превышения ПДК нитритного азота в 2021 меняются от меньшего к большему от пункта Сл-2 к пункту Сл-4 и было максимальным у устья реки. Превышение ПДК не отмечалось в 2021 году у истока реки. В 2022 году превышение ПДК было только на истоке и на устье реки — пункты наблюдения Сл-1 и Сл-4, соответственно. Максимум превышения ПДК пришелся на устье реки.

Значения кратности превышения ПДК ионов аммония в 2021 увеличиваются от истока к устью, но не наблюдаются на пункте Сл-2. В 2022 году превышения есть только у истока и устья реки — пункты Сл-1 и Сл-4, соответственно. Причем максимум уже наблюдается у истока, а не у устья как в 2021 году и явно видно, что он сильно больше, чем значение у устья реки.

Заключение

Река Славянка относится к типу равнинных рек, берет свое начало в Гатчинском районе Ленинградской области и является малой рекой. На реке Славянка расположена сеть наблюдений РГГМУ за качеством поверхностных вод, состоящая из четырех пунктов.

По данным Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности воды реки класс качества воды реки Славянка на основе УКИЗВ за период 2005-2021 варьировался от «загрязненная» до «грязная». Видна тенденция к ухудшению качества вод реки из года в год.

Анализ был проведён на основе следующих 6 показателей за 2021 и 2022 год:

- Растворенный кислород, мгО₂/л;
- Биохимическое потребление кислорода после 5 дней инкубации (БПК₅), мгО₂/л;

- Общее железо (Fe), мг/л;
- Нефтепродукты, мг/л;
- Нитритный азот (N/NO₂-), мг/л;
- Ионы аммония (NH₄⁺), мг/л;

В результате анализа временной динамики выяснилось, что по показателю БПК₅, концентрациям железа общего, нефтепродуктов, нитритному азоту и ионам аммония наблюдаются превышения ПДК. В 2022 году на реке было выявлено высокое загрязнение на пункте наблюдения Сл-1 по показателю БПК₅.

Видны явные различия содержания азота по длине реки. Это связано количеством осадков и сбросом в воду неочищенных коммунально-бытовых сточных вод. Это же показывают и результаты БПК₅.

Анализ временной динамики свидетельствует о благоприятном кислородном режиме. Видна тенденция увеличения содержания веществ от 2021 года к 2022, что позволяет сделать вывод об ухудшении качества вод реки с течением времени.

В результате анализа пространственной динамики реки видны превышения ПДК растворенного кислорода, БПК₅, железа, нефтепродуктов, нитритного азота и ионов аммония на всех пунктах наблюдения за рекой. Это связано с высоким антропогенным воздействием на реку, непосредственной близостью реки к кладбищу и автомагистрали. Также в реку Славянка осуществляется сброс сточных вод от КОС г. Пушкин. Можно отметить увеличение значений концентраций от истока к устью.

Рекомендуется продолжать наблюдение за рекой с целью разработки рекомендаций по улучшению ее качества.

Список используемых источников

- [1] Административно-территориальное деление Ленинградской области: [справ.] / под общ. ред. В. А. Скоробогатова, В. В. Павлова; сост. В. Г. Кожевников. - СПб., 2007. - 281 с.
- [2] Геологическая карта // Учебный географический атлас Ленинградской области и Санкт-Петербурга. — Санкт-Петербург: ВСЕГЕИ, 1997. — С. 6.
- [3] Карта четвертичных образований // Учебный географический атлас Ленинградской области и Санкт-Петербурга. — Санкт-Петербург: ВСЕГЕИ, 1997. — С. 8-9.
- [4] Месторождения полезных ископаемых // Учебный географический атлас Ленинградской области и Санкт-Петербурга. — Санкт-Петербург: ВСЕГЕИ, 1997. — С. 7.
- [5] Климатическая карта // Учебный географический атлас Ленинградской области и Санкт-Петербурга. — Санкт-Петербург: ВСЕГЕИ, 1997. — С. 10.
- [6] Карта почв // Учебный географический атлас Ленинградской области и Санкт-Петербурга. — Санкт-Петербург: ВСЕГЕИ, 1997. — С. 12-13.
- [7] ООПТ России — федеральный заказник «Мшинское болото»: [Электронный ресурс]. URL: <http://oopt.info/index.php?oopt=730> (Дата обращения: 30.05.2023)
- [8] Географическое положение: Все о реке Неве: мосты, притоки, наводнения.// Информационный сайт «Река Нева»: [Электронный ресурс] // ООО «ФастВПС Лимитед» - Эстония, Йыхви, 2016. URL: <http://www.nevariver.ru> (Дата обращения 24.03.2023)
- [9] Город Коммунар, Ленинградская область, Гатчинский район: [Электронный ресурс]. URL: <https://tymanka.ucoz.ru/index/0-41> (Дата обращения 24.03.2023).

- [10] Государственный водный реестр: [Электронный ресурс] . URL: <http://textual.ru/gvr/index.php?card=153275&bo=1> (Дата обращения 24.03.2023)
- [11] Региональная информационная система: [Электронный ресурс] URL: <https://rgis.spb.ru/mapui/> (Дата обращения 24.03.2023)
- [12] Геология СССР. Том I. Ленинградская, Псковская и Новгородская области. // Под ред. В. А. Селиванова, В. С. Кофман. М.: Недра, 1975. 234 с.
- [13] Река Нева: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nevariver.ru/tributaries/slavyanka.php> (Дата обращения 24.03.2023).
- [14] Петров, Д.С., Якушева, А.М. (2022). Оценка экологического состояния малых водотоков Санкт-Петербурга по показателям зообентоса в 2019–2021 гг. Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле, 67 (3), 529–544.
- [15] Информация о состоянии окружающей среды в Ленинградской области за девять месяцев 2022 года// Официальный сайт Гатчинского муниципального района Ленинградской области: [Электронный ресурс]. URL: <http://radm.gtn.ru/events/news/?id=13249> (Дата обращения 24.03.2023).
- [16] Качество воды поверхностных вод РФ. Ежегодник с приложениями// Гидрохимический институт
Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды: [Электронный ресурс]. URL: <https://gidrohim.com/node/44> (Дата обращения 24.03.2023).
- [17] Экологический портал Санкт-Петербурга: [Электронный ресурс]. URL: <https://www.infoeco.ru/index.php?id=54> (Дата обращения 14.04.2023).
- [18] Руководящий документ РД 52.24.643-2002 "Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязнения поверхностных вод по гидрохимиче-

ским показателям" (утв. и введен в действие Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды 3 декабря 2002 г.)

[19] Приказ Минсельхоза России от 13.12.2016 N 552 (ред. от 10.03.2020) «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» [Электронный ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/420389120> (Дата обращения 18.05.2023).

[20] Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 № 2

"Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" (с изменениями на 30 декабря 2022 года).Электронный ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> (Дата обращения 14.06.2023).

[21] ГОСТ Р 57164-2016(Дата введения: 01.01.2018) «Вода питьевая. Методы определения запаха, вкуса и мутности» [Электронный ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200140391> (Дата обращения 05.06.2023).

[22] Руководящий документ РД 52.24.643-2002 Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям

[23] Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды приказ от 31 октября 2000 года N 156 О введении в действие Порядка подготовки и представления информации общего назначения о загрязнении окружающей природной среды (с изменениями на 30 декабря 2015 года)[Электронный ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/901791258> (Дата обращения 18.05.2023).

ПРИЛОЖЕНИЕ А (Результаты измерений гидрохимических показателей на пунктах наблюдения реки Славянка за 2021- 2022 гг.)

Водный объект	Номер станции	Горизонт, м	Дата	Т возд., °С	Т воды, °С	О ₂ раств, мг/л	БПК ₅ , мгО ₂ /л	Сумма Fe, мг/л	Нефтепродукты, мг/л	N/NO ₂ -, мг/л	NH ₄ ⁺ , мг/л
ПДК						6	2	0,1	0,05	0,08	0,5
Славянка	Сл-1	пов	06.июл	26	18	4,76	6,83	0,659	0,053	0,063	1,07
Славянка	Сл-2	пов	06.июл	27	21,8	7,57	7,84	0,362	0,033	0,088	0,469
Славянка	Сл-3	пов	06.июл	28	23,1	7,28	7,8	0,294	0,055	0,187	1,83
Славянка	Сл-4	пов	06.июл	29	25,5	7	7,95	0,305	0,095	0,226	2,328

Таблица 1 — Результаты измерений гидрохимических показателей на пунктах наблюдения реки Славянка за 2021 год

Водный объект	Номер станции	Горизонт, м	Дата	Т возд., °С	Т воды, °С	О ₂ раств, мг/л	БПК ₅ , мгО ₂ /л	Сумма Fe, мг/л	Нефтепродукты, мг/л	N/NO ₂ -, мг/л	NH ₄ ⁺ , мг/л
ПДК						6	2	0,1	0,05	0,08	0,5
Славянка	Сл-1	пов	22.июн	18	14,3	8,24	14,37	0,75	0,015	0,23	4,8
Славянка	Сл-2	пов	22.июн	20	17,9	8,73	2,03	0,33	0,018	0,05	0,3
Славянка	Сл-3	пов									
Славянка	Сл-4	пов	22.июн	21	20,9	5,82	7,32	0,45	0,066	0,27	2,4

вянка			н								
-------	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--	--

Таблица 2 — Результаты измерений гидрохимических показателей на пунктах наблюдения реки Славянка за 2022 год