



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра прикладной и системной экологии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(Бакалаврская работа)

На тему: Влияние коммунально-бытовых сточных вод на загрязненность рек

Исполнитель: Созыгашева Кристина Романовна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель: Кандидат географических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)
Урусова Елена Сергеевна
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой


(Подпись)

Кандидат географических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)
Алексеев Денис Константинович
(фамилия, имя, отчество)

«19» июня 2025

Санкт-Петербург
2025

Оглавление

Введение	3
Глава 1 Коммунально-бытовые сточные воды как источник загрязнения рек.....	5
1.1 Методы очистки сточных вод	5
1.2 Основные компоненты сточных вод.....	8
Глава 2 Характеристика исследуемых рек	10
2.1 Характеристика реки Славянка	10
2.2 Характеристика реки Ижора	13
Глава 3 Характеристика исходных данных	Error! Bookmark not defined.
3.1 Исходные данные для реки Славянка.....	Error! Bookmark not defined.
3.2 Исходные данные для реки Ижора	Error! Bookmark not defined.
Глава 4 Влияние сточных вод на загрязненность рек.....	Error! Bookmark not defined.
4.1 Загрязненность реки Славянка	Error! Bookmark not defined.
4.2 Загрязненность реки Ижора.....	Error! Bookmark not defined.
Заключение	16
Список использованных источников.....	19
Приложение А	Error! Bookmark not defined.
Приложение Б.....	Error! Bookmark not defined.
Приложение В	Error! Bookmark not defined.
Приложение Г	Error! Bookmark not defined.

Введение

В настоящее время одной из самых актуальных проблем является проблема загрязнения окружающей среды. Особенно загрязнению подвержен такой компонент окружающей среды, как вода. Вследствие роста урбанизированных территорий, численности населения городов и промышленных предприятий, увеличивается интенсивность потребления воды как в промышленных, так и в бытовых целях. Следовательно, при увеличении интенсивности потребления воды увеличивается количество коммунально-бытовых сточных вод, которые поступают в водные объекты.

Река Нева крупная водная артерия, протекающая не только по территории Санкт-Петербурга, но и в Ленинградской области. В реку Нева впадает большое количество малых рек. Соответственно, малые реки протекают по высокоурбанизированным территориям. И значительное количество коммунально-бытовых сточных вод не только с канализационно-очистных сооружений (КОС), но и с локальных очистных сооружений (ЛОС), промышленных предприятий, а также поверхностный сток с территорий поступают в малые реки.

Экосистемы малых рек достаточно чувствительные даже к незначительному антропогенному воздействию. И поэтому систематическое поступление большого количества сточных вод оказывает существенное воздействие на качество воды в реках.

Таким образом, целью данной работы является оценка влияния коммунально-бытовых сточных вод на загрязненность рек.

Для достижения данной цели были сформулированы следующие задачи:

1. Рассмотреть методы очистки и основные компоненты сточных вод;
2. Дать характеристику исследуемым рекам;
3. Охарактеризовать исходные данные;
4. Сделать выводы о влиянии коммунально-бытовых сточных вод на загрязненность рек.

Объектами исследования являются реки Ижора и Славянка, протекающие по территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области.

Предметом исследования являются концентрации химических элементов с 2011 по 2023 год. Анализ производился по следующим показателям:

1. Растворенный кислород;
2. Биохимическое потребление кислорода за 5 суток (БПК- 5);
3. Химическое потребление кислорода (ХПК);
4. Взвешенные вещества;
5. Азот общий;
6. Фосфор общий и фосфор фосфатов;
7. Анионные синтетические поверхностно-активные вещества (АСПАВ);
8. Нефтепродукты;
9. Алюминий;
10. Железо;
11. Марганец;
12. Цинк;
13. Медь.

1.1 Методы очистки сточных вод

Обработкой сточных вод с целью разрушения или удаления из них вредных веществ называется очистка сточных вод. Условно методы очистки сточных вод подразделяются на механические, химические, физико-химические и биологические. Выбор того или иного метода очистки зависит от состава и количества сточных вод, санитарных требований к качеству очищенных вод, однако в большинстве случаев они применяются совместно [1].

Согласно информации на официальном сайте ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» очистка стоков на канализационных очистных сооружениях (КОС) осуществляется по следующей схеме (рис. 1.1).



Рис. 1.1 - Технологическая схема КОС

Выделение из сточных вод нерастворенных грубодисперсных примесей, которые имеют минеральную или органическую природу, называется механической очисткой [2]. Целью механической очистки является подготовка воды к последующим этапам. Механическая очистка на КОС включает в себя применение таких методов как процеживание и отстаивание [3].

Процеживание – это первый этап обработки стоков. В процессе процеживания выделяются крупные частицы (до 25 мм) и волокнистые загрязнения [4]. На канализационных очистных сооружениях Санкт-Петербурга процеживание осуществляют через решетки [3].

Отстаивание – это очистка стоков от механических примесей с помощью гравитационного эффекта. Оно осуществляется в песколовках, отстойниках, жиरो- и маслоуловителях, нефтеловушках [4]. На КОС города Санкт-Петербурга используют песколовки и первичные отстойники.

После механической очистки наступает этап биологической очистки. Данный метод основан на способности микроорганизмов использовать в качестве источника питания загрязнения сточных вод [4]. В биологической очистке применяют следующие типы устройств: биофильтры, биологические пруды, аэротенки, метантенки и др. Однако на КОС города Санкт-Петербурга и Ленинградской области в процессе биологической очистки используются аэротенки и вторичные отстойники [3].

Как видно из рисунка 1.1 после биологической очистки идет этап химической очистки. Суть данного метода заключается в том, что загрязнители, при взаимодействии с различными химическими реагентами, вступают в реакцию и осаждаются в виде нерастворимых осадков [1]. Методом химической очистки на КОС происходит удаление фосфатного фосфора, т.е. при введении реагента образуется нерастворимое соединение с фосфатами, оно удаляется из системы совместно с осадком. ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» утверждает, что «После внедрения данного метода в очищенных сточных водах достигается соответствие очистки по фосфору российским требованиям и международным рекомендациям ХЕЛКОМ» [3].

После всех вышеперечисленных этапов очистки сточные воды попадают на обеззараживание. Целью обеззараживания является уничтожение патогенных бактерий и снижение эпидемиологической опасности при сбросе в водные объекты. Методы обеззараживания подразделяются на химические и физические. К физическим методам относят термическую обработку, ультрафиолетовое облучение и воздействие ультразвуком. К химическим методам относят хлорирование, озонирование и олигодинамия [5].

Осадки, образующиеся в процессе очистки сточных вод, должны обязательно подвергаться ряду мероприятий для обеспечения возможности их экологически безопасной утилизации или размещения в окружающей среде. К данным мероприятиям относятся процессы стабилизации, обезвоживания, снижения запаха, обеззараживания [3, 5].

Согласно информации, размещенной на сайте ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» на КОС эксплуатируются высокоскоростные горизонтальные центрифуги, в которых под действием центробежных сил, происходит обезвоживание осадка [3]. Далее обезвоженный осадок поступает на утилизацию на завод по сжиганию осадка (ЗСО).

Данный способ утилизации осадка позволяет уменьшить объем образующихся отходов. Также преимуществом является отсутствие патогенной микрофлоры и необходимости отчуждения территорий для размещения осадка.

1.2 Основные компоненты сточных вод

Согласно Водному кодексу Российской Федерации, сточные воды – это дождевые, талые, инфильтрационные, поливомоечные, дренажные воды, сточные воды централизованной системы водоотведения и другие воды, отведение (сброс) которых в водные объекты осуществляется после их использования или сток которых осуществляется с водосборной площади [6].

По физическому состоянию загрязнения сточных вод классифицируются на:

1. Нерастворимые примеси, они могут находиться в виде в сточных водах в виде крупных взвешенных частиц и в виде суспензии, эмульсии или пены;
2. Коллоидные частицы, их диаметр составляет от 0,1 до 0,001 мкм;
3. Растворимые частицы, они находятся в воде в молекулярно-дисперсном состоянии, диаметр менее 0,001 мкм.

По своему происхождению загрязнения делятся на минеральные, органические, бактериальные и биологические.

Песок, глинистые частицы и частицы руд, шлаков, растворы минеральных солей, кислот и щелочей, минеральные масла, железо, кальций, магний и другие неорганические вещества – всё это относится к минеральным загрязнениям [2].

Органические загрязнения, согласно происхождению, подразделяются на растительные и животные. Основным компонентом органических растительных загрязнений является углерод, а животных – азот. Примером растительных загрязнений могут служить остатки овощей, злаков, бумага, растительные масла и др. К загрязнениям животного происхождения относятся: физиологические выделения людей и животных, остатки мускульных и жировых тканей животных, клеевые вещества [2].

К биологическим загрязнениям относятся различные микроорганизмы, например, дрожжевые грибки и мелкие водоросли, к бактериальным – бактерии, в т.ч. болезнетворные. Данный вид загрязнения свойственен в основном бытовым водам и некоторым видам производственных сточных вод [2].

В зависимости от происхождения выделяют три категории сточных вод: бытовые, промышленные и атмосферные стоки. По причине различного происхождения их состав отличается друг от друга.

Источником бытовых сточных вод является жизнедеятельность человека, они поступают в систему водоотведения от жилых домов и бытовых помещений промышленных предприятий.

В составе таких вод различают фекальные сточные воды и хозяйственные, которые загрязнены различными моющими средствами. Особенность бытовых сточных вод в относительном постоянстве их состава [7].

Бытовые сточные воды всегда содержат большое количество микроорганизмов, которые являются продуктами жизнедеятельности человека, среди которых могут быть и патогенные. Основная часть органических загрязнений бытовых сточных вод представлена белками, жирами, углеводами и продуктами их разложения. Неорганические примеси составляют частицы кварцевого песка, глины, соли. К последним относят фосфаты, гидрокарбонаты, аммонийные соли (продукт гидролиза мочевины). Из общей массы загрязнений бытовых сточных вод на долю органических веществ приходится 45-58 % [7].

Глава 2 Характеристика исследуемых рек

2.1 Характеристика реки Славянка

Река Славянка относится к Балтийскому Бассейновому округу, речному бассейну реки Невы (включая бассейны рек Онежского и Ладожского озера), речной подбассейн – Нева и реки бассейна Ладожского озера. Река Славянка является левым притоком р. Невы и впадает в неё 27 км от устья [9].

Река Славянка протекает по территории Невского, Колпинского, Пушкинского районов Санкт-Петербурга, а также по территории Гатчинского муниципального округа Ленинградской области. На рисунке 2.1 показано расположение и границы водосбора рек Славянка и Ижора.

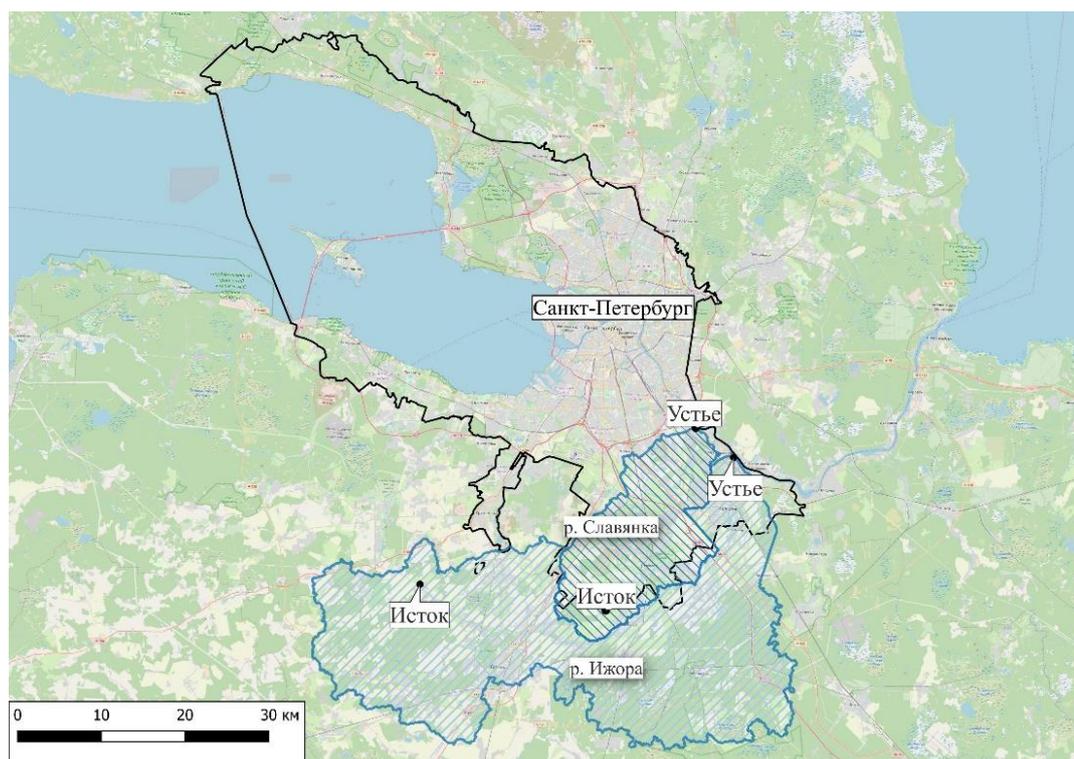


Рис. 2.1 - Карта-схема границ водосбора р. Славянка и р. Ижора

Из рисунка 2.1 видно, что река по большей части протекает по территории Санкт-Петербурга. Здесь она протекает по высокоурбанизированным территориям, паркам (Павловский парк, Парк Мариенталь и др.), и кладбищу

(кладбище Московская Славянка).

Исток реки расположен в Ленинградской области в 9 км от города Павловск на юго-западе в заболоченной низине. Общая протяженность реки составляет 39 км. Водосборная площадь – 249 км² [9].

Ширина реки в низовьях достигает 70 м, глубина – до 1,5 м. Средний расход в устье составляет 1,8 м³/с [10].

Для реки Славянка характерно смешанное питание с преобладанием снегового и дождевого, согласно классификации Зайкова река относится к Восточно-Европейскому типу водного режима, с четко выраженным весенним половодьем [10].

На всем протяжении реки в неё впадают притоки. К левым притокам относятся: река Кузьминка, Тярлевский ручей, реки Тызва и Поповка. К правому притоку реки Славянка относится Комиссарский ручей. Река Славянка в городе Павловск обводняет пруды дворцово-паркового комплекса.

Река Славянка относится к высшей категории водных объектов рыбохозяйственного значения. И согласно докладу об экологической ситуации в Санкт-Петербурге, подготовленному Комитетом по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности, и докладу об экологической ситуации в Ленинградской области, «воды реки Славянка по состоянию на 2023 год характеризуются как грязные» [11,12]. Это объясняется тем, что река протекает по урбанизированным территориям и в нее осуществляет сброс не только КОС.

Согласно информации о предоставлении водных объектов в пользование, по состоянию на 2023 год сброс сточных вод в реку Славянку в Пушкинском районе Санкт-Петербурга п. Шушары осуществляют ООО «ФРАМ-С», ООО Управляющая компания «Софийская» и ООО «Лента», также в Невском районе Санкт-Петербурга сброс сточных вод осуществляет ЗАО «ЗМК-Имущественный комплекс» [13].

Также согласно информации о предоставлении водных объектов в пользование, Государственное унитарное предприятие «Водоканал Санкт-

Петербурга» осуществляет сброс сточных, в том числе дренажных вод в реку Славянку канализационно-очистных сооружений (КОС) г. Пушкин в 21,4 км от устья [13].

ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» также осуществляет сброс сточных, в том числе дренажных вод в городе Павловск и сброс сточных вод через 6 дождевых выпусков в Невском, Колпинском и Пушкинском районах [13].

Исходя из всего вышеперечисленного, можно сделать вывод о том, что река Славянка подвергается высокому антропогенному воздействию.

2.2 Характеристика реки Ижора

Река Ижора также относится к Балтийскому бассейновому округу, речному бассейну реки Невы (включая бассейны рек Онежского и Ладожского озера), речной подбассейн – Нева и реки бассейна Ладожского озера [9].

Течение реки проходит по территории Гатчинского Муниципального округа и Тосненского района Ленинградской области, а также по территории Колпинского района Санкт-Петербурга. Расположение и границы водосбора представлены на рисунке 2.1.

Река Ижора, левый приток реки Невы, впадает в нее в 34 км от устья. Исток реки – родник у села Скворицы – расположен на Ижорской возвышенности в области распространения карста [14].

Общая протяженность реки составляет 76 км, прямое расстояние от истока до устья – 40,5 км. Площадь водосбора составляет около 1000 км² [9].

Средняя ширина реки составляет около 20 м, максимальная – 60 м. Средняя глубина варьируется от 1,5 до 2 метров, максимальная глубина составляет 4 м. Средняя скорость течения 0,3 м/сек [15].

У реки Ижора более 200 притоков, основными из них являются: левый приток – р. Веревка, правый приток – р. Парица, Черная река, р. Винокурка и р. Большая Ижорка [16].

Тип питания – смешанный с преобладанием снегового. Ледостав на реке обычно происходит в конце ноября – начале декабря, ледоход начинается в конце марта – начале апреля.

На территории города Колпино сток реки зарегулирован плотиной Ижорского водохранилища. Оно расположено в районе г. Колпино, на расстоянии 8,7 км от устья. Водосборная площадь водохранилища составляет 1160 км², площадь водного зеркала – 1,1 км². Средняя глубина Ижорского водохранилища составляет 2,9 м, максимальная глубина наблюдается у плотины и составляет 7,6 м [15].

Ижорское водохранилище – руслового типа, оно имеет извилистую

береговую линию, которая повторяет пойму реки Ижоры и впадающих в него ручьев. Береговые склоны водохранилища крутые и обрывистые, их высота варьируется от 2 до 4 м. Берег вблизи плотины является песчаным пляжем, ширина которого 30-60 м [15].

Река Ижора относится к высшей категории водных объектов рыбохозяйственного значения. Также согласно докладу об экологической ситуации в Санкт-Петербурге, подготовленному Комитетом по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности, и докладу об экологической ситуации в Ленинградской области, «воды реки Ижора по состоянию на 2023 год характеризуются как грязные» [11,12].

Это объясняется тем, что в бассейне реки Ижора, как на территории Ленинградской области, так и в Санкт-Петербурге, расположено огромное количество как крупных, так и мелких промышленных предприятий. Они осуществляют сброс сточных, а также дренажных вод не только в реку Ижору, но и в ее притоки (р. Винокурка, р. Парица, ручей Большой Ижорец). Количество выпусков предприятий варьируется от одного до пяти.

В г. Колпино до января 2022 года осуществлял свою деятельность ПАО «Ижорские заводы» - одно из старейших промышленных предприятий России – занимавшееся изготовлением продукции для традиционной и атомной энергетики, а также для нефтеперерабатывающей промышленности.

В г. Колпино сосредоточены и другие крупные предприятия. Среди них Ижорский трубопрокатный завод (ООО «ИТПЗ»), который занимается производством различных труб для котельных установок и трубопроводов, а также для газопроводов газлифтных систем добычи нефти, и ООО «СЕВЗАПСПЕЦМАШ», занимающееся обработкой металла. Также в городе расположено производство, которое занимается выпуском продукции из пенополистирола, полистирола и пенополипропилена, ООО «КНАУФ ПЕНОПЛАСТ» [13].

Важно отметить, что в реку Ижору также происходит сброс сточных вод с

Канализационных очистных сооружений (КОС) г. Колпино, эксплуатируемых ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» [13].

В городе Коммунар, Гатчинского муниципального округа Ленинградской области расположено множество предприятий, занимающихся производством бумаги и картона. Среди них сброс сточных и дренажных вод осуществляют АО «Кнауф Петроборд» и ОАО БФ «Коммунар». Также сброс осуществляют МУП «Водоканал» г. Гатчина и АО «Коммунальные системы Гатчинского района» [13].

В Тосненском районе Ленинградской области также расположен ряд предприятий. Например, ООО «Сигнал» в деревне Аннолово, занимающееся производством теплотехнического оборудования. Это только малая часть предприятий, оказывающий воздействие на реку Ижора.

Из всего вышеперечисленного можно сделать вывод о том, что река Ижора испытывает огромную антропогенную нагрузку от промышленных предприятий, поэтому важно оценить влияние коммунально-бытовых сточных вод на данную реку.

Заключение

В ходе данной работы была проведена оценка влияния коммунально-бытовых сточных вод на загрязненность рек Славянка и Ижора с 2011 по 2023 год.

В процессе оценки влияния сточных вод на загрязненность рек были рассмотрены основные компоненты сточных и методы очистки сточных вод. В очистку сточных вод на канализационно-очистных сооружениях (КОС) входят: механическая очистка (процеживание, отстаивание), биологическая очистка (аэротенки, вторичные отстойники), химическая очистка и обеззараживание.

Далее была дана характеристика исследуемым объектам – малым рекам Славянка и Ижора. Данные реки относятся к высшей категории водных объектов рыбохозяйственного значения. Они протекают по высокоурбанизированным территориям и подвержены высокому антропогенному воздействию, так как сброс сточных вод происходит не только с КОС.

На реке Славянка точка сброса коммунально-бытовых сточных вод, и, соответственно, фоновый и контрольный створ расположены ближе к истоку реки, а на реке Ижора, наоборот, ближе к устью реки. Следовательно, качество воды в реках в фоновом створе достаточно сильно отличается, и поэтому влияние коммунально-бытовых сточных вод на данные реки разное.

Для достижения поставленной цели также была дана характеристика исходным данным, в ходе которой был произведен расчет основных числовых характеристик, согласно которым:

1. На реке Славянка среднее значение рядов концентраций по большинству показателей превышает ПДК. Также кроме рядов концентраций ХПК и фосфора общего в фоновом створе, азота общего в контрольном, все остальные ряды обладают высокой вариативностью.
2. На реке Ижора математическое ожидание превышает значение ПДК в фоновом и контрольном створах для рядов концентраций следующих показателей: растворенный кислород, БПК-5, фосфор фосфатов,

нефтепродукты, алюминий, железо, марганец, медь и цинк. Также высокой вариативностью обладают ряды концентраций по всем показателям, кроме растворенного кислорода.

Далее был произведен расчет среднегодовых значений, определение кратности превышения ПДК, расчет интегральных кривых и построены соответствующие графики.

На реке Славянка средняя (искл. медь и железо) и максимальная кратность превышения ПДК возрастает в контрольном створе после сброса коммунально-бытовых сточных вод. Среднегодовые значения в контрольном створе превышают среднегодовые значения в фоновом створе практически по всем показателям (искл. растворенный кислород) и максимальное среднегодовое значение наблюдается в 2016 году в контрольном створе. На интегральных кривых по данным показателям также можно наблюдать скачки в 2016 году и изменение угла наклона. Это может быть связано с заменой старого оборудования на КОС и пусконаладочными работами. Это также подтверждается тем, что при оценке тренда по коэффициенту корреляции по практически всем показателям (искл. ХПК, БПК-5, растворенный кислород и алюминий) тренд значим и идет на понижение. Значит, была проведена модернизация или замена старого оборудования и, в последствии, улучшена система очистки сточных вод.

При проведении оценки значимости коэффициента корреляции по исходным значениям на реке Славянка было выяснено, что на значения концентраций растворенного кислорода, азота общего, железа, марганца, меди и цинка в контрольном створе коммунально-бытовые сточные воды не оказывают влияния.

На реке Ижора среднегодовые значения между фоновым и контрольным створом отличались друг от друга незначительно. Максимальные среднегодовые значения наблюдались в 2016 и в 2015 году в фоновом створе, в 2020 в фоновом и контрольном створах.

В большинстве случаев средняя кратность превышения ПДК выше в фоновом створе, чем в контрольном. Значения интегральных кривых в фоновом

створе на реке Ижора выше, чем в контрольном, а также скачки в основном происходили в фоновом створе в 2015 году. Это говорит о том, что в этом году скорее всего какое-то предприятие производило сброс неочищенных сточных вод.

При оценке тренда по коэффициенту корреляции на реке Ижора было выяснено, что тренд идет на понижение и значим только для данных показателей: растворенный кислород, алюминий, марганец, цинк в контрольном створе, медь и железо в фоновом и контрольном створах. Для остальных показателей тренд не значим, и ряды концентраций можно считать стационарными. За исключением цинка, связь между фоновым и контрольным створом для остальных показателей значима.

Таким образом, на реке Славянка коммунально-бытовые сточные воды оказывают значительное влияние на загрязненность реки. Также скорее всего в 2016 году на КОС была проведена замена или внедрение нового оборудования для очистки сточных вод, вследствие этого улучшилась степень очистки сточных вод. В свою очередь, на загрязненность реки Ижора в большей степени оказывают предприятия, которые сбрасывают сточные воды до фонового створа, а очищенные сточные воды с канализационно-очистных сооружений разбавляют загрязненные воды реки.

Список использованных источников

1. Морозова, О. В. Инженерная экология [Электронный ресурс] : учебное пособие / О. В. Морозова, С. Г. Козлов. — Пермь : ПНИПУ, 2013. — 165 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/160535> (дата обращения: 11.05.2025).
2. Луканин, А. В. Инженерная экология: процессы и аппараты очистки сточных вод и переработки осадков [Электронный ресурс] / А. В. Луканин. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 605 с. — ISBN 978-5-16-012132-1. — URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1218449> (дата обращения: 11.05.2025).
3. ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» [Электронный ресурс]. — URL: https://www.vodokanal.spb.ru/kanalizovanie/struktura_kanalizovaniya/ (дата обращения: 11.05.2025).
4. Экология [Электронный ресурс] : учебник и практикум для вузов / под ред. О.Е. Кондратьевой — Москва : Юрайт, 2025. — 283 с. — ISBN 978-5-534-00769-5. — URL: <https://urait.ru/bcode/560577> (дата обращения: 11.05.2025).
5. Водоотведение [Электронный ресурс] : учебник / Ю. В. Воронов, Е. В. Алексеев, В. П. Саломеев, Е. А. Пугачёв. — Москва : ИНФРА-М, 2025. — 415 с. — ISBN 978-5-16-006330-0. — URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2185915> (дата обращения: 11.05.2025).
6. «Водный кодекс Российской Федерации» от 03.06.2006 № 74-ФЗ (ред. от 08.08.2024) // КонсультантПлюс: справочно-правовая система [Официальный сайт]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60683/ (дата обращения: 04.06.2025).
7. Карманов, А. П. Технология очистки сточных вод [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. П. Карманов, И. Н. Полина. — Сыктывкар : СЛИ, 2015. — 207 с. — URL: <https://jasulib.org/kg/wp-content/uploads/2022/08/16.Технология-очистки-сточных-вод.-Карманов-А.П..pdf5e65ce84837b0.pdf> (дата обращения: 04.06.2025).
8. ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» [Электронный ресурс]. — URL: https://www.vodokanal.spb.ru/kanalizovanie/struktura_kanalizovaniya/ (дата

обращения: 11.05.2025).

9. Государственный водный реестр : [Электронный ресурс]. — URL: <https://textual.ru/gvr/index.php?card=153275&bo=1> (дата обращения: 24.04.2025).

10. Славянка река [Электронный ресурс] // Все о реке Неве: мосты, притоки, наводнения. — URL: <http://www.nevariver.ru/tributaries/slavyanka.php> (дата обращения: 24.04.2025).

11. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2023 году / Под ред. А.В. Германа, И.А. Серебрицкого – СПб.: 2024. – 221 с.

12. Состояние окружающей среды в Ленинградской области : информационно-аналитический сборник / Комитет по природным ресурсам Ленинградской области. — СПб., 2023. — 528 с.

13. Федеральное агентство водных ресурсов [Электронный ресурс]. — URL: <https://voda.gov.ru/activities/informatsiya-o-predostavlenii-vodnykh-obektov-v-polzovanie/> (дата обращения: 11.05.2025).

14. Козлова, А. В. Экологическое состояние малой реки: оценка с использованием композитных индексов / А. В. Козлова, Н. В. Зуева // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. – 2021. – № 5. – С. 32-44. – DOI 10.17076/eco1455. – EDN FKPDGL.

15. Об утверждении схемы размещения, использования и охраны охотничьих угодий на территории Ленинградской области [Электронный ресурс] : Постановление Губернатора Ленинградской области от 22.10.2021 г. №100-пг (ред. от 04.02.2025) // Консультант Плюс : законодательство РФ. — URL: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=SPB&n=306086#beN WukUGm4NjV8o94> (дата обращения: 28.04.2025).

16. Медведева, А. А. Основные этапы голоценовой истории долины реки Ижоры / А. А. Медведева // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. – 2011. – № 141. – С. 96-104. — EDN OFUWML.

17. 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] : Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 13.12.2016 г. №552 // Система ГАРАНТ : — URL: <https://base.garant.ru/71586774/> (дата обращения: 28.04.2025).

18. Шелутко, В. А. Методы обработки и анализа геоэкологической информации [Текст] : учебник / В. А. Шелутко. — СПб.: РГГМУ, 2020. — 296 с.