



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра водных биоресурсов, аквакультуры и гидрохимии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

На тему «Оценка экологического состояния реки Оккервиль на основе
гидрохимического анализа»

Исполнитель Тимеркаева Евгения Фаиковна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель старший преподаватель
(ученая степень, ученое звание)

Позднякова Альбина Искандеровна
(фамилия, имя, отчество)

«Я даю свое согласие на допуск»

Заступающий кафедрой 
(подпись)

кандидат технических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Королькова Светлана Витальевна
(фамилия, имя, отчество)

«5» июня 2021 г.

Санкт-Петербург 2021

ВВЕДЕНИЕ

Водные объекты Санкт-Петербурга и Ленинградской области как одной из крупнейших городских агломераций подвергаются сильному антропогенному воздействию. В частности это связано с использованием водных ресурсов для обеспечения водоснабжения населения, водозабором для хозяйственной деятельности предприятий, сбросом хозяйственно-бытовых, промышленных и поверхностных сточных вод. Негативное воздействие на водные объекты также оказывают вынос мусора с территории водосбора, оседание загрязняющих веществ из атмосферного воздуха, судоходство.

Все эти факторы приводят к загрязнению водоемов и водотоков, что ведет к уменьшению биоразнообразия обитающих в них биоценозов, непригодности водных объектов к определенным видам использования, и в целом к ухудшению их экологического состояния.

В свою очередь неудовлетворительное экологическое состояние городских водных объектов может негативно сказаться на состоянии здоровья местных жителей, например, вызвать всплеск заболеваний или привести к отравлениям.

В качестве характеристики экологического состояния водного объекта могут выступать гидрологический и гидрохимический режимы, а также гидробиологические показатели.

В данной работе с целью характеристики экологического состояния реки Оккервиль будет проведена оценка качества вод по гидрохимическим показателям.

Оценка качества поверхностных вод - это установление в той или иной форме, через ту или иную систему показателей соответствия качества поверхностных вод требованиям водопользования [1].

Оккервиль относится ко второй категории водопользования, водные объекты, используемые для рекреационных целей, а также, находящихся в черте населенных мест.

Актуальность темы дипломной работы обусловлена высокой степенью загрязненности вод реки Оккервиль и непрерывно растущим антропогенным давлением, оказываемым на нее. Река Оккервиль относится к четвертому классу загрязненности из пяти возможных, и оценивается как грязная [2].

Данная работа имеет своей *целью* анализ экологического состояния реки Оккервиль.

В достижении цели ставятся *задачи*:

- 1) Описание характеристик водосборной территории реки Оккервиль для определения факторов влияющих на формирование стока.
- 2) Отбор проб воды и их химический анализ, интерпретация полученных в ходе анализа результатов с целью оценки качества вод.
- 3) Выявление источников загрязнения реки Оккервиль и ее притоков, оценка степени их воздействия.

Объектом исследования является река Оккервиль.

Предметом исследования выступают гидрохимические показатели вод как характеристика экологического состояния реки Оккервиль.

Для работы использовались данные гидрохимических исследований вод реки Оккервиль, проводимых автором в ноябре-декабре 2019 года, а также в ноябре-декабре 2020 года.

В качестве методик исследования в работе использовались химический метод объемного анализа, электрометрический и кондуктометрический методы электрохимического анализа.

Глава 1. Физико-географическая характеристика реки Оккервиль и ее водосбора

1.1 Географическое положение реки

Река Оккервиль протекает по территории двух субъектов РФ Ленинградской области и города Санкт-Петербург.

Исток находится на территории Всеволожского района Ленинградской области у садового массива Мяглово-Карьер, по пути река пересекает деревню Новосергиевка и город Кудрово. На территории Санкт-Петербурга, она протекает по Невскому и Красногвардейскому районам города. Устье находится в Красногвардейском районе, Оккервиль впадает в Охту по левому берегу в 1,8 километра выше места её впадения в Неву.

1.2 Гидрологическая характеристика

Оккервиль является притоком реки Охта, входит в бассейн реки Нева, относится к системе водотоков и водоемов Балтийского бассейнового округа.

Длина реки составляет около 20 км, по территории Ленинградской области протекает 14 км, в Санкт-Петербурге – 6 км. Прямолинейное расстояние от истока до устья около 14 километров, коэффициент извилистости 1,4. Ширина от 1,5 до 25 м в устье, глубина до 1 м, площадь водосбора составляет 97,1 км². Общее падение реки Оккервиль составляет 14,4 метра, уклон 0,8 м/км, средний расход воды 0,5 м³/сек [3].

В верховьях (до 4,2 км), где река носит название Черная, ее русло антропогено изменено. Это видно по прямому руслу с резкими поворотами, значительно отличающимся от очень извилистого выше по течению.

У реки есть 8 небольших притоков, правые впадают на 4,3 км от истока, на 6,5 км, на 6,7 км, на 10,4 км, на 12,3 км, и на 14,2 км от истока в

реку впадает ручей Нарвин. Русло ручья Нарвин было перенаправлено, ранее он был притоком Охты и впадал в нее выше устья Оккервиля. Левые притоки находятся на 14,1 км от истока и на 14,5 км (Безымянный ручей).

По своим характеристикам длине, площади водосбора и среднемноголетним расходом воды Оккервиль относится к малым рекам. Малые реки обладают низкой способностью к самоочищению, из-за чего они сильно уязвимы к изменению и хозяйственному освоению их водосбора [4].

1.3 Характеристика водосборной территории

1.3.1 Климатические особенности

Санкт-Петербург и Ленинградская область относятся к атлантико-континентальной области умеренного пояса. На формирование климата оказывают влияние влажные морские воздушные массы, поступающие со стороны Атлантического океана, континентальный воздух умеренных широт и частые вторжения холодного и сухого арктического воздуха. Данные факторы формируют климат с высокой влажностью воздуха, умеренно теплым и влажным летом и продолжительной умеренно холодной зимой [5].

Средняя температура воздуха самого теплого месяца (июля) для Санкт-Петербурга составляет 19,5 градусов тепла, для Всеволожского района Ленинградской области – 17,5 градусов. Самый холодный месяц для Санкт-Петербурга – февраль со средней температурой воздуха -5,8 градусов ниже нуля, средняя температура самого холодного месяца (января) для Всеволожского района Ленинградской области составляет -7 градусов [5, 6].

Среднегодовое количество осадков для Санкт-Петербурга составляет 636 мм, для Ленинградской области 600 – 700 мм. В зимний период осадки выпадают в основном в виде снега. Устойчивый снежный покров обычно формируется в начале декабря, а разрушается в конце марта [5].

1.3.2 Рельеф и почвы

Санкт-Петербург и Ленинградская область расположены на территории Восточно-Европейской (Русской) равнины, на Карельском перешейке.

Рельеф носит равнинный характер с незначительными абсолютными высотами.

Территория Карельского перешейка ступенчатая состоит из возвышенностей и низин образованными террасами Балтийского моря, Ладожского озера и долинами крупных рек. Распространены ледниковые формы рельефа.

Рельеф Всеволожского района Ленинградской области разделен тремя геологическими образованиями Лемболовской возвышенностью, частью Приладожской низменности и правобережной частью Приневской низины [7].

Бассейн реки Оккервиль расположен в зоне Приневской низины, поверхность которой сложена озерно-ледниковыми террасами. Здесь широко распространены болота. Почвы варьируют от торфяно-болотных до сильно подзолистых, характерны значительные запасы торфа [8].

1.3.3 Растительность и животный мир

В верховьях с левого берега река Оккервиль (Черная) граничит, а где-то даже попадает на территорию Невского лесопарка. Территория с правого берега также залесена, но в меньшей степени. Растительность в основном представлена еловым и сосновым лесом с примесями рябины, березы, ольхи, лиственницы и осины. Выше по течению при подходе к Новосергиевке древесная растительность остается только по левому берегу, причем с большими вырубленными участками.

После КАДа река попадает на урбанизированную территорию городов Кудрово и Санкт-Петербурга, растительность здесь присутствует в парках и во дворах жилых домов. На территории Кудрово у реки расположен парк Оккервиль, появился он относительно недавно в 2010 году. Его площадь составляет 4,9 гектар, еще 2,6 гектар составляет площадь парка Березовая роща, которые, по сути, являются одной рекреационной зоной. Состав древесной растительности представляют березы, рябины, клены, липы,

яблони, многие деревья высажены недавно, взрослые деревья произрастают с левого берега в районе Березовой рощи.

В Санкт-Петербурге Оккервиль в основном протекает по дворам жилых домов и по его берегам растут березы, осина, ольха серая, рябина, клены, а также кустарники.

В черте Санкт-Петербурга на берегу реки разбиты парки Есенина и Яблоновский сад. Площадь парка имени Есенина созданного в начале 1980-х годов составляет около 22 гектар, территория облагорожена и густо засажена растительностью. На территории парка произрастают тополь дрожащий, ольха серая, береза, осина, рябина, клен, а также кустарники: шиповник, сирень, ива, черёмуха. Яблоновский сад располагается на территории законсервированной свалки, его площадь составляет 2,5 гектара. При консервации из мусора образовали положительные формы рельефа и перекрыли глинистым изолирующим слоем, при этом никакой биологической рекультивации проведено не было, и территория заросла естественным путем. Видовой состав древесной растительности представлен березами и осинами, также присутствуют рябины, ольхи и ивы [9].

На незамерзающих городских водоёмах могут формироваться популяции зимующих диких уток. Эти популяции не улетают на юг, а остаются на территориях парков, в основном у мостов, где их кормят люди. На реке Оккервиль зимует около 1500 крякв, это самое популярное место зимовки для городских уток [10].

1.3.4 Хозяйственная освоенность

С целью предотвращения загрязнения, засорения, заиления и истощения водных объектов, а также сохранения среды обитания водных биологических ресурсов и других объектов животного и растительного мира, прибрежным территориям придается статус водоохранных зон. На территории этих зон устанавливается специальный режим осуществления хозяйственной и иной деятельности. В границах водоохранных зон устанавливаются прибрежные защитные полосы, на территории которых

вводятся дополнительные ограничения хозяйственной и иной деятельности [12]. В соответствии с Постановлением губернатора Санкт-Петербурга от 1999 года для реки Оккервиль была установлена ширина водоохранной зоны 20 м и прибрежной защитной полосы 15 м [13]. Сейчас в соответствии с водным кодексом РФ водоохранная зона для Оккервиля должна составлять 100 м, а прибрежная защитная полоса 50 м. Не смотря на ограничения берега реки сильно освоены, в верховьях на территории водоохранной зоны располагаются дачные участки и огороды, в черте Санкт-Петербурга жилые дома и парковки подходят очень близко к руслу.

В верхнем течении реки на правом берегу расположен садовый массив Мяглово-Карьер состоящий из нескольких садоводческих товариществ, на его территории расположены дачные участки с небольшими одно- и двухэтажными домами.

На 4 км от истока реку пересекает трасса федерального значения Р-21 «Кола». Ниже по течению на правом берегу Оккервиля расположена деревня Новосергеевка, население ее на 2017 год составляло 288 человек [14]. Застройка представлена небольшими частными домами, также имеется несколько промышленных предприятий. Полигон бытовых отходов Новосергеевки расположен примерно в 300 метрах от берега реки. Через русло перекинут мост, движение машин по нему неинтенсивное, так как дорога является тупиковой и ведет только к могиле неизвестного майора-танкиста.

На 12 км от истока Оккервиль пересекает Кольцевая автомобильная дорога (КАД). Ниже по течению расположен город Кудрово, статус города присвоен бывшей деревне в 2018 году. Активное строительство в этом районе началось в 2010-х годах и по состоянию на сегодняшний день это очень плотно застроенная территория. Застройка представлена многоквартирными жилыми комплексами большой этажности. Численность населения вместе с новыми домами росла быстрыми темпами и на состояние 1 января 2021 года составила 49 079 человек [14]. При этом продолжается

вестись строительство новых жилых комплексов, транспортных узлов и объектов инфраструктуры. На территории Кудрово расположены два пешеходных моста в парке, также автомобильный по Центральной улице и железнодорожный мост. В июле 2020 год начались работы по строительству нового моста через Оккервиль, который должен соединить Ленинградскую улицу и проспект Строителей, расположен он примерно в 200 метрах от КАДа. По проекту планируется четырехполосная проезжая часть и подземные пешеходные переходы, при этом в русле реки будет пущена водопропускная труба [15]. Быстрые темпы урбанизации, без комплексного плана развития территории привели к множеству экологических проблем города, в том числе и проблеме загрязнения неочищенными поверхностными стоками реки Оккервиль и ее притока протекающего по территории Кудрово.

Ниже по течению река попадает на территорию Невского района Санкт-Петербурга. Между железной дорогой и мостом Дыбенко Оккервиль протекает на заброшенном участке, где планировалось строительство технопарка, и остался недостроенный мост. После моста Дыбенко река протекает по муниципальному округу Оккервиль, в нем проживает 67 770 человек [14]. Застройка в основном представлена 5-, 9- и 16-этажными домами 1970-1980-х годов постройки. Реку пересекают мосты Товарищеский, Подвойского и Коллонтай, по которому проходит граница округа, также во дворах перекинута один безымянный автомобильный мост и три пешеходных.

Ниже моста Коллонтай Оккервиль протекает по территории Правобережного муниципального округа. Численность его населения составляет 78 445 человек [14], застройка представлена как панельными домами 1970-1980-х так и более новыми комплексами 2010-х годов. Реку пересекают мосты Российский, Ледовый (пешеходный), Клочков, Долгоруков и Большой Яблоновский. А также железнодорожный мост, по которому разъезжаются поезда из Ладужского вокзала, железная дорога разделяет Невский и Красногвардейский районы Санкт-Петербурга. Между

улицей Ворошилова, на которой расположен Долгоруков мост и Зольной (Большой Яблоновский мост) располагается небольшая промышленная зона. Здесь с левого берега расположены гаражи, а с правого асфальта-бетонный завод “Магистраль” и несанкционированная свалка, частично попадающая в водоохраную зону реки Оккервиль. На ее территории обнаружены строительные отходы, автопокрышки и иной мусор. В декабре 2020 года Росприроднадзор потребовал ликвидации незаконной свалки, но в январе 2021 года благодаря активистам стало известно, что она продолжает свою работу и принимает бетонные отходы [16, 17].

На территории Красногвардейского района, река Оккервиль разделяет две исторические территории, с левого берега находится Малая Охта, а с правого Яблоновка. Застройка здесь разнообразна, она представлена и историческими зданиями и домами советского периода и новыми жилыми комплексами. Через русло реки перекинута автомобильные мосты: Гранитный и Заневский, а также пешеходные: Яблоновский и Уткин мост.

Для Оккервиля так же как и для многих других рек региона характерна проблема разрушения береговой линии. Хозяйственная деятельность человека, изменяя сток воды в реке, преобразуя физических и химический состав твердого стока, уничтожая естественную растительность, ведет к изменению руслообразующих процессов. Это может привести к усилению боковой, плоскостной и склоновой эрозии, в результате происходят оползни, осыпи и обвалы. Особенно опасны эти процессы на заселенных городских территориях, где некоторые жилые дома и инфраструктурные сооружения расположены близко к берегу. Так в 2016 году на улице Коллонтай были проведены берегоукрепительные работы, из-за угрозы обрушения жилого дома [18]. Берегоукрепительные сооружения также находится в местах, где русло пересекают мосты и на набережной в районе Ледового дворца.

Река Оккервиль и ее притоки используются как приемники поверхностных сточных вод из ливневой канализации и промышленных стоков с расположенных на водосборе предприятий.

Глава 2. Гидрохимическое исследование проб воды реки Оккервиль

2.1 Отбор проб

Отбор проб вод реки Оккервиль проводился на территории Невского района Санкт Петербурга, у моста Коллонтай, на 16,7 км течения реки от истока (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 – Место отбора проб воды

2.2 Используемые методы гидрохимического анализа

Гидрохимический анализ проб вод реки Оккервиль проводился автором во время учебного курса гидрохимии в ноябре-декабре 2019 года, а

также в ноябре-декабре 2020 года в учебной лаборатории во 2 корпусе РГГМУ.

Пробы были исследованы по 9 показателям, таким как содержание ионов кальция, магния и общая жесткость, гидрокарбонатная щелочность, содержания растворенного кислорода, химическое и биохимическое потребление кислорода, а также водородный показатель (рН) и электропроводность.

Для определения содержания ионов кальция, общей жесткости, гидрокарбонатной щелочности, содержания растворенного кислорода, химического и биохимического потребления кислорода использовался химический метод объемного анализа.

Химические методы основываются на определении количества продуктов образующихся при химической реакции [19].

Методы объемного анализа основываются на процессе титрования – взаимодействия исследуемого компонента с реактивом, который добавляется в виде раствора определенной концентрации (титрующий раствор) до того момента, когда количество прибавленного реактива не станет эквивалентно количеству определяемого компонента в растворе (точка эквивалентности) [19].

Для определения точки эквивалентности в исследуемый раствор добавляют индикатор – вещество по изменению цвета, которого можно судить об окончании реакции. Также с целью создания необходимых для реакции условий в исследуемых растворов могут добавлять буферы (щелочные или кислотные) [19].

В зависимости от типа реакций методы объемного анализа делятся на четыре группы: 1) кислотно-основное титрование; 2) титрование окислителями и восстановителями; 3) осаждение; 4) титрование с образованием комплексов [19].

Для определения водородного показателя и электропроводности использовались электрометрический и кондуктометрический методы электрохимического анализа.

2.2.1 Определение жесткости, кальция и магния

Жесткость – свойство воды, обусловленное присутствием растворенных солей щелочноземельных металлов, преимущественно катионов кальция и магния. Общей жесткостью называется суммарное содержание в воде ионов кальция и магния [20].

Определение общей жесткости и содержания ионов кальция производится методом комплексонометрии.

При определении общей жесткости титрующим раствором является динатриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты (трилон Б), который образует внутрикомплексные соли с ионами кальция и магния. Реакция протекает в щелочной среде (рН 9-10), которая обеспечивается добавлением аммонийно-аммиачного буферного раствора. Индикатором выступает эриохром черный Т, который к концу реакции меняет окраску от фиолетовой до голубой [20].

Для определения кальция в качестве титранта также применяется трилон Б. Индикатором выступает мурексид, который в щелочной среде (рН 12–13) образует с ионами кальция мало диссоциированный комплекс, окрашенный в розовый цвет. При переходе ионов кальция в еще менее диссоциированный комплекс с трилоном Б раствор меняет цвет на фиолетовый. Для обеспечения сильнощелочной среды в качестве буфера используется 10%-ный раствор гидроксида натрия [20].

Определение содержания ионов магния проводится расчетным способом по разности величин общей жесткости и содержания кальция [20].

2.2.2 Определение гидрокарбонатной щелочности

Под щелочностью природной воды понимают способность некоторых ее компонентов реагировать с ионами водорода, т.е. связывать эквивалентное количество сильных кислот. Щелочность обусловлена наличием в воде

анионов слабых кислот (карбонатов, гидрокарбонатов, силикатов, боратов, сульфитов и др.), которые гидролизуются, образуют гидроксильные ионы. Щелочность большинства природных вод, для которых рН не превышает 8,3, определяется только гидрокарбонатами щелочноземельных металлов [21].

Щелочность определяется количеством сильной кислоты, необходимой для нейтрализации одного литра воды [20].

При титровании пробы раствором соляной кислоты карбонаты и гидрокарбонаты образуют слабую угольную кислоту, распадающуюся на воду и свободный углекислый газ. Двуокись углерода удаляют продуванием через подкисленную пробу воздуха без углекислого газа. Для создания кислой среды в раствор добавляется избыточное количество соляной кислоты, которая потом нейтрализуется раствором тетрабората натрия. Индикатором в реакциях выступает метиловый красный (метилрот), который реагирует на изменение реакции среды [20].

2.2.3 Определение содержания растворенного кислорода

Содержание растворенного кислорода в поверхностных водах определяет условия обитания гидробионтов, а также является косвенной характеристикой качества вод [20].

Определение растворенного в воде кислорода основывается на реакции титрования окислителями–восстановителями и производится йодометрическим методом (метод Винклера).

Для фиксации растворенного в воде кислорода в пробу добавляется хлорид марганца и щелочной раствор йодистого калия, в результате кислород окисляет марганец и образующееся соединение выпадает в осадок. При последующем добавлении серной кислоты, осадок растворяется и выделяется свободный йод, количество которого эквивалентно содержанию растворенного кислорода. Количество выделившегося йода определяется при помощи титрования раствором тиосульфата натрия. Для лучшего определения точки эквивалентности в пробу добавляется крахмал [20].

2.2.4 Определение перманганатной окисляемости

Химическое и биохимическое потребление кислорода являются интегральными показателями характеризующими содержание органических веществ в воде [20].

Химическое потребление кислорода (ХПК) – количество кислорода, потребляемое при химическом окислении содержащихся в воде органических и неорганических веществ под действием различных окислителей [22].

Окисляемость воды – величина, характеризующая содержание в воде органических и минеральных веществ, окисляемых одним из сильных химических окислителей. В зависимости от используемого окислителя различают перманганатную и бихроматную окисляемость [20].

Величина окисляемости определяется количеством затраченного окислителя и выражается числом миллиграммов кислорода, необходимого для окисления веществ, содержащихся в 1 л воды (мгО/л) [20].

Определение перманганатной окисляемости, происходит в кислой среде. Добавляемый в пробу воды раствор перманганата калия при нагревании распадается, выделяется атомарный кислород, который окисляет органические вещества. При этом семивалентный марганец переходит в двухвалентный, количество которого определяется при помощи добавления йодистого калия и дальнейшего титрования тиосульфатом натрия [20].

2.2.5 Определение БПК₅

Биохимическое потребление кислорода (БПК) – количество кислорода, израсходованное в определенный промежуток времени в процессе биохимического окисления органических веществ. Предполагается, что в среднем при температуре 20°C за 5 суток окисляется около 70% соединений, за 10 и 20 суток - соответственно 90% и 99%. В гидрологических исследованиях обычно определяют пятисуточное БПК [23].

Измерений БПК₅ проводится скляночным методом, который основан на измерении массовой концентрации растворенного кислорода путем

йодометрического титрования в пробе воды до и после ее инкубации в течение 5 суток. Инкубация пробы происходит при стандартных условиях температуре 20 °С, отсутствие доступа воздуха и света. БПК₅ находят как разность между содержанием кислорода в анализируемой пробе воды до и после инкубации [20].

2.2.6 Определение водородного показателя (рН)

Водородный показатель рН – это величина, которая характеризует содержание ионов водорода, равная обратному логарифму концентрации водородных ионов. Величина рН воды влияет на скорость протекания различных химических реакций, уровень коррозионной агрессивности воды, развитие и жизнедеятельность гидробионтов, а также может изменять степень токсичности загрязняющих веществ [20].

Водородный показатель определяется электрометрическим методом. При этом в анализируемую пробу воды погружаются два электрода индикаторный, потенциал которого зависит от концентрации ионов водорода и электрод сравнения. Разность потенциалов измеряют при помощи рН-метра [20].

2.2.7 Измерение электропроводности

Электропроводность – это численное выражение способности водного раствора проводить электрический ток. Электрическая проводимость зависит от концентрации растворенных электролитов, а так же на величину влияет температура воды. Электропроводность природной воды в основном обуславливается содержанием в ней катионов Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ и анионов Cl⁻, SO₄²⁻, HCO₃⁻. По величине электропроводности воды можно судить о ее общей минерализации, также она может использоваться как индикаторный показатель антропогенного воздействия [20].

Электропроводность определяется кондуктометрическим методом, с использованием специального прибора кондуктометра.

Глава 3. Интерпретация и оценка результатов исследований

3.1 Результаты анализа проб на концентрации ионов кальция, магния и общую жесткость

Таблица 1 – Результаты анализа проб на концентрации ионов кальция и магния, общую жесткость

Показатель	ноябрь-декабрь 2019	ноябрь-декабрь 2020
Ca ²⁺ , мг/л	11,22	22,85
Mg ⁺ , мг/л	2,19	15,56
Общая жесткость, мг-экв/л	0,74	2,42

Результаты анализа проб воды на содержание ионов кальция не превышают установленное нормативное значение. Зафиксированное содержание ионов кальция для съемки 2020 года выше, чем для 2019 года (рис. 3.1).

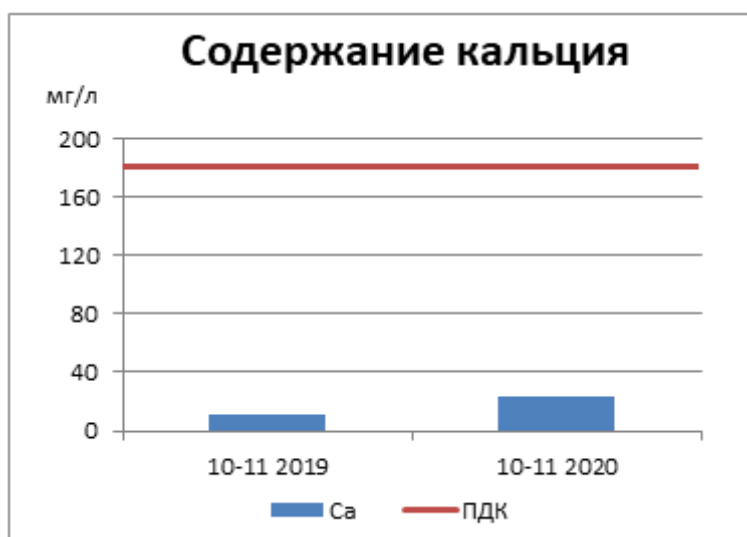


Рисунок 3.1 – График содержания ионов кальция относительно значения ПДК

Результаты анализа проб воды на содержание ионов магния не превышают установленное нормативное значение. В 2020 году было зафиксировано повышение содержание ионов магния относительно результата 2019 года (рис. 3.2).



Рисунок 3.2 – График содержания ионов магния относительно значения ПДК

Величина жесткости воды в водных объектах не нормируется. По результатам анализа можно выделить повышение показателя жесткости в 2020 году относительно 2019, так в 2019 речную воду можно было классифицировать как очень мягкую, а в 2020 уже как мягкую (по О. А. Алекину 1953). В обеих пробах кальциевая жесткость преобладает над магниевой (рис. 3.3).



Рисунок 3.3 – График значений общей жесткости

3.2 Результаты анализа проб на гидрокарбонатную щелочность

Таблица 2 – Результаты анализа проб на гидрокарбонатную щелочность

Показатель	ноябрь-декабрь 2019	ноябрь-декабрь 2020
НСО ₃ , мг/л	81,16	158,65

Выявленные в ходе проведенного анализа значения гидрокарбонатной щелочности не превышают ПДК. Можно выделить увеличение показателя щелочности в 2020 году по сравнению с результатом в 2019 (рис. 3.4).

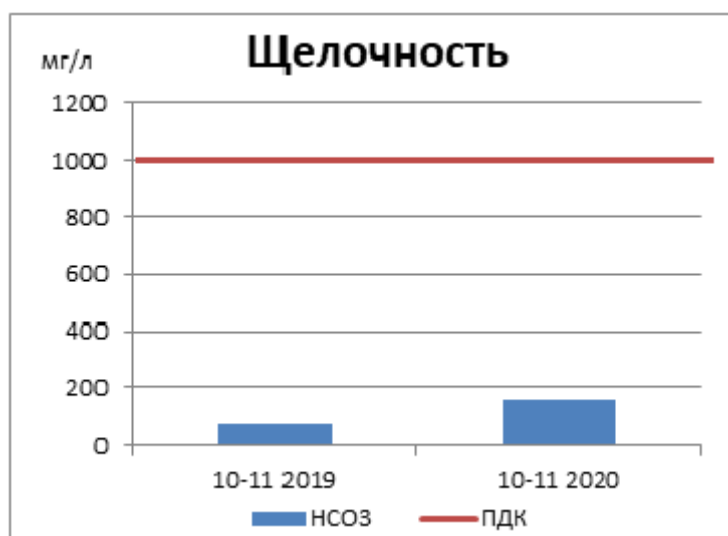


Рисунок 3.4 – График гидрокарбонатной щелочности относительно значения
ПДК

3.3 Результаты анализа проб на растворенный кислород, БПК₅ и перманганатную окисляемость

Таблица 3 – Результаты анализа проб на растворенный кислород, БПК₅ и перманганатную окисляемость

Показатель	ноябрь-декабрь 2019	ноябрь-декабрь 2020
Растворенный О ₂ , мг/л	3,26	7,01
БПК ₅	-	3,4
Перманганатная окисляемость, мг/л	4,26	5,56

В 2019 году содержание растворенного в воде кислорода опустилось ниже значения ПДК. Пониженное значение растворенного кислорода свидетельствует о загрязненности вод, по его содержанию воду можно классифицировать как грязную. При нехватке кислорода в речной воде могут наблюдаться заморные явления.

В результате анализа пробы 2020 года содержание растворенного кислорода оказалось в норме, по его содержанию воду можно классифицировать как загрязненную (рис. 3.5).



Рисунок 3.5 – График содержания растворенного кислорода относительно значения ПДК

В 2019 году биохимическое потребление кислорода не измерялось. В 2020 оно превысило значение ПДК, это может свидетельствовать о загрязнении речной воды органическими веществами (рис. 3.6). По потреблению кислорода воду можно характеризовать как загрязненную.

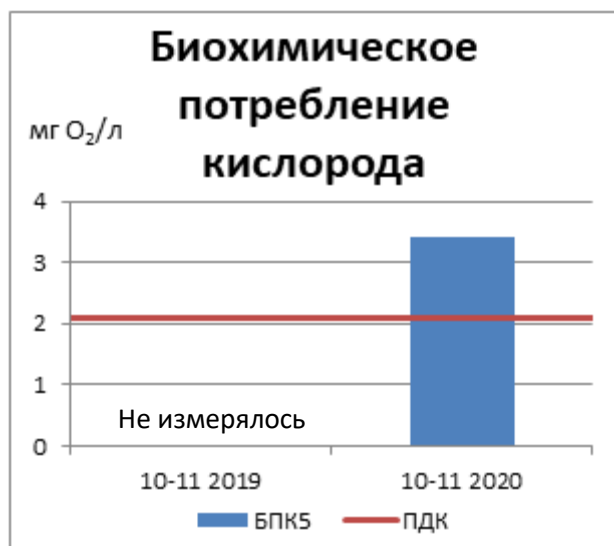


Рисунок 3.6 – График биохимического потребления кислорода относительно значения ПДК

В 2019 году значение перманганатной окисляемости выявленное в ходе проведенного анализа не превышало ПДК, и характеризовало речную воду как загрязненную. В 2020 году значение окисляемости повысилось и превысило ПДК, что говорит о загрязненности вод органическими веществами. Пробу воды 2020 года по данному показателю можно характеризовать как грязную (рис. 3.7).



Рисунок 3.7 – График перманганатной окисляемости относительно значения ПДК

3.4 Результаты анализа проб на рН и минерализацию

Таблица 4 – Результаты анализа проб на рН и минерализацию

Показатель	ноябрь-декабрь 2019	ноябрь-декабрь 2020
рН	6,1	6,8
Минерализация, мг/л	0,15	0,17

Значение водородного показателя пробы воды 2019 года не вошло в интервал установленный нормативами. По величине рН речные воды относятся к группе слабокислых.

Значение водородного показателя пробы воды 2020 года соответствует ПДК. По величине рН речные воды относятся к группе нейтральных (рис. 3.8).



Рисунок 3.8 – График водородного показателя относительно значения ПДК

Измеренные значения минерализации не превышают ПДК. Можно отметить увеличение показателя в 2020 году по сравнению с результатом в 2019 (рис. 3.9). По показателю минерализации воды можно отнести к категории ультрапресных.

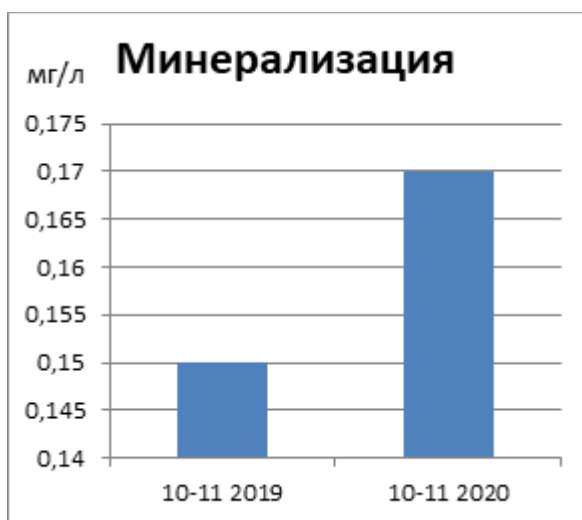


Рисунок 3.9 – График значения минерализации при ПДК=1000 мг/л

3.5 Выводы по главе

В результате проведенных гидрохимических исследований были выявлены четыре случая превышения нормативных значений (ПДК) по четырем показателям (таблица 5).

Таблица 5 – Выявленные случаи превышения ПДК

Съемка	Показатель	Значение	ПДК	Превышение ПДК
ноябрь-декабрь 2019	Растворенный кислород	3,26 мг/л	4 мг/л	1,23
	pH	6,1	6,5 – 8,5	1,06
ноябрь-декабрь 2020	БПК ₅	3,4 мг O ₂ /л	2,1 мг O ₂ /л	1,62
	Перманганатная окисляемость	5,56 мг/л	5 мг/л	1,11

В 2019 году в пробе речной воды было выявлено снижение содержания растворенного кислорода до уровня ниже значения ПДК. Снижение концентрации кислорода в воде может быть следствием его расходования на процессы окисления органических веществ.

В пробе речной воды, взятой в 2019 году, было выявлено несоответствие значения водородного показателя ПДК. Понижение pH в природных водах может быть свидетельством процесса закисления. На pH пробы могли повлиять выпавшие незадолго обильные дожди, это в свою очередь свидетельствует о повышенной кислотности осадков в районе водосбора реки.

В пробе речной воды, взятой в 2020 году, были выявлены превышения ПДК по показателям БПК₅ и перманганатной окисляемости, это свидетельствует о высоком содержании в воде органического вещества.

По показателю общей жесткости речную воду можно классифицировать как мягкую или очень мягкую. По показателю минерализации воды можно отнести к категории ультрапресных. По величине рН речные воды относятся к группе слабокислых или нейтральных.

По показателям кислородного режима (растворенному кислороду, биохимическому потреблению кислорода и перманганатной окисляемости) воду можно классифицировать как грязную или как загрязненную.

При сравнении результатов анализа проб 2019 и 2020 годов, наблюдается тенденция роста значений почти всех измеряемых показателей. Увеличение значения перманганатной окисляемости привело к превышению ПДК. Увеличение содержания растворенного кислорода и величины водородного показателя привели к их нормализации.

Глава 4. Выявление и оценка источников загрязнения вод реки Оккервиль

Значительная часть реки Оккервиль протекает на урбанизированных территориях, с которых в нее попадают загрязняющие вещества, которые ухудшают качество воды, а позже накапливаются в донных отложениях. Потенциал самоочищения у Оккервиля как у малой реки невелик и не справляется с существующей антропогенной нагрузкой.

Одним из основных источников поступления загрязняющих веществ в воды реки является сброс в нее неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод. В речную систему Оккервиля осуществляется организованный сброс ливневой канализации и промышленных сточных вод. Но также в реку естественным током попадают загрязненные дождевые и талые воды с территории водосборного бассейна.

Также источником загрязнения является мусор, попадающий непосредственно в русло реки или с водосборных территорий. У берегов Оккервиля расположены полигон ТКО и несанкционированная городская свалка.

Меньший вклад вносит оседание загрязняющих веществ из атмосферного воздуха, на территории города они в основном представлены выбросами от автомобильного транспорта.

4.1 Сбросы сточных вод в Оккервиль и притоки

По данным наблюдений за объемом вод при водопотреблении и водоотведении по форме 2-ТП (водхоз), выкладываемых на автоматизированной информационной системе государственного мониторинга водных объектов (АИС ГМВО) за 2019 год в р. Оккервиль и ее притоки было сброшено 57,35 млн. куб. м сточных и коллекторно-дренажных вод [24]. Из них большая часть без очистки – 97,9% (56,17 млн. куб. м),

недостаточно очищенными сбрасывается – 1,7% (0,97 млн. куб. м), а до состояния нормативно очищенных доводятся только 0,4% или 0,21 млн. куб. м, очистка производится биологическим, физико-химическим и механическим способом (рис. 4.1).

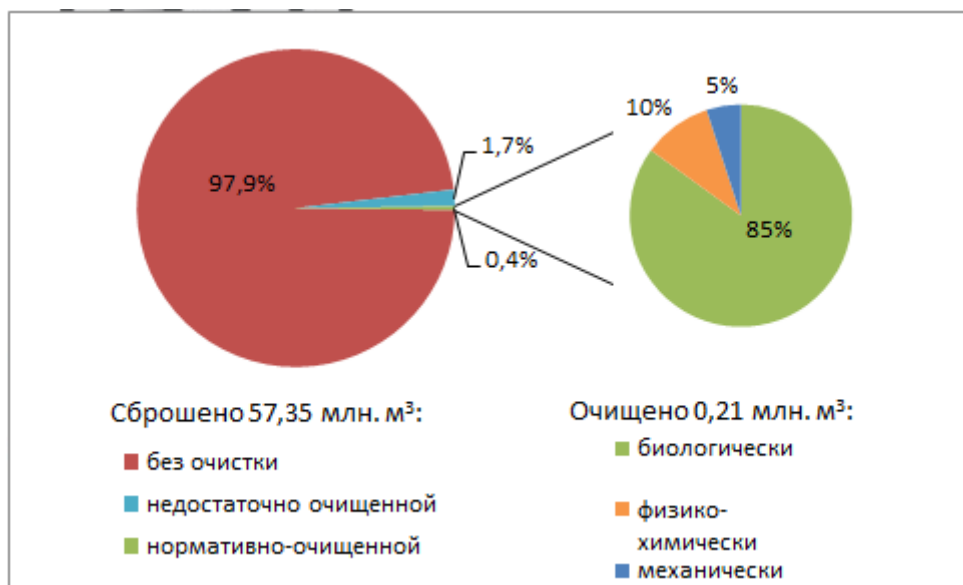


Рисунок 4.1 – Объемы и степень очистки сточных вод сбрасываемых в р. Оккервиль и притоки

Помимо этого экологическими службами, активистами и местными жителями регулярно фиксируются несанкционированные сбросы. Так в июле 2018 года при проведении работ по горизонтальному бурению и прокладке водовода компанией ООО "СитиСтрой" в результате нарушения технологии произошел разлив и примерно 500 литров бурового раствора – бентонита попали в воды реки Оккервиль [25].

В августе 2019 года был выявлен сброс сточных вод со строительной площадки на Европейском проспекте города Кудрово, который осуществлялся как по рельефу местности, так и через канализационные колодцы в районе парка Оккервиль из-за которого поднялись донные отложения и ниже по течению вода помутнела [26].

Также в 2019 был выявлен случай незаконного подключения стоков к ручью, протекающему по территории Кудрово и впадающего в Оккервиль,

сброс осуществлялся с очистных сооружений автомойки ООО «Хороший старт» предприятие было привлечено к административной ответственности [27].

В мае 2020 года на территории Яблоновского сада на поверхности реки Оккервиль были обнаружены маслянистые пятна, был произведен сбор нефтепродуктов, сброшенных предположительно через находящиеся неподалеку трубы [28].

4.2 Определение источников сброса сточных вод

В данных наблюдений за объемом вод при водопотреблении и водоотведении не указываются сами предприятия и компании, осуществляющие сброс сточных вод, а лишь их код по общероссийскому классификатору видов экономической деятельности (ОКВЭД). Поэтому для идентификации источников поступления сточных вод использовалась информация о предоставлении водных объектов в пользование на основании договоров водопользования и решений о предоставлении водных объектов в пользование по зоне деятельности Невско-Ладожского БВУ [29]. На их основе были выявлены 9 компаний осуществляющих сброс сточных вод в р. Оккервиль и ее притоки: ЗАО АБЗ "Магистраль", ГУП "Водоканал Санкт-Петербурга", ООО "Лента", ОАО "РЖД", ООО "ИКЕА Сентерс Рус Проперти Б", АО "Арсенал-2", ООО "ПАТРИОТ Северо-Запад", ФКУ ДСТО "Санкт-Петербург" и институт физиологии РАН.

Среди них выделяется ГУП "Водоканал Санкт-Петербурга", деятельность которого обеспечивает 98,3% от объема всех сбросов. Десятые процента составляют сбросы ООО "ИКЕА Сентерс Рус Проперти Б" (0,65%), института физиологии РАН (0,51%) и строительной компании "ПАТРИОТ Северо-Запад" (0,37%). Доля сбросов остальных компаний составляет сотые процента (рис 4.2).

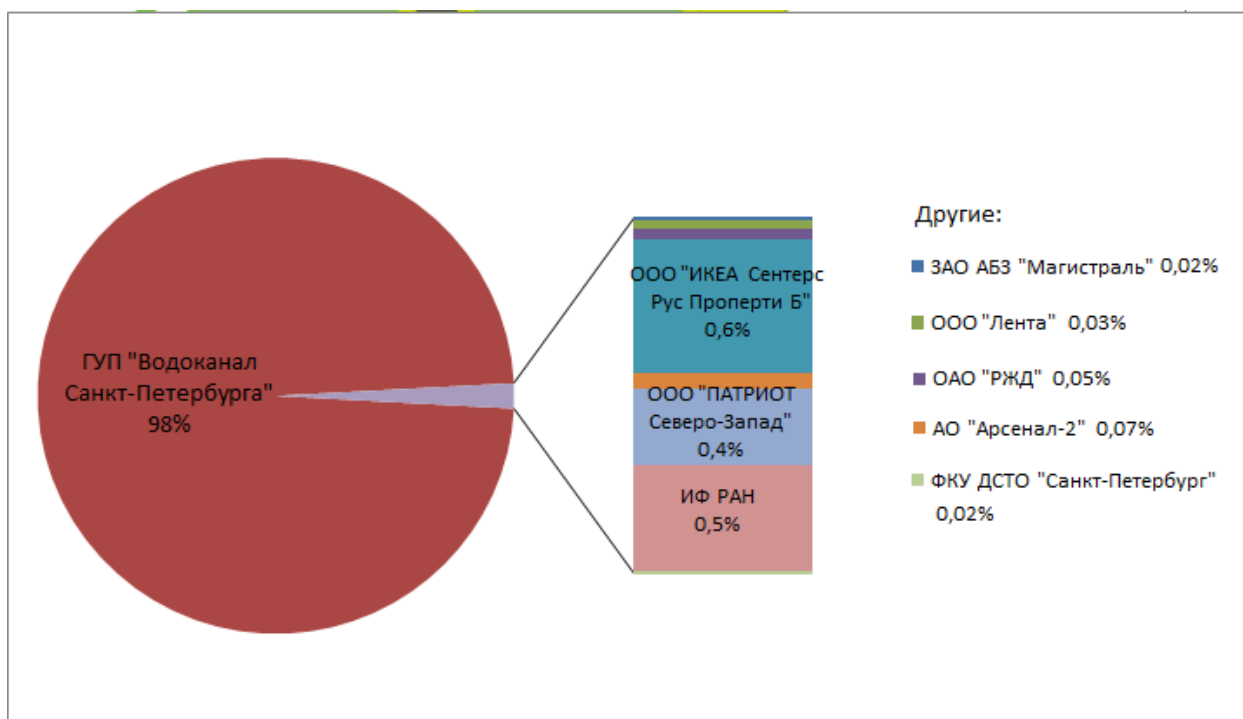


Рисунок 4.2 – Процентное соотношение сброса сточных вод в р. Оккерவில் и притоки от разных водопользователей

Большую часть сбросов ГУП "Водоканал Санкт-Петербурга" составляют промывные воды с водоочистных сооружений Северной водопроводной станции (СВС). Также практически на всем протяжении реки Оккерவில் в нее осуществляется сброс ливневых сточных вод через выпуски, находящиеся на балансе Водоканала [30].

Сбросы компании "ИКЕА Сентерс Рус Проперти Б" состоят из поверхностного стока с автостоянок используемых магазином Икеа, расположенном в торговом центре Мега в городе Кудрово. Сброс производится в безымянный ручей берущий свое начало и протекающий по территории города Кудрово и впадающий в Оккерவில் по левому берегу уже на территории Санкт-Петербурга неподалеку от границы с Ленинградской областью.

Сточные воды института физиологии РАН образуются в научном городке в селе Павлово Колтушского сельского поселения.

Сбросы строительных компаний "ПАТРИОТ Северо-Запад" и "Арсенал-2" состоят из дождевых и талых вод с кровли и прилегающей

территории новостроек ЖК "Кудрово!" и ЖК "Гольфстрим", расположенных в городе Кудрово.

Федеральное казенное учреждение «Дирекция по строительству транспортного обхода г. Санкт-Петербург Федерального дорожного агентства» (ФКУ ДСТО "Санкт-Петербург") осуществляет сброс сточных вод с полотна кольцевой автомобильной дороги (КАД).

4.3 Состав сбрасываемых сточных вод

Также на АИС ГМВО в разделе данных наблюдений за объемом вод при использовании представлена характеристика сбрасываемых сточных вод по 22 показателям. В частности указаны содержание некоторых загрязняющих веществ и свойства сточных вод (БПК и ХПК).

Оценив общее количество сбрасываемых загрязняющих веществ, были выявлены основные загрязнители (те содержание, которых превысило 1%): это хлориды (54,3%), сульфаты (25,2%), алюминий (9,5%), аммоний-ион (8,5%) и железо (1,2%), десятые процента составляют сбросы нефтепродуктов (0,4%), синтетических поверхностно-активных веществ (0,34%), фосфатов (0,29%) и нитратов (0,16%) (рис. 4.3).

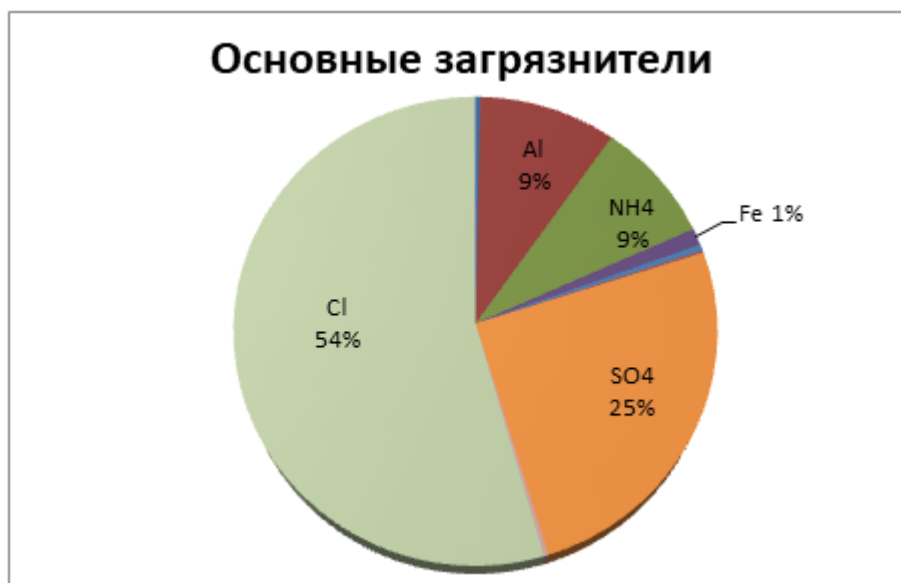


Рисунок 4.3 – Основные загрязнители содержащиеся в сточных водах сбрасываемых в р. Оккервиль и притоки

Основными источниками сбросов *хлоридов* являются деятельность ГУП "Водоканал Санкт-Петербурга" (54%) и компании "ИКЕА Сентерс Рус Проперти Б" (30%) (рис. 4.4).



Рисунок 4.4 – Основные источники сбросов хлоридов в р. Оккервиль и притоки

Хлориды в сточные воды ГУП "Водоканал Санкт-Петербурга" могут попадать с Северной водопроводной станции, где для обеззараживания воды используется гипохлорит натрия (NaClO) [31].

Хлориды не потребляются живыми организмами, обладают слабо выраженной способностью к сорбции и высокой способностью к миграции. [20].

Основными источниками сбросов *сульфатов* являются деятельность института физиологии РАН (36%), ГУП "Водоканал Санкт-Петербурга" (24%), строительной компании "ПАТРИОТ Северо-Запад" (18%) и компании "ИКЕА Сентерс Рус Проперти Б" (14%) (рис. 4.5).



Рисунок 4.5 – Основные источники сбросов сульфатов в р. Оккервиль и притоки

Наличие сульфатов в промышленных сточных водах обычно обусловлено использованием серной кислоты в технологическом процессе. Также сульфат-ионы образуются в сточной воде прошедшей реагентную обработку. Кроме того сульфат магния и хлорид натрия содержатся в большинстве противогололедных реагентов и при таянии снега попадают в ливневые стоки [20, 32].

Единственными источниками сбросов *алюминия* является деятельность ГУП "Водоканал Санкт-Петербурга". Алюминий попадает в реку вместе с водами, образующимися при промывке фильтров Северной водопроводной станции, где при процессе осветления воды в качестве коагулянта используется сульфат алюминия $Al_2(SO_4)_3$ [31]. При избыточном добавлении коагулянта, не полностью израсходованный на процесс сульфат алюминия может оказаться в промывных водах и со сбросами попасть в водный объект. При его попадании в речную воду в ней произойдет тот же процесс укрупнение взвесей в хлопья и их всплытие на поверхность.

Попавший в воду алюминий активно растворяется, образуя различные соединения - гидроксид, боксит, гидрохлорид и т.д. Значительная их часть является токсичной и негативно влияет на микроорганизмы, обитающие в

природных водных объектах, серьезно ухудшая общую экологическую обстановку [20]. В 2012 году в водах Оккервиля у места выпуска активистами Гринписа было зафиксировано превышение нормативного показателя концентрации алюминия в 700 раз [33].

Основными источниками сбросов *аммония* являются деятельность ГУП "Водоканал Санкт-Петербурга" (83%) и института физиологии РАН (17%) (рис. 4.6).



Рисунок 4.6 – Основные источники сбросов аммония в р. Оккервиль и притоки

На Северной водопроводной станции производится процесс аммонирования воды с использованием сульфата аммония $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ [31]. Сульфат аммония добавляется в подготавливаемую воду до гипохлорита натрия, в результате гипохлорит-ионы и аммоний-ион связываются в хлорамины. Данная процедура позволяет обеспечить более длительный обеззараживающий эффект и предотвратить образования в питьевой воде вредных хлорорганических соединений [34].

В поверхностных водах, в присутствии кислорода под действием бактерий происходит процесс нитрификации. Аммоний (NH_4^+) окисляется сначала до нитритов (NO_2^-) а затем до нитратов (NO_3^-) [19].

Превышение концентрации аммония в воде может привести к гибели гидробионтов, особенно он опасен для рыб, у которых при концентрации около 1 мг/л гемоглобин утрачивает способность к связыванию кислорода. Повышение рН усугубляет токсичность аммония [35].

В 2018 году во время летней учебной практики студентами РГГМУ в водах Оккервиля было зафиксировано превышение ПДК аммонийного азота в 94 раза и превышение ПДК нитритного азота в 5 раз [36].

Основными источниками сбросов *железа* являются деятельность ГУП "Водоканал Санкт-Петербурга" (84%) и компании "ИКЕА Сентерс Рус Проперти Б" (11%) (рис. 4.7).

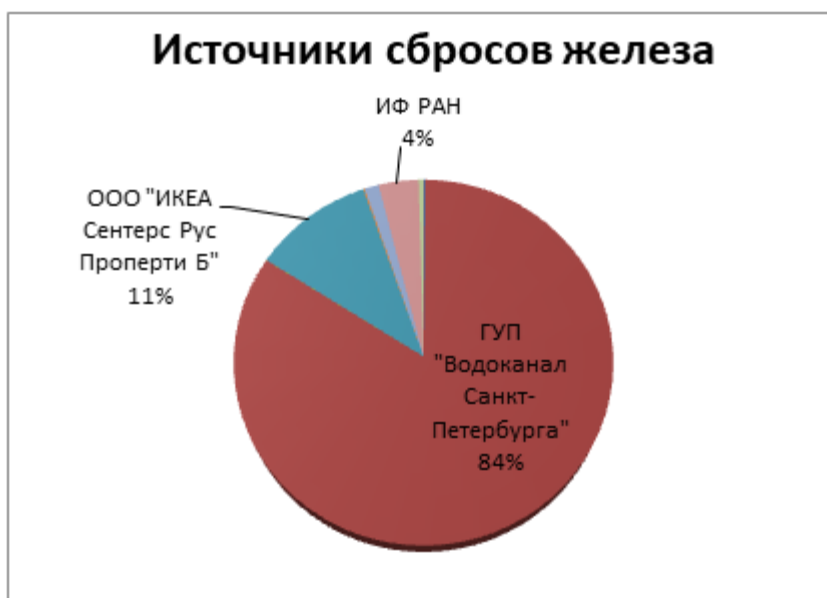


Рисунок 4.7 – Основные источники сбросов железа в р. Оккервиль и притоки

Железо в поверхностных водах в основном находится в форме комплексных соединения своих трехвалентных ионов с растворенными неорганическими и органическими соединениями, главным образом с солями гуминовых кислот – гуматами [37].

При контакте с кислородом железо окисляется, повышая мутность воды и придавая ей желто-бурую окраску [37].

Являясь биологически активным элементом, железо в определенной степени влияет на интенсивность развития фитопланктона и качественный состав микрофлоры в водоеме [35].

В 2018 году во время летней учебной практики студентами РГГМУ было зафиксировано превышение ПДК суммарного содержания железа в 11 раз [36].

Хотя суммарный сброс *нефтепродуктов* по сравнению с другими загрязняющими веществами невелик (0,4%), из-за своей токсичности и свойства образовывать пленку на поверхности воды нефтепродукты наносят серьезный ущерб водной экосистеме. Даже небольшого количества нефтепродуктов достаточно, чтобы резко ухудшить качество воды.

Нефть и продукты ее переработки представляют собой сложную и разнообразную смесь веществ, состоящую из неполярных и малополярных алифатических, ароматических, алициклических углеводородов, к нефтепродуктам относятся, например бензин, дизельное топливо, керосин, мазут, смазочные материалы, электроизоляционные среды, растворители, нефтехимическое сырьё и т.п. [38].

В момент поступления нефтепродукты образуют на поверхности воды пленку, которая снижает газовый обмен с атмосферой, замедляя выход углекислого газа и затрудняет поступление кислорода в воду, тем самым препятствуя дыханию водной фауны. Помимо этого нефтепродукты могут находиться в воде в растворенной эмульгированной и сорбированной формах [38, 39].

Под влиянием углеводородов отмечается снижение фотосинтеза и гибель растений. Наличие нефтепродуктов оказывает негативное влияние на водоплавающих птиц, внешнее загрязнение нефтью разрушает оперение, спутывает перья, вызывает раздражение глаз. Растворенная в воде нефть, проникая в клетки гидробионтов, оказывает токсическое действие. Кроме того ароматическая фракция нефти содержит вещества, которые являются мутагенами и канцерогенами [39, 40].

Очищение водоемов от нефтепродуктов происходит естественным путем, в результате химического окисления соединений и биологического разрушения их микроорганизмами, но эти процессы происходят очень медленно. Трудноокисляемые соединения не разрушаются, а оседают и накапливаются на дне [41].

Основными источниками сбросов нефтепродуктов являются деятельность ГУП "Водоканал Санкт-Петербурга" (85%), компании "ИКЕА Сентерс Рус Проперти Б" (8%) и казенного учреждения ДСТО "Санкт-Петербург" (рис. 4.8). Помимо этого как уже отмечалось, в воды Оккервиля наблюдались несанкционированные сбросы нефтепродуктов.

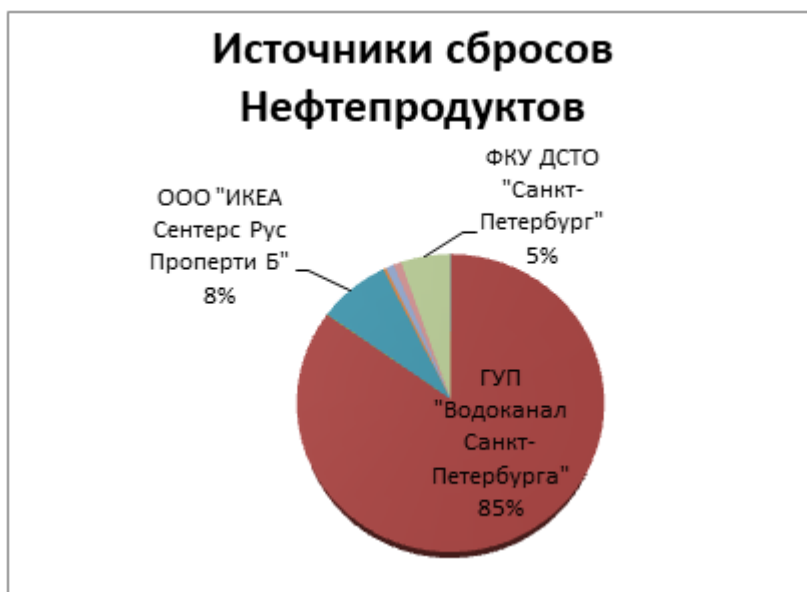


Рисунок 4.8 – Основные источники сбросов нефтепродуктов в р. Оккервиль и притоки

В 2018 году во время летней учебной практики студентами РГГМУ было зафиксировано превышение ПДК содержания нефтепродуктов в 30 раз [42].

Объем и состав сточных вод сброшенных по предприятиям схематично представлены на карте (рис. 4.9).

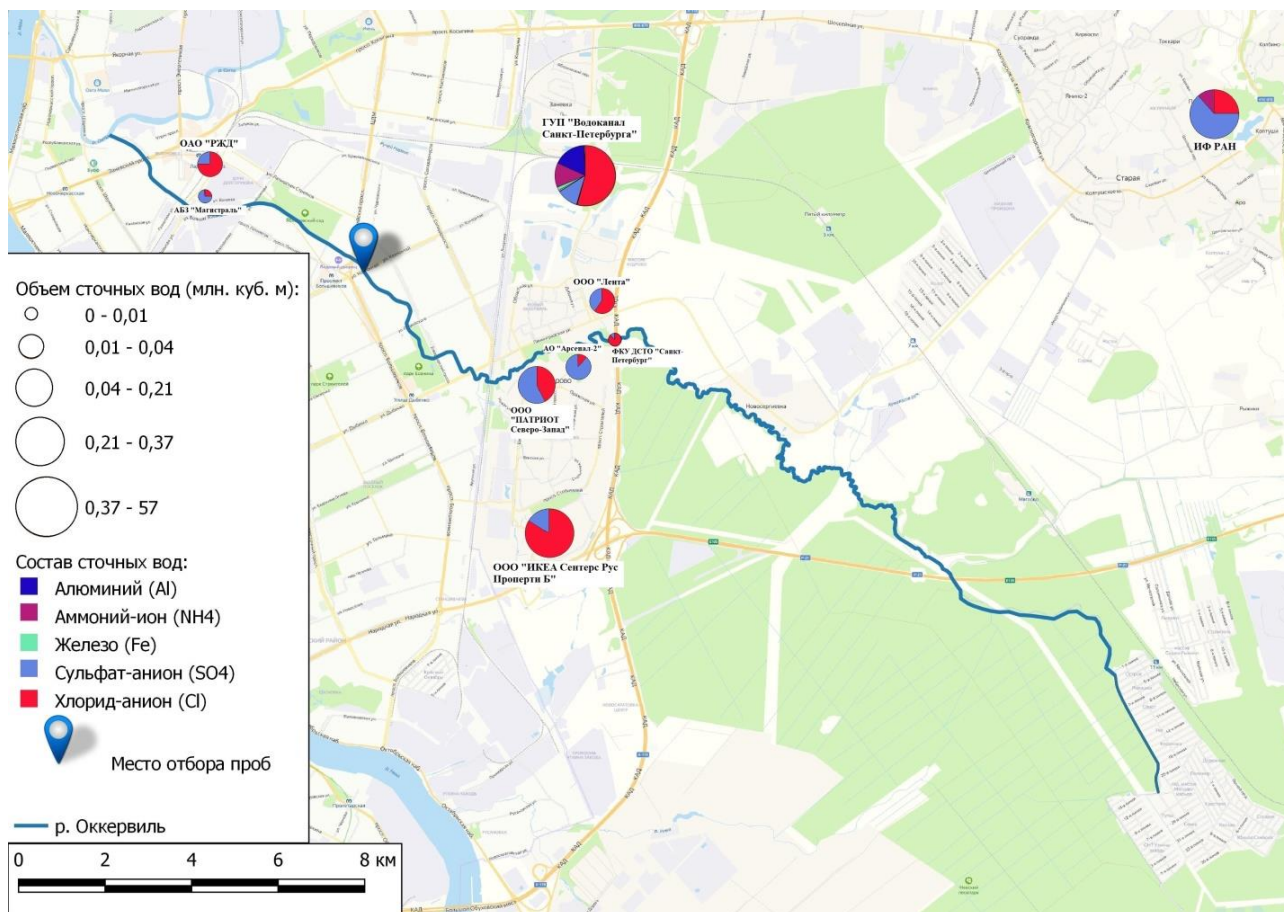


Рисунок 4.9 – Схема расположения источников, объемы и состав сбросов сточных вод в р. Оккервиль и притоки

Для большинства источников состав стоков в основном представлен сульфатами и хлоридами. Для ОАО "РЖД", ООО "Лента", ФКУ ДСТО "Санкт-Петербург" и ООО "ИКЕА Сентерс Рус Проперти Б" в составе сточных вод преобладают хлориды. Для асфальтобетонного завода "Магистраль", строительных компаний "ПАТРИОТ Северо-Запад" и "Арсенал-2" преобладают сульфаты.

В сбросах ГУП "Водоканал Санкт-Петербурга" помимо хлоридов и сульфатов значительную долю составляют алюминий, аммоний и железо.

Для института физиологии РАН в составе стоков над хлоридами преобладают сульфаты, но также значительную долю составляет аммоний-ион.

4.4 Очистка сбрасываемых сточных вод

Как уже отмечалось ранее очистке подвергается 1,18 млн. куб. м сточных вод или 2,1% от сбрасываемых. При этом до конца отчищаются только 0,21 млн. куб. или 0,4% от сбрасываемых.

Объем и степень очистки сточных вод сброшенных по предприятиям схематично представлены на карте (рис. 4.10).

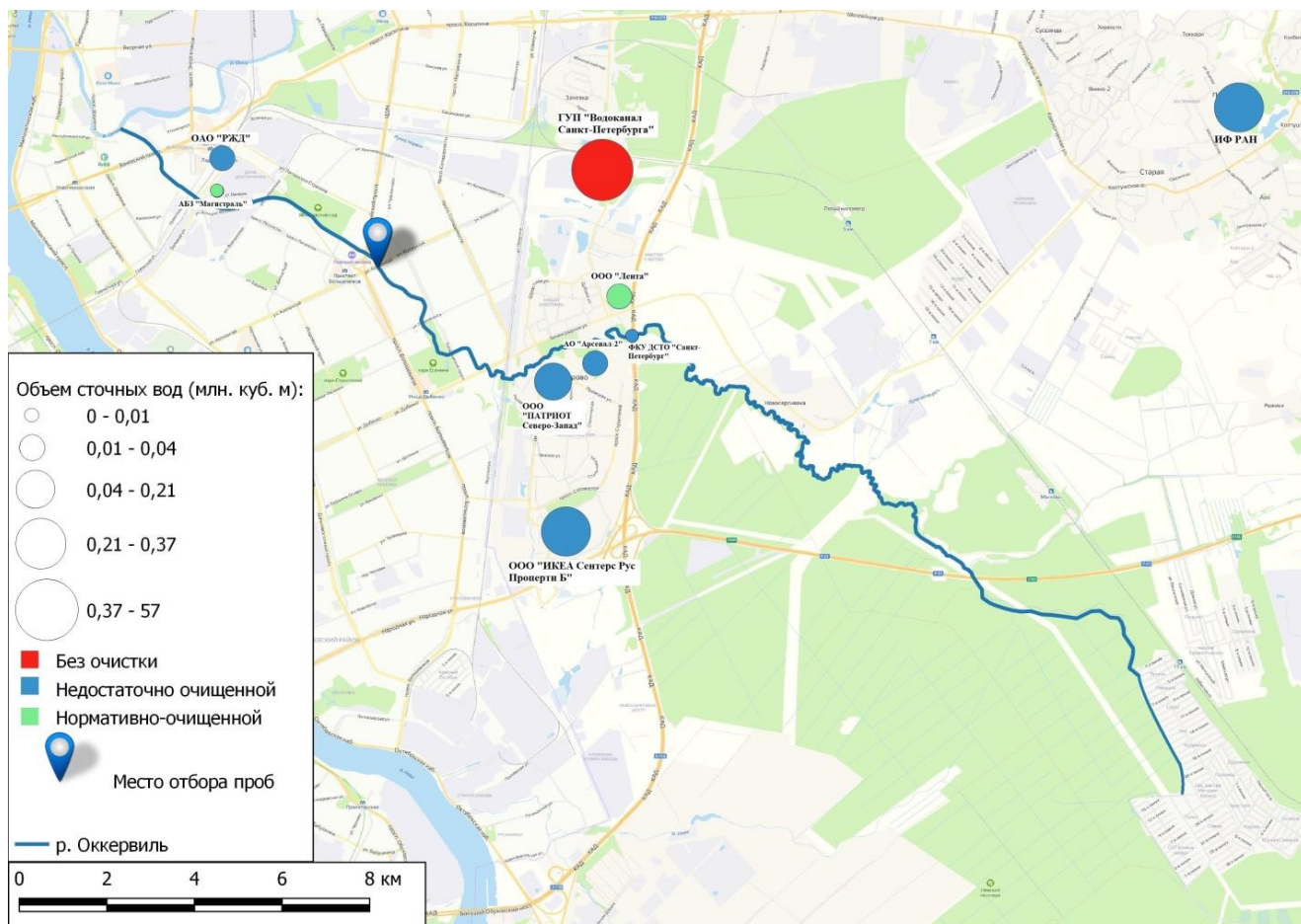


Рисунок 4.10 – Схема расположения источников, объемы и степень очистки сбросов сточных вод в р.Оккерவில் и притоки

Стоки асфальтобетонного завода "Магистраль" очищаются в полном объеме на сооружениях механической очистки.

Стоки ООО "Лента" очищаются в полном объеме на сооружениях физико-химической очистки.

Сточные воды образуемые при осуществлении деятельности ОАО "РЖД", компании "ИКЕА Сентерс Рус Проперти Б", ФКУ ДСТО "Санкт-

Петербург", института физиологии РАН и строительных компаний "ПАТРИОТ Северо-Запад" и "Арсенал-2" сбрасывается недостаточно очищенными.

Большая часть сточных вод ГУП "Водоканал Санкт-Петербурга" сбрасываются без очистки 99,7% или 56,17 млн. куб. м, только 0,3% (19 тыс. куб. м) подвергаются очистке биологическим способом из них 170 тыс. куб. м очищаются до конца и еще 20 тыс. куб. м сбрасывается недостаточно очищенными.

Промывные воды с водоочистных сооружений Северной водопроводной станции сбрасываются без очистки. Проект прекращения сброса неочищенных промывных вод предусмотрен планом снижения сбросов по водопроводным станциям ГУП "Водоканал Санкт-Петербурга" [43]. Предусматривается переход на замкнутый цикл очистки питьевой воды, который позволит использовать промывные воды повторно, данная технология уже используется на Южной водопроводной станции [33].

Сточные воды, образуемые институтом физиологии РАН направляются на собственные очистные сооружения в деревне Старая а далее в реку Оккервиль. При этом на этих сооружениях отмечались несоответствие качества сточных вод после очистки нормативным требованиям. Также не организован вывоз иловых осадков с очистных сооружений, из-за чего они складываются на рельеф в черте поселка Колтуши [44, 45].

4.5 Выводы по главе

В заключении к главе можно сделать следующие выводы:

Основным источником поступления загрязняющих веществ в реку Оккервиль является сброс в нее сточных вод. Это подтверждается тем, что вещества, по которым выявлялись многократные превышения нормативных значений в речной воде, также были выделены как основные загрязнители в составе сбрасываемых сточных вод.

Наибольшее количество сбросов осуществляет предприятие ГУП "Водоканал Санкт-Петербурга", в основном это неочищенные промывные воды с Северной водопроводной станции, загрязненные алюминием, аммонием и железом. Для решения проблемы требуется модернизация систем очистки СВС и ее переход к замкнутому циклу.

Сбросы таких компаний как ОАО "РЖД", компании "ИКЕА Сентерс Рус Проперти Б", ФКУ ДСТО "Санкт-Петербург", института физиологии РАН и строительных компаний "ПАТРИОТ Северо-Запад" и "Арсенал-2" являются источником поступления в речные воды хлоридов и сульфатов. Их очистные сооружения нуждаются в усовершенствовании до мощности, которая сможет обеспечить полную очистку стоков.

В борьбе с незаконными сбросами могло бы помочь установление на реке Оккервиль пункта мониторинга качества воды. По результатам мониторинга можно будет оперативно выявлять ухудшение экологического состояния реки и предотвращать загрязнение до того как негативные процессы приобретут большой масштаб и нанесут непоправимый ущерб. Небольшие размеры водосбора позволят проводить целенаправленные локальные природоохранные мероприятия, результат от реализации которых будет более быстрый и ощутимый, чем для крупных бассейнов. Также для небольшого водосбора легче реализовать проект мониторинга зависимости качества воды в водном объекте от хозяйственной деятельности на его водосборной территории [46].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе была рассмотрена актуальная экологическая проблема – загрязнение малых рек крупных городов.

В ходе работы были исследованы характеристики водосборной территории реки Оккервиль. На территории Ленинградской области за исключением города Кудрово освоенность водосбора не велика, основным, негативно влияющим на формирование стока фактором, является вырубка естественной растительности. Часть водосбора на территории Кудрово и Санкт-Петербурга сильно освоена, практически вся естественная растительность уничтожена, через реку перекинута множество мостов, в том числе железнодорожные. Берега замусорены, в черте водоохраной зоны расположена несанкционированная свалка, а также в реку производится сброс сточных вод.

Также в работе провиден гидрохимический анализ проб речной воды взятых в ноябре-декабре 2019 года и в ноябре-декабре 2020 года по 9 показателям. При оценке качества вод были выявлены 4 случая превышения ПДК по 4 показателям содержанию растворенного кислорода, перманганатной окисляемости, биохимическому потреблению кислорода, также несоответствие нормативу значения водородного показателя. Превышение нормативов показателей кислородного режима свидетельствует о загрязненности вод органическими веществами. На рН пробы могли повлиять атмосферные осадки с повышенной кислотностью.

Проведены выявление и оценка источников загрязнения вод реки Оккервиль. Основным источником поступления загрязняющих веществ в реку является сброс в нее сточных вод. По отчетным формам 2-ТП (водхоз) и отчету Невско-Ладожского БВУ выявлены источники сброса сточных вод, оценены объемы, состав и степень очистки стоков.

Даны рекомендации по мероприятиям способным уменьшить поступления загрязнителей и улучшить экологическое состояние реки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Руководящий документ РД 52.24.643-2002 "Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязнения поверхностных вод по гидрохимическим показателям" Росгидромет. - СПб.: Гидрометеиздат, 2003 г.
2. Клубов С.М., Третьяков В.Ю. "Оценка загрязненности вод рек Санкт-Петербурга с использованием отчетных материалов ГУП «Водоканал СПб» в 2018 году" // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. Том 5. Номер 3. 2019 г с. 160-174.
3. Оккервиль // Вода России. [Электронный ресурс] - URL: <https://water-rf.ru> (дата обращения 18.04.2021).
4. Юхно А. В. "Принципы гидролого-экологической оценки состояния малого городского водотока (на примере р. Оккервиль) " – Бакалаврская работа // Российский государственный гидрологический университет 2016 г.
5. Характеристика климата Санкт-Петербурга. // Официальный сайт комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Санкт-Петербурга. – URL: <http://www.infoeco.ru/index.php?id=1091> (дата обращения 27.05.2021).
6. Всеволожский район // Города и регионы России 2021 [Электронный ресурс] – URL: <https://gorodarus.ru/vsevolozhskij-rajon.html#:~:text> (дата обращения 27.05.2021).
7. Мухамедянова А. А. "Инженерно-геологические условия Всеволожского района Ленинградской области и проект инженерно-геологических изысканий под строительство жилого многоэтажного дома со встроенно-пристроенными помещениями по адресу г. Кудрово, ул. Пражская" – Дипломный проект // Томский политехнический университет 2019 г.
8. Приневская низина. // Академик. [Электронный ресурс] – URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/674025> (дата обращения 29.05.2021).
9. Семенова И.С. "Яблоневский сад – проблемы и перспективы рекультивированной свалки ". // География: развитие науки и образования. Том II. Коллективная монография по материалам ежегодной Международной научно-практической конференции Герценовские чтения, Санкт-Петербург, РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург с. 180-185.

10. Храбрый В. М. "Учёт зимующих водоплавающих и околоводных птиц в Санкт-Петербурге и Ленинградской области в январе 2019 года" // Русский орнитологический журнал 2019, Том 28
11. СанПиН 2.1.3684-21 "Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий". Дата введения: 28 января 2021г.
12. "Водный кодекс Российской Федерации" от 03.06.2006 N 74-ФЗ с изменениями и дополнениями на 01.01.2021
13. Распоряжение губернатора Санкт-Петербурга от 15 октября 1999 года N 1101-р "О водоохранных зонах и прибрежных защитных полосах водных объектов Санкт-Петербурга"
14. Численность постоянного населения Российской Федерации по муниципальным образованиям. // Официальный сайт федеральной службы государственной статистики. – URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13282> (дата обращения 25.05.2021).
15. "В Кудрово построят мост через реку Оккервиль к марту следующего года". // Сетевое издание "Интернет-газета Карповка". – URL: <https://karpovka.com/2020-07-22/v-kudrovo-postroyat-most-cherез-reku-okkervil-k-martu-sledujushhego-goda/> (дата обращения 24.05.2021).
16. "Росприроднадзор требует ликвидации свалки в водоохранной зоне реки Оккервиль в Невском районе Петербурга". // Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор). – URL: <https://rpn.gov.ru/regions/78/news/rosprirodnadzor-trebuєt-likvidatsii-svalki-v-vodookhrannoј-zone-reki-okkervil-v-nevskom-rayone-peter-79436.html> (дата обращения 7.05.2021).
17. Голубев А. "Закрытая в ноябре свалка возле реки Оккервиль продолжает незаконно работать". // Сетевое издание Gazeta.SPb. – URL: <https://gazeta.spb.ru/2338835-zakrytaya-v-noyabre-svalka-voze-reki-okkervil-prodolzhaet-nezakonno-rabotat/>(дата обращения 13.05.2021).
18. "Ползущую к жилому дому реку Оккервиль остановили". // Сетевое издание spbdnevnik.ru – URL: <https://spbdnevnik.ru/news/2016-10-19/ukrepleniey-beregov-okkervilya-spaslo-dom-ot-obrusheniya> (дата обращения 25.05.2021).

19. Никаноров А. М. Гидрохимия: Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб: Гидрометеиздат, 2001. – 444 с
20. Позднякова А. И. ПРАКТИКУМ по курсу «Гидрохимия»: Учебно-методическое пособие для вузов - Санкт-Петербург 2019 Изд. ФГБОУ ВО «РГГМУ» - 115с.
21. Щелочность. //Группа компаний WATER.RU. [Электронный ресурс] – URL: <https://www.water.ru/bz/param/alkalinity.php> (дата обращения 30.05.2021).
22. ГОСТ 31859-2012 "Метод определения химического потребления кислорода". Дата введения 1 января 2014.
23. Руководящий документ РД 52.24.420-2006 "Биохимическое потребление кислорода в водах. Методика выполнения измерений скляночным методом".
24. Данные наблюдений за объемом вод при водопотреблении и водоотведении на всех водных объектах. // Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов (АИС ГМВО). – URL: <https://gmvo.skniivh.ru/index.php?id=397>
25. "Бентонит, выбеливший в начале июля реку Оккервиль, откачали полностью". // СМИ "47 новостей" – URL: <https://47news.ru/articles/142595/> (дата обращения 13.05.2021).
26. "Застройщики мутят Оккервиль". // Газета «Санкт-Петербургские ведомости» № 153 – URL: <https://spbvedomosti.ru/news/gorod/zastroyshchiki-mutyat-okkervil-reka-okrasilas-v-seryu-tsvet/> (дата обращения 13.05.2021).
27. "За самовольное использование притока р. Оккервиль «Хороший старт» притормозит свою деятельность". // Официальный сайт комитета по печати Ленинградской области – URL: <https://eco.lenobl.ru/ru/news/20623/> (дата обращения 4.05.2021).
28. "Росприроднадзор по СЗФО устанавливает обстоятельства загрязнения реки Оккервиль нефтепродуктами" // Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор). – URL: https://rpn.gov.ru/regions/78/news/rosprirodnadzor_po_szfo_ustanavlivaet_obstoyatelstva_zagryazneniya_reki_okkervil_nefteproduktami-71444.html (дата обращения 7.05.2021).
29. Отчет Невско-Ладожского БВУ о водохозяйственной обстановке на 30.04.2021 – URL: http://www.nord-west-water.ru/activities/water_situation/38090/

30. "На реке Оккервиль не нашли масляных пятен". // Информационное агентство "НЕВСКИЕ НОВОСТИ" – URL: <https://nevnov.ru/541946-na-reke-okkervil-ne-nashli-maslyanykh-pyatn> (дата обращения 11.05.2021).
31. Технологии очистки. // Официальный сайт ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» – URL: http://www.vodokanal.spb.ru/vodosnabzhenie/tehnologii_ochistki/ (дата обращения 05.05.2021).
32. Удаление сульфатов из сточных вод. // ООО «Номитек». [Электронный ресурс] – URL: https://nomitech.ru/articles-and-blog/udalenie_sulfatov_iz_stochnykh_vod/ (дата обращения 20.05.2021).
33. У «Водоканала» до стоков еще не дошли руки. // Интернет-газета Фонтанка.Ру – URL: <https://www.fontanka.ru/2012/11/22/156/?shareRecordImage=12c95027d2fc47a1fd4e3ef0c0b878a2> (дата обращения 11.05.2021).
34. Кинебас А. К., Яковлев В. Ю. "Внедрение двухступенчатой схемы обеззараживания воды на водопроводных станциях Санкт-Петербурга". // Журнал «Водоснабжение и санитарная техника» №2 2010г.
35. Тяжелые металлы и металлоиды. // Качество воды в Центральной Азии. [Электронный ресурс] – URL: http://www.cawater-info.net/water_quality_in_ca/hydrochem3.htm (дата обращения 18.05.2021).
36. Белякова А.М., Пашукова Ю.В. "Качество вод ркеи Охта по гидрохимическим и токсикологическим данным". // Современные проблемы гидрометеорологии и устойчивого развития Российской Федерации: Сборник тезисов Всероссийской научно-практической конференции – Санкт-Петербург: Российский государственный гидрометеорологический университет, 2019. – с. 785-787.
37. Железо в воде и его удаление. // Группа компаний WATER.RU. [Электронный ресурс] – URL: <https://www.water.ru/bz/param/ferrum.php> (дата обращения 20.05.2021).
38. ГОСТ Р 52406-2005 Вода. "Определение нефтепродуктов методом газовой хроматографии" от 01.01.2007
39. "Экологические последствия разливов нефти. Справка". // Сетевое издание РИА Новости – URL: <https://ria.ru/20090605/173349317.html> (дата обращения 18.05.2021).
40. С. И. Щеглов. "Загрязнение вод нефтью и нефтепродуктами". // Творчество юных - шаг в успешное будущее: материалы VIII Всероссийской научной студенческой конференции с элементами научной школы имени профессора М. К. Коровина. Томск: 2015 – с. 504-506

41. Нефтепродукты в воде водоемов. // Испытательная лаборатория "Веста". [Электронный ресурс] – URL: <https://testslab.ru/stati/neft-v-vodoeмах/> (дата обращения 16.05.2021).
42. Урусова Е. С., Фураева Д. И. "Высокие и экстремально высокие уровни загрязненности реки Охта и её притоков в летний период". Северная Пальмира: сборник научных трудов IX Молодежной экологической конференции. – Санкт-Петербург: 2018. – с. 121-125.
43. План снижения сбросов по водопроводным станциям ГУП "Водоканал Санкт-Петербурга" на период с 2018г. по 2020г. – URL: <https://www.gov.spb.ru/static/writable/ckeditor/uploads/2018/08/23/.pdf>
44. "Институт физиологии Павлова загрязняет речку Оккервиль". // СМИ "47 новостей". – URL: <https://47news.ru/articles/69607/> (дата обращения 09.05.2021).
45. "Региональные очистные сооружения под контролем ОНФ". // Журнал "Окружающая среда Санкт-Петербурга" – URL: <http://ecospeterburg.ru> (дата обращения 09.05.2021).
46. В. И. Данилов-Данильян, В. О. Полянин, Т. Б. Фащевская, Н. В. Кирпичникова, М. А. Козлова, Е. В. Веницианов. "Проблема снижения диффузного загрязнения водных объектов и повышение эффективности водоохранных программ". // Институт водных проблем РАН, Москва: 202

