



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра геоэкологии, природопользования и экологической безопасности

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

На тему Исследование загрязнения микропластиком водоёмов ПГТ Кузнечное

Исполнитель Ошурков Алексей Александрович
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат географических наук
(ученая степень, ученое звание)

Ершова Александра Александровна
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой


(подпись)

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

Дроздов Владимир Владимирович
(фамилия, имя, отчество)

«__» _____ 2022 г.

Санкт-Петербург,
2022

Оглавление

Введение	3
Глава 1. Физико-географическая характеристика района исследования и описание проблемы	4
1.1 Физико-географическая характеристика района исследования	4
1.2 Водохозяйственная характеристика исследуемого района	9
1.3 Описание проблемы загрязнения микропластиком природной среды.	24
Глава 2. Материалы и методы исследования.....	29
2.1.1 Методы исследования загрязнения микропластиком природной среды	29
2.1.2 Используемые методы исследования при отборе проб микропластика на водоёмах	34
2.2 Описание исходных данных.....	44
Глава 3. Анализ полученных результатов	45
Заключение.....	50
Список использованных источников	52
Приложения.....	55

Введение

С каждым годом роль мониторинга микропластика в водных объектах всего мира возрастает, так как жизнь человека напрямую зависит от качества воды в них и добываемых рыбных и иных ресурсов. Поэтому вопрос изучения загрязнённости им никогда не теряет своей актуальности. Обычный житель провинциальных городов Земли съедает или вдыхает примерно 325 микрочастиц пластика в сутки, а житель мегаполиса принимает в свой организм до 70 000 пластиковых частиц[21]. Микропластик в настоящее время распространён повсюду: в водопроводной воде, в льдах заполярья, в алкогольных напитках, специях, рыбе, водорослях и даже насекомых. В пример из обыденной жизни можно привести чайные пирамидки, они оставляют миллиарды пластиковых крупиц в воде после заваривания. А пластиковые пакеты, которые длительное время распадаются на мелкие части, обнаружили даже на дне Марианской впадины[21].

Подобная проблема была изучена для нескольких водоемов Ленинградской области на примере ПГТ Кузнечное. В связи с этим целью работы являлось проведение исследования степени загрязнённости микропластиком водоёмов ПГТ Кузнечное.

Для достижения цели решались следующие задачи:

- Ознакомиться с проблемой загрязнения МП водоемов и объектом исследования
- Произвести грамотный отбор проб и провести их лабораторный анализ;
- На основе полученных данных оценить степень загрязнённости микропластиком водоёмов ПГТ Кузнечное;
- Выявить наиболее важные факторы загрязненности.

Глава 1. Физико-географическая характеристика района исследования и описание проблемы

1.1 Физико-географическая характеристика района исследования

Общая физико-географическая характеристика региона

Исследуемый район находится в окрестностях посёлка городского типа Кузнечное, который имеет статус самостоятельного муниципального образования. Посёлок расположен в Приозерском районе Ленинградской области. Находится на северо-западе области, в восточной части Карельского перешейка, вблизи Ладожского озера, близ границы с Карелией.

Посёлок расположен на автодороге 41К-160. К северо-востоку от посёлка проходит автомобильная трасса А-121 Сортавала, 141-й километр. Расстояние до центра района от ПГТ Кузнечное равно 20 км (см. рис. 1). В посёлке расположена железнодорожная станция Кузнечное - 155 км перегона платформы 152 км - это о. п. 159 км железнодорожной линии Санкт-Петербург - Хийтола.

В самом посёлке находится исследуемое озеро - оз. Кузнечное. Вблизи границ посёлка на севере и северо-северо-западе находятся исследуемые два озера - оз. Ровное и оз. Окунёво.

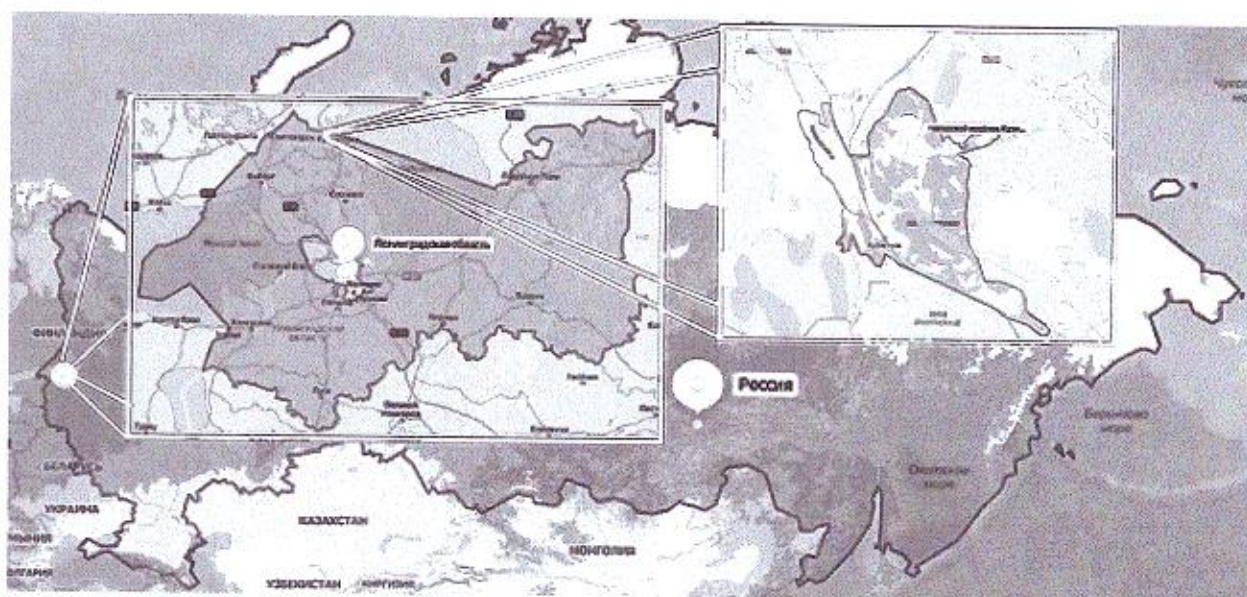


Рисунок 1 – Жилая территория ПГТ Кузнечное в ленобласти (карта создана с использованием сервиса Yandexmaps)

Климат в районе ПГТ Кузнечное характеризуется как переходный от морского к континентальному. Из-за близости Ладожского озера и Балтийского моря на территории посёлка наблюдается циклоническая деятельность, что несёт за собой высокую относительную влажность воздуха, большое количество атмосферных осадков и неустойчивость погодных условий практически во все времена года. Территория исследуемого района относится к зоне избыточного увлажнения, т.е. количество атмосферных осадков увеличивается по мере наблюдения с севера на юг и составляет 550—750 мм. Максимальное среднее количество осадков за месяц приходится на период с июля по август и составляет 80-90 мм[22].

Количество дней в году со средней суточной влажностью более 80 % составляет в среднем 150-170 суток, а с влажностью меньше 30 % составляет лишь 5-10 суток. Максимальная влажность наблюдается в период с ноября по январь, минимальная с мая по июнь. Согласно розе ветров доминируют ветры южного и юго-западного направлений. В летний период средние месячные скорости ветра составляют 2,5-3,5 м/с, на открытых побережьях крупных

водоёмов и островах достигает 4-5 м/с. Максимальные значения облачности наблюдаются в осенний период и составляют 8-9 баллов по десяти балльной системе облачности. В период с марта по - июль облачность достигает лишь 6 баллов. Наибольшее число солнечных дней наблюдается в июнь и составляет 29 дней[22].

Среднегодовая температура воздуха по ПГТ Кузнечное составляет примерно 1,5 °С. Самым холодным месяцем года является январь (средняя месячная температура составляет от -9,0 °С до -20,0 °С), самым тёплым месяцем в году является июль, его средняя месячная температура составляет от + 14,0 °С до + 23,0 °С). В конце апреля вся территория района исследования освобождается от снежного покрова. Продолжительность сезона лета составляет 3-4 месяца. Осень начинается в период с конца сентября по начало октября и продолжается в среднем около 2 месяцев[22].

Особенностью территории ПГТ Кузнечное являются многочисленные скальные выходы и наличие большого числа озёр. Район посёлка находится на северной окраине карельского перешейка, который является частью Балтийского кристаллического щита. Довольно сильно распространены места с сельговым ландшафтом и моренными равнинами. Также в исследуемом районе встречаются заболоченные места.

Геология района исследования сложена четвертичными отложениями – в своём большинстве они моренные, озёрно-ледниковые, озёрные. Почвенный покров представляет собой бурозёмы, подбуры, дерново-глеевые, торфянисто-глеевые и торфяно-болотные почвы[23].

Водные ресурсы района представлены рядом внутренних озёр общей площадью около 50 га. Общей сложностью большая часть озёр напрямую впадает в сеть рек и озёр Вуокса[24].

Район исследования обильно покрыт озёрами, однако процент заболоченность остаётся относительно низкой – около 6% территории занято

болотами. По большей части они находятся в долинах озёр и ручьёв и не отличаются глубиной, так как зачастую лежат на гранитных плитах. Также некоторое количество болот является недавно заросшими мелкими озёрами[24].

Территория посёлка расположена в зоне. Леса представлены густыми хвойными и смешанными лиственными, перемежающиеся болотами, покрывают почти 50 % территории посёлка. Леса изобилуют разнообразной фауной. В местах с повышенной сыростью встречается ольха чёрная. На участках с плодородными почвами в составе лесов иногда встречаются широколиственные породы – клён остролистный, липа мелколистная, вязы шершавый и гладкий, ясень обыкновенный, а в подлеске встречается - лещина обыкновенная. Также в лесах посёлка произрастают лекарственные растения: толокнянка, багульник, ландыш майский, бессмертник песчаный, малина, лапчатка прямостоящая, черника, брусника, клюква, можжевельник[23].

Население исследуемого района

Всего на 1 мая 2022 в городского поселка Кузнечное Ленинградской области постоянно проживают 1 814 мужчин (43.92%) и 2 316 женщин (56.08%)[25].

Возраст	Мужчины	Женщины	Процент женщин
0 – 4	100 / 5.5%	86 / 3.7%	45.6%
5 – 9	94 / 5.2%	97 / 4.2%	50.1%
10 – 14	93 / 5.1%	90 / 3.9%	48.2%
15 – 19	75 / 4.1%	81 / 3.5%	51.1%
20 – 24	96 / 5.3%	99 / 4.3%	49.9%
25 – 29	158 / 8.7%	160 / 6.9%	49.7%
30 – 34	169 / 9.3%	164 / 7.1%	48.4%
35 – 39	154 / 8.5%	169 / 7.3%	51.5%
40 – 44	134 / 7.4%	150 / 6.5%	52.2%
45 – 49	144 / 8.2%	132 / 5.7%	52.6%
50 – 54	136 / 7.5%	178 / 7.7%	55.8%
55 – 59	144 / 7.9%	215 / 9.3%	59.4%
60 – 64	134 / 7.4%	208 / 8.7%	59.3%
65 – 69	96 / 5.3%	162 / 7.0%	62.1%
70 – 74	42 / 2.3%	83 / 3.6%	65.6%
75 – 79	49 / 2.7%	130 / 5.6%	71.7%
80 +	27 / 1.5%	116 / 5.0%	80.1%

Таблица 1. – Состав населения ПГТ кузнечное Ленинградской области

Полезные ископаемые исследуемого района

В окрестностях поселка Кузнечное имеется группа месторождений строительного гранита. Гранит отрабатывается на строительные нужды открытым способом. Тела гранитов местами секут маломощные кварцевые жилы, а также жилы пегматитов. Коллекционный интерес представляют: гранат-альмандин, образующий крупные (до 2-3 см) кристаллы; фиолетовый массивный флюорит; берилл (относительно редок); молибденит; циркон. Отмечены находки желтого полупрозрачного титанита (кристаллы и зерна) и черного турмалина (шерла), представленного хорошо образованными кристаллами до 5 см[25].

Состояние окружающей среды исследуемого района

Градообразующие предприятия ОАО "Гранит Кузнечное" и ДОО "458 КНИ" в силу специфики добычи гранита для производства щебня являются источником запылённости посёлка. Предприятия и муниципалитет постоянно работают над внедрением устройств (пылеуловители, оросители), позволяющих сократить до минимума загрязнение окружающей среды. Переоснащения требуют также и водозабор и канализация[25].

В непосредственной близости исследуемых водных объектов работает много карьеров: вблизи оз. Кузнечное – карьер Кузнечное -1 АО "ЛСР. Базовые"; вблизи оз. Ровное – карьер Недурас АО "ЛСР. Базовые"; оз. Окунёво – карьер ООО "КНИ"[25].

1.2 Водохозяйственная характеристика региона

Содержание данного раздела содержит Описание водохозяйственных характеристик ПГТ Кузнечное на основе отчета Цетра Инжиниринга ВКХ «Схема водоснабжения и водоотведения муниципального образования Кузнечинское городское поселение Приозерского муниципального района Ленинградской области», выполненного в 2020 году, содержащего данные о водозаборе, водоснабжении, водоотведении, состоянии очистных сооружений ПГТ Кузнечное[24].

В районе ПГТ Кузнечное водообильность водоносных пластов достаточно низкая, наряду с этим, как правило, невысокая минерализация. В связи с неоднородностью гранитных массивов посёлка, велика вероятность попадания поверхностных вод. Водоснабжение населенном пункте преимущественно децентрализованное.

Забор воды осуществляется ряжевым оголовком. Оголовок затоплен на глубине 5-6 метров и находится на удалении 70 метров от берега. Данная часть системы забора воды соединена 2-мя стальными трубами Ду 250 мм, которые проходят по дну залива, далее уходя к приемной камере берегового колодца из железобетона. Данная камера располагается на глубине 9 м. На поверхности воды залива оголовок огорожен вытянутыми буюми.

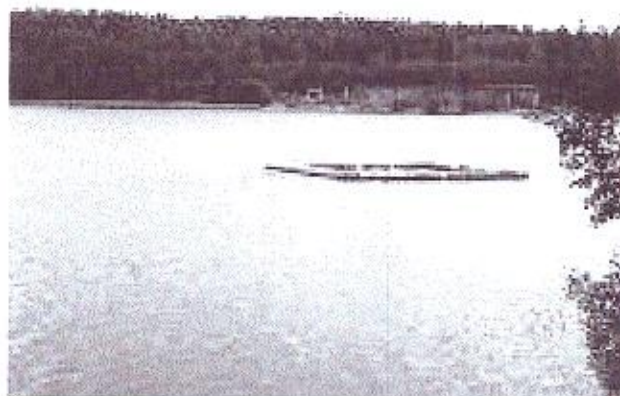


Рисунок 2. - Ограждение оголовка Водозаборного сооружения в заливе Гладкий.

Поверх приемной камеры берегового колодца, которая в свою очередь перекрывается монолитной плитой из железобетона, находится одно из отделений насосной станции (насосное отделение) первого подъема. Сокращённо - НС-1. Само же помещение НС-1 состоит из одноэтажного здания кирпичной кладки, построенное в 1975 году. К нему пристроена комната дежурного оператора – деревянная пристройка (см. Рисунок 3 (а)).

Территория, на которой находится НС-1, имеет зону санитарной охраны и окружена забором. Внутри помещений НС-1 прямо над приемной камерой должна располагаться стационарная насосная станция для подачи воды на ВОС, то есть должна быть оборудована консольными и центробежными насосами, но они на данный момент демонтированы. Их функции выполняют два погружных насоса с блоками регулирования. Насосы подсоединены к разводящей системе трубопроводов ранней стационарной НС-1. Также в ней расположен узел учета электроэнергии.

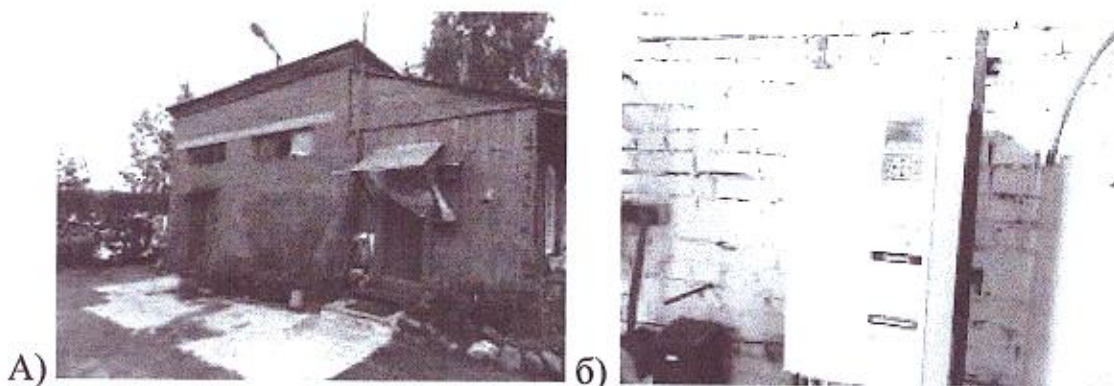


Рисунок 3. Здание НС-1 с помещением оператора в деревянной пристройке в правой части кирпичного здания (а) и - Блок частотного регулирования работой погружных насосных агрегатов (б)

Далее по ходу движения забранной воды располагаются ВОС, которые находятся в 3 км от НС-1 (см. рисунок 6 (а)).

Во время строительства существующих на данный момент ВОС был заложен проект 901-3-23. В этом проекте изначально предусмотрено

применение реагентов для водоподготовки, а именно использование флокулянтов, коагулянтов, активированного угля пылевого вида, а также известкового молока. Помимо

этого предусмотрено хлорирование и введение раствора фтора.

Производительность ВОС составляет $5000 \text{ м}^3/\text{сутки}$.

Потребление воды посёлка Кузнечное в соответствии с Положением о территориальном планировании по генеральному плану составляет на расчетный период до 2035 г - $2300 \text{ м}^3/\text{сут}$.

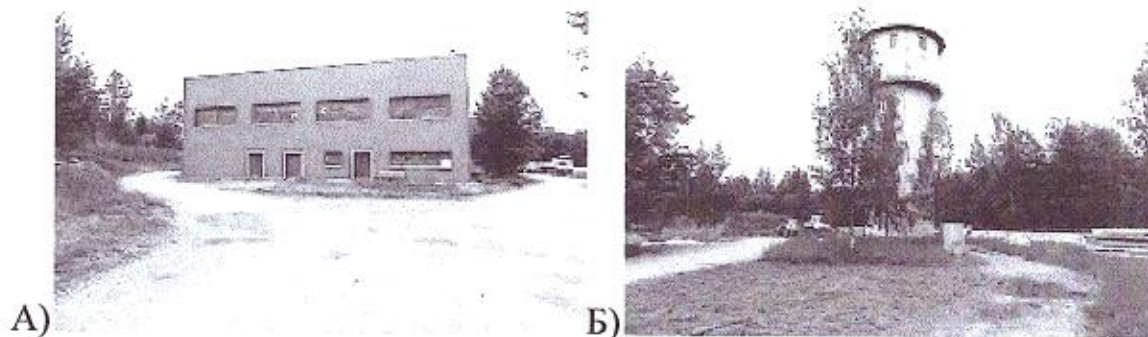


Рисунок 4. – Здание ВОС(а) и - Водонапорная башня для промывки скорых фильтров

После того как забранная из Ладожского озера вода (а именно из залива Гладий) осветлена она из общего сборного канала осветлителей направляется на четыре скорых фильтра, сконструированных из монолитного железобетона. Конструкция скорых фильтров подразумевает использование дренажей из перфорированных труб, которые располагаются в подстилающих слоях гравия.

Состояние строительных конструкций здания и сооружений

На момент осмотра здания, выполненного из кирпича, монолитных железобетонных конструкций осветлителей и скорых фильтров вызывают опасения в плане надёжности и необходима заключение экспертов в области

ВОС.

На корпусе осветлителей из железобетона установлен стальной сварной лист для предотвращения протечек.

Осветлители местами имеют хорошо заметные трещины, которые визуальное неоднократно подвергались ремонту.

Со слов коммунальных служб посёлка Кузнечное к такому состоянию конструкций привела активная деятельность добывающей компании, которая ежедневно ведёт взрывные работы при разработке гранитных скальных пород, что в свою очередь образует сейсмическую активность данного региона, отчего здания и сооружения пришли в их нынешнее состояние.

Внешнее состояние самого здания ВОС не вызывает опасений, оно обшито профлистом, скрывающим возможные дефекты. Но осмотр изнутри показал, что кирпичная кладка здания ВОС имеет сквозные трещины.

Водораспределительные сети и водопотребление

Водораспределительные сети из стальных и чугунных труб заменены в 2004-2010 г.г. на трубы из полиэтиленовых труб.

Сеть водораспределения сконструирована из полиэтиленовых труб:

В микрорайоне Ровное – диаметр 160 мм, $L = 2100$ м,

В микрорайоне КНИ – диаметр 100 мм, $L = 1530$ м.

Качество исходной воды

Вода в заливе Гладкий Ладожского озера относится к категории маломутных цветных вод.

Мутность воды в точке водозабора обладает свойством значительно усиливаться во время штормов и перемешивания донных отложений из-за относительно малой глубины залива.

Описание системы водоотведения МО «Кузнечинское ГП».

Водоотведение осуществляется двумя отдельными системами канализации:

микрорайон Ровное со сбросом сточных вод в оз. Кузнечное,
микрорайон КНИ со сбросом сточных вод в оз. Ровенское.

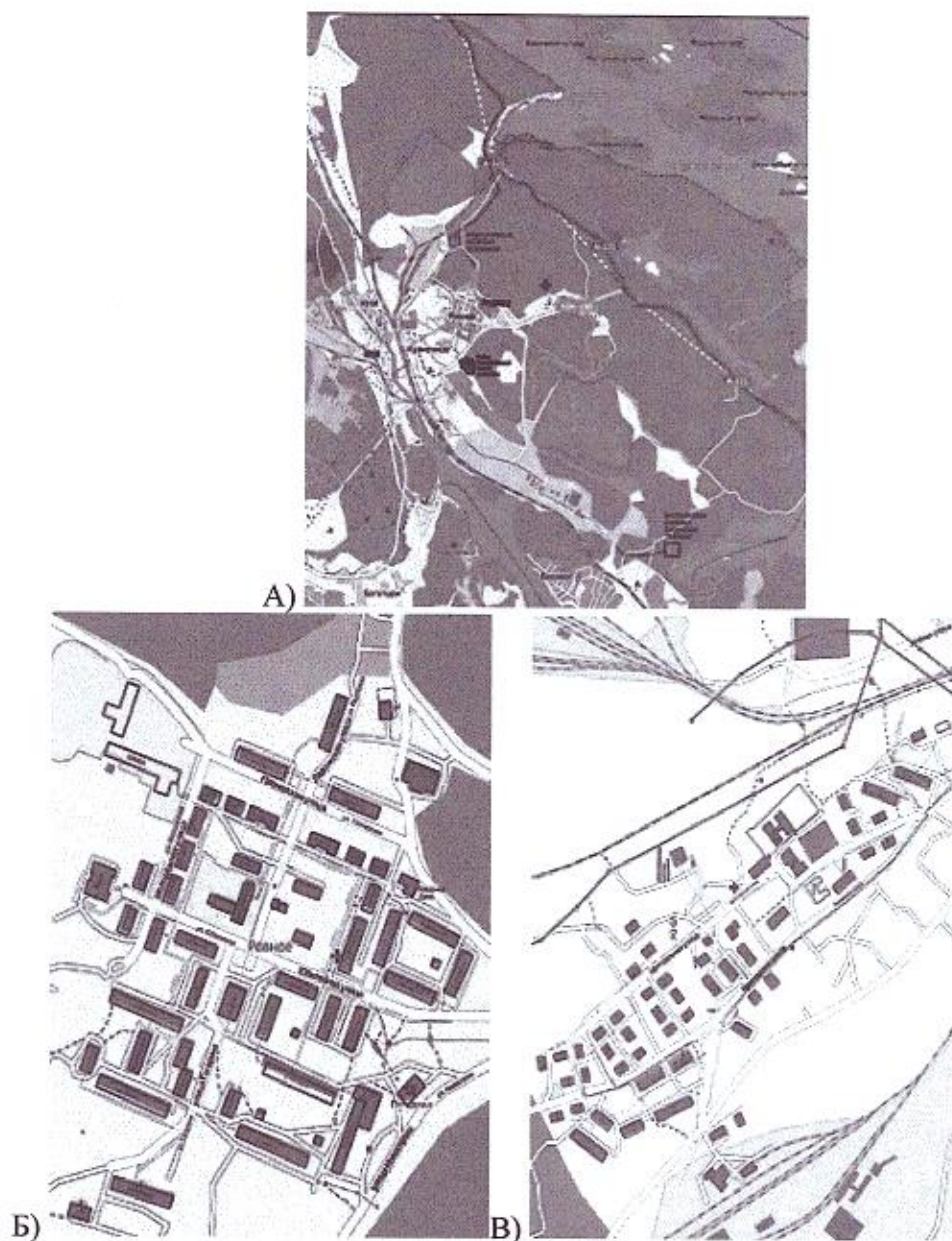


Рисунок 6. – а) Схема водоснабжения муниципального образования Кузнечинское городское поселение, б) Схема водоснабжения микрорайона Ровное, в) Схема водоснабжения микрорайона КНИ

На данный момент система водоотведения (СВО) общесплавная. По имеющимся данным с официального сайта «Жилищно-коммунальное хозяйство муниципального образования Кузнечинское городское поселение», к централизованной СВО подсоединено 90% жителей. Жители зданий с неканализационной системой имеют водонепроницаемые выгребы, септики с дальнейшим вывозом стоков на действующие КОС. Септики и выгребы обслуживаются частной компанией по договору с населением[26].

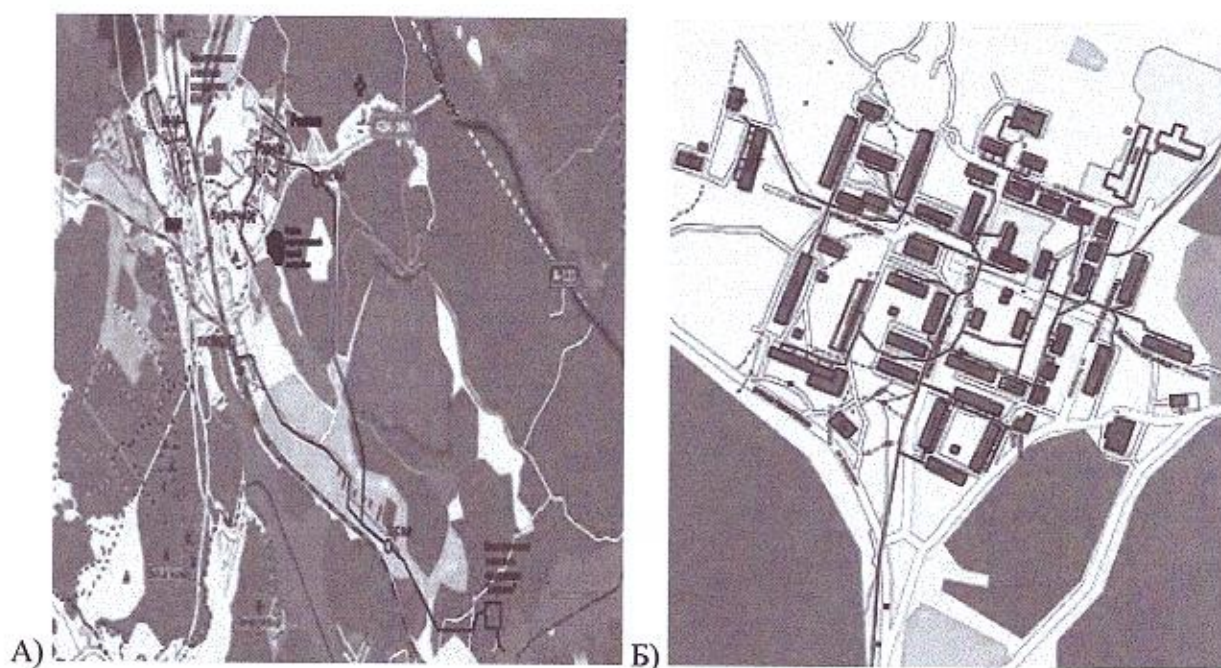




Рисунок 7. – а) Схема водоотведения муниципального образования Кузнечинское городское поселение, б) Схема водоотведения мкр. Ровное, в) Схема водоотведения мкр. КНИ

Канализационные сети, их протяженность и состояние

Суммарная протяженность сети канализаций МО Кузнечинское городское поселение составляет 16,48 км, в них также входят:

микрорайон КНИ - 3,2 км диаметром,

микрорайон Ровное – 13,28 км (в т.ч. 2 нитки напорного коллектора общей протяженностью 8,2 км).

Сети канализаций находятся в непрерывной эксплуатации, начиная с 1975 года, и в данный момент их состояние визуально оценивается как изношенное. В период эксплуатации сети канализации не реконструировались. Исключением являются ремонты аварийных участков.

Проложенный в две нитки труб напорный коллектор находится в аварийном состоянии. Так первый трубопровод не в рабочем состоянии, у

второго трубопровода есть повреждения в различных местах и это приводит к изливу сточных вод на рельеф. Регулярно производятся ремонты отдельных аварийных участков канализационных сетей и самого напорного коллектора.



Рисунок 8. - Аварийное состояние напорного коллектора

Канализационные насосные станции (КНС)

КНС № 1

КНС №1 находится в эксплуатации с начала 1975 года.

Сточные воды из микрорайона Ровное поступают по самотечным канализационным сетям в приемную камеру «мокрого» отделения КНС №1 и затем насосными агрегатами «сухого» отделения перекачиваются по одному напорному трубопроводу Ду 200 мм в самотечную сеть Ду 400 мм , далее поступают на КНС № 2.

Сточная система КНС №1 имеет решетку, служащей задерживателем крупного мусора. Накопившийся мусор убирается вручную.

При определённом уровне сточных вод в камере приёмного отделения происходит автоматическое включение насосного оборудования.

В КНС №1 арматура и решётки изъедены коррозией. По словам дежурных операторов, в КНС № 1 насосное отделение множество раз

затапливалось сточными и грунтовыми водами из-за сбоев работы автоматики.

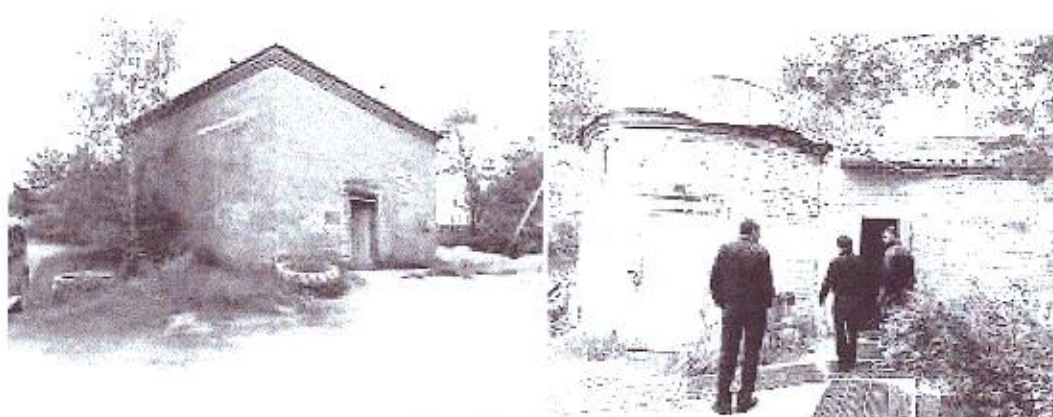


Рисунок 9. - Здание КНС №1

КНС №2

В данную канализационную насосную станцию, кроме городских сточных вод, направляются сточные воды производственных с площадок гранитного обрабатывающего завода. Также в КНС №2 поступают стоки от КНС №3, ответственность за несёт ведомство РЖД.

В КНС № 2 также, как и в КНС №1, неоднократно происходили затопления сточными и грунтовыми водами из-за сбоя работы автоматики. На данный момент оба КНС контролируются дежурными операторами.



Рисунок 10. - КНС №2: а) Электрооборудование, б) Узел учета эл.

энергии

На 2020 год имеется проект реконструкции обоих КНС №1 и КНС №2.

От КНС № 2 проложено 2 напорных трубопровода Ду 200 мм, один из трубопроводов находится в аварийном состоянии и не эксплуатируется.

Канализационная насосная станция №3 не обследовалась изнутри из-за того, что находится в собственности ОАО «РЖД».

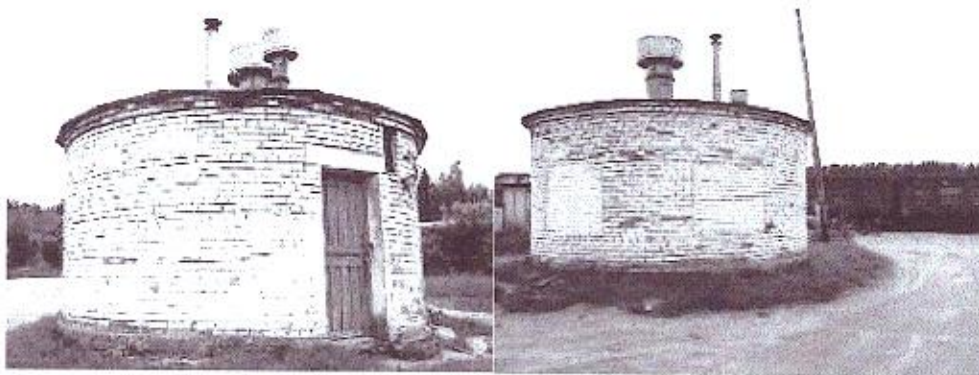


Рисунок 11. - Общий вид КНС №3

Канализационные очистные сооружения микрорайона Ровное.

Канализационные очистные сооружения построены и эксплуатируются с начала 1975 года. Заверенная проектная производительность – 4500 м³/сутки, однако фактическую производительность определить нет возможности.

Исходя из того, что ранее упомянутый напорный подающий коллектор во многих местах имеет аварийное состояние и сточные воды просачиваются в окружающую среду, можно сделать вывод: сточные воды, перекачиваемые через все КНС, доходят до КОС пос. Боровое не в полном объеме.

Стоит также упомянуть, что в сточную воду, прошедшую механическую очистку в первичных отстойниках, затем и биологическую очистку в аэрофильтрах, добавляется гипохлорит натрия (NaClO). Происходит обеззараживание воды. Оно осуществляется до вторичного отстойника в водосборном лотке со смесителем ершового типа. Гипохлорит натрия добавляется самотечным способом через струю водопроводной воды. Реагент

контактирует уже во вторичных отстойниках.

Сточная вода, прошедшая очистку и обеззараживание, выпускается в исследуемое оз. Кузечное по самотечному коллектору.

Визуальное состояние большей части ВОС не является удовлетворительным. Гидроэлеваторы находятся в нерабочем состоянии. Удаления песка из песколовок производится вручную. Имеются два первичных отстойника в визуально удовлетворительном, рабочем состоянии. Однако два вторичных отстойника находятся в неудовлетворительном состоянии и сильно изношены. Аэрофилтры не работают, в них не подаётся воздух, биопленка в аэротентак отсутствует.

Степень очистки сточных вод контролируется ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ленинградской области в Приозерском районе».

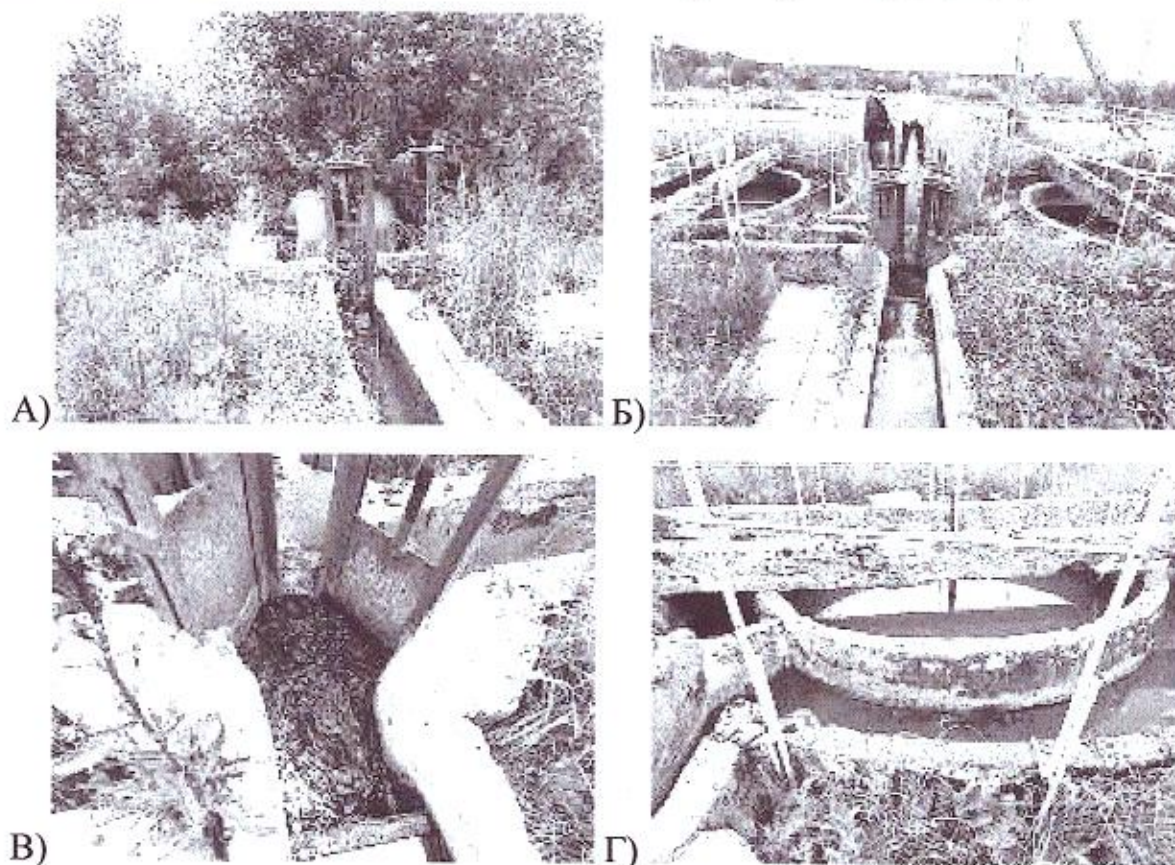
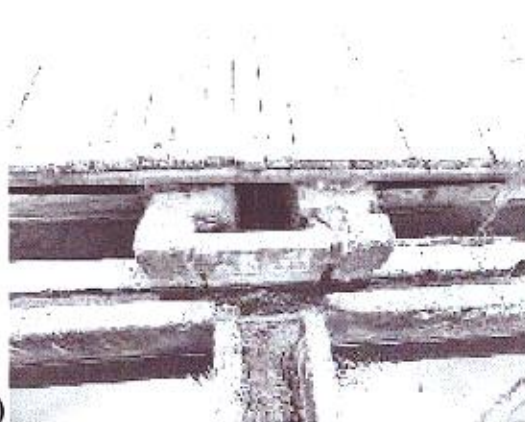


Рисунок 12. – а) - Приемная камера; б) - Распределительный лоток подачи ст. вод на песколовки; в) - Узел распределения потока сточных вод; г) - Тангенциальная песколовка

A)



Б)



В)



Г)



Рисунок 13. – а) - Первичные отстойники распределительный лоток; б) - Поток ст. воды на один из первичных отстойников; в) - Здание хим. лаб., КНС; г) - КНС

A)



Б)



В)



Г)



Рисунок 14. – а) - Аэрофилтры; б) и в) - Один из работающих вторичных отстойников; г) - Не работающий вторичный отстойник, на заднем плане - котельная

Визуальное и техническое состояние большинства ВОС неудовлетворительное: гидроэлеваторы неработоспособны – песок из песколовков удаляется вручную. Оба первичных отстойника находятся в работоспособном состоянии и эксплуатируются. Однако два из трёх вторичных отстойников неработоспособны и не эксплуатируются. В аэрофилтры также не подается воздух, а биопленка в аэротенках отсутствует.

Также стоит отметить, что аэрофилтры не закрыты, что для данной климатической зоны не допустимо. Даже если подача сточных вод на ВОС будет нормализована, а аэрофилтры будут отремонтированы, будет невозможно добиться удовлетворительной степени очистки сточных вод.

Заключение о гидрографии исследуемого района

Основываясь на неудовлетворительном состоянии КОС микрорайона Ровное и микрорайона КНИ, а так же аварийное состояние напорного коллектора крайне необходимо строительство более современных очистных сооружений с доочисткой стоков и с цехом механического обезвоживания осадка, в районе оз. Кузнечное производительностью 1500 -1700 м³/сутки.

Можно рассмотреть два варианта развития систем водоотведения:

- Строительство новых современных автоматизированных КОС производительностью 200 м³/сутки в микрорайоне КНИ с накопительным резервуаром по сбору осадка сточных вод, с последующим вывозом осадка на сооружения микрорайона Ровное для механического обезвоживания. Производительность КОС микрорайона Ровное при этом должно составлять примерно 1500 м³/сутки.

- Строительство КНС в микрорайоне КНИ с перекачкой стоков на новые

КОС микрорайона Ровное. Производительность КОС микрорайона Ровное при этом должна составлять - 1700 м³/сутки.

По варианту №1 существующие КНС №1 и №2 после реконструкции остаются в работе. Стоки от КНС РЖД также направляются совместно с бытовыми стоками от гранитного обрабатывающего предприятия на новые КОС. Старый напорный коллектор от КНС №2 до старых КОС выводится из эксплуатации. При этом камнеобрабатывающее предприятие собственные производственные стоки обрабатывает на своих локальных очистных сооружениях (ЛОС) и осуществляет сброс очищенных сточных вод водоем по соответствующему согласованию.

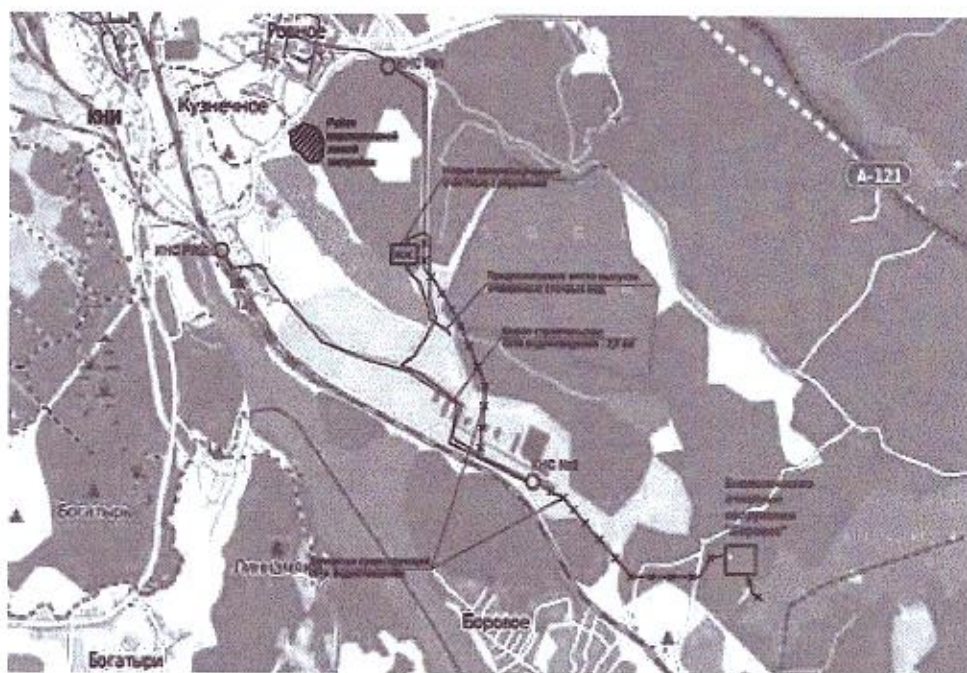


Рисунок 15. - Вариант №1. Схема развития системы водоотведения

По варианту №2 - стоки от микрорайона КНИ перекачиваются на новые КОС микрорайона Ровное, которые располагаются в районе оз. Кузнечное, с увеличением их производительности - до 1700 м³/сутки.

Независимо от рассматриваемых вариантов развития систем водоотведения предусматривается ремонт канализационных сетей с полной

перекладкой существующих трубопроводов на трубы из современных не коррозионных материалов с устойчивыми к разрушению, а также строительство новых сетей в районы новой жилой застройки.

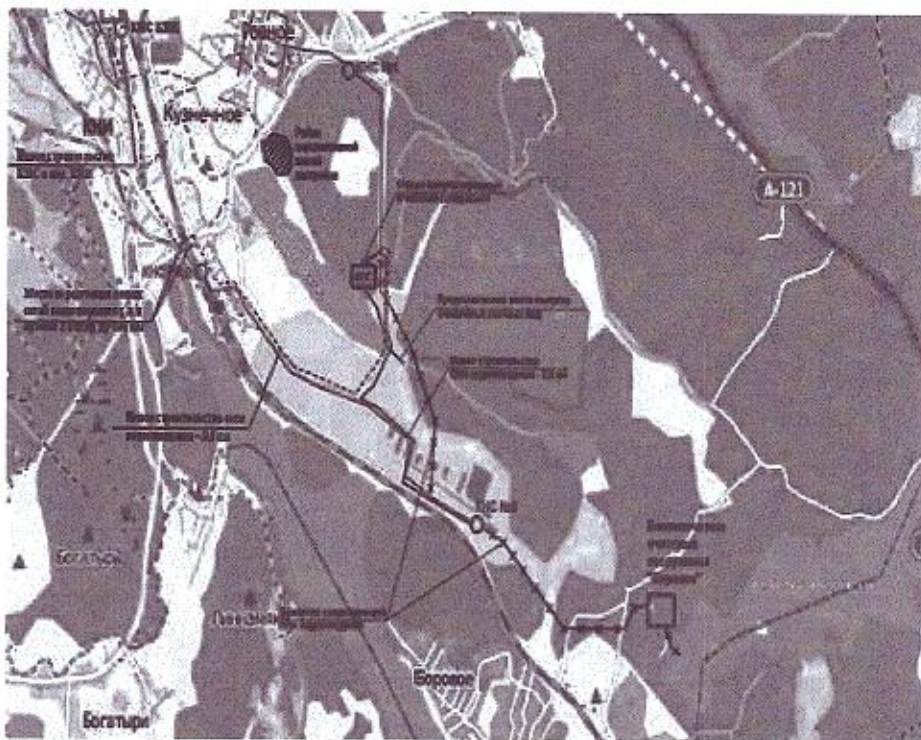


Рисунок 16. - Вариант №2. Схема развития системы водоотведения

Вариант №2 требует больших капитальных затрат по сравнению с вариантом №1 и сопряжен с трудностями, связанными с согласованием и прокладкой 2-х напорных ниток железной дороги. Протяженность напорного канализационного коллектора от КНС пос. КНИ до новых КОС пос. Ровное, составляет около 3600 м.

При этом отпадают затраты на обслуживание КОС КНИ и вывоз осадка.

Вариант №1 — считается основным, как наиболее экономически целесообразный.

1.3 Описание проблемы загрязнения микропластиком природной среды

Район ПГТ Кузнечное является промышленно активной зоной. Вокруг посёлка ведётся непрерывная добыча полезных нерудных ископаемых – гранита. На карьерах располагается и используется большое количество различных пластиковых изделий: оболочки тротильных зарядов; тенты и плёнки из пластиковых полимеров; шатры; пластиковые строительные сетки на сыпучих отвалах; пластиковые укрепления на склонах дорог; ограждающая сетка для рабочего персонала; дренажные трубы для водоотведения грунтовой и дождевой воды. При регулярной взрывной деятельности на карьере в воздух выбрасываются микропластиковые частицы – как минимум от взрывающихся тротильных зарядов. При взрыве поднимается пыль, а с ней и довольно лёгкий микропластик. Ветер и потоки воздуха от проезжающих туда-сюда грузовиков уносят частицы микропластика на километры вокруг карьера, где он оседает. Вокруг карьеров ПГТ Кузнечное много водоёмов, в которые данный микропластик может с легкостью попасть и загрязнить собой воду. Попадая в воду, крошечные частицы микропластика размером около 4,75 мм становятся пищей для многих живых организмов. Они путают его с планктоном и начинают есть, так погибает большинство животных, потому что не могут переварить пластиковые частицы. Также микропластик путешествует по пищевой цепи и рано или поздно через рыбу и другие организмы озёр ПГТ Кузнечное попадает в организм человека – местные жители посёлка повсеместно проводят рыболовную деятельность, из-за которой в водоёмах часто могут оставаться рыболовные сети, утопленные удочки и лодки, наживки и всяческие рыболовные ловушки. Практически все вышеописанные предметы в современном мире производят из пластиковых материалов. Находясь в воде, они медленно разрушаются и выделяют в воду микропластиковые частицы. В свою очередь микропластики и выделяемые ими химические вещества накапливаются в пищевой цепи, потенциально влияя на целые экосистемы, включая здоровье почв, в которых

мы выращиваем нашу еду. Микропластики в воде, которую мы пьем, и в воздухе, которым мы дышим, также могут напрямую поражать людей[27].

Кроме того, люди, осуществляющие рекреационную самодеятельность на озёрах вокруг Кузнечинского посёлка дают возможность микропластику напрямую попадать в их организм – местные жители в тёплое время года часто купаются, и загрязнённая микропластиком вода может попасть в рот, глаза, нос и т.д.

Проглоченные микропластические частицы повреждают органы и выделяют внутри организма опасные химические вещества — от разрушающего гормональный фон бисфенола А (БФА) до пестицидов. Такое влияние нарушает защитные функции организма, а также останавливает рост и размножение клеток[27].

Помимо взрывных работ на карьерах, который является потенциальным источником микропластика, есть ещё и деятельность камнеобрабатывающего завода, который также находится в непосредственной близости от исследуемых озёр. Конвейеры, несущие и перевозящие обрабатываемый гранит, имеет в своих подвижных частях пластиковые детали. Одни только конвейерные ленты состоят из ПВХ (PVC) - Поливинилхлорид, обычно сокращенно ПВХ, который в свою очередь является широко производимым пластиком. ПВХ являет собой определённый тип термопластичного полимера, который является гибким и долговечным, и поэтому подходит для использования в конвейерных лентах, однако долговечный не означает, что данный материал не изнашивается совсем и со временем всё равно разрушается. Под действием непрерывной работы пластиковые детали рано или поздно изнашиваются и частицы микропластика попадают в окружающую среду, где, благодаря дождям, ветру и других естественным путям попадают в близлежащие водоёмы ПГТ Кузнечное.

Помимо конвейеров и других подвижных агрегатов, на камнеобрабатывающем заводе повсеместно лежит производственный мусор: пустые канистры от топлива, заполненные бытовыми отходами мусорные

мешки, упаковки различного вида продуктов, упаковки от запчастей и регулярно привозимых комплектующих, необходимых для постоянной работы завода. Кроме того, на всей территории завода просматривается тенденция «подножного мусора» - обычный мелкий мусор, который никем не убирается. Находясь на открытом воздухе и под солнцем этот мусор разрушается, образуя мелкие частицы микропластика, которые, стоит повторить, различными естественными путями попадает в близлежащие озёра.

Проблема загрязнения микропластиком имеет и другие источники, увеличивая масштаб исследуемой проблемы. Отойдя от темы грунтодобывающей деятельности, нужно упомянуть и малое сельское хозяйство, а именно многочисленные дачные угодья жителей посёлка Кузнечное. Земельные участки расположены вблизи одного из исследуемых озёр – оз. Кузнечное. На них каждый летний сезон осуществляется сельскохозяйственная деятельность, сопряжённая с использованием пластиковых изделий, таких как: полиэтиленовые плёнки, полиэтиленовые пакеты и дождевики, пластиковые бутылки, большие пластмассовые бочки для хранения оросительной воды, частные миниатюрные водонапорные башни, шланги для полива, пластиковые теплицы, пластиковые модульные тропинки, ящики и другое. Использование такого большого спектра вещей под открытым небом и под действием сил природы непременно ведёт к образованию микропластика и загрязнению им окружающей среды, особенно это касается выращиваемых сельскохозяйственных культур, в которых может скапливаться микропластик через почву. Вместе с этим многие владельцы дачных участков осуществляют и строительную деятельность, обновляя старые постройки или возводя новые. Вследствие данной деятельности образуется много строительного пластикового мусора: упаковки, полимерные прокладки, хомуты, стяжки, скотч, пластиковые шпагаты, сломанные инструменты с пластиковыми ручками, строительные расходники и многое другое. И снова, под действием сил природы, это ведёт к образованию микропластика и загрязнению им окружающей среды. В особенности

близлежащего озера Кузнечное – при дожде или искусственном орошении образовавшийся пластиковый мусор смывается в воды данного водоёма.

Ещё одним источником загрязнения микропластиком является уже сама рекреационная самодеятельность местных жителей – при купании в озёрах посёлка в воду попадают различные синтетические волокна, нити, частицы от надувных изделий и детских игрушек.

Не менее важным источником загрязнения является недобросовестное поведение некоторой части населения посёлка, которое моет свой автотранспорт прямо на берегах озёр, смывая грязь с машин в водоёмы и оставляя после себя мусор, что непременно ведёт к загрязнению вод микропластиком.

Помимо всего вышеперечисленного причиной загрязнения вод микропластиком могут являться сточные воды, ведущие из Ровенского района посёлка Кузнечное. Сточная труба выходит прямо в озеро на северо-западном берегу, расположившись вплотную к автомобильной дороге. Исходя из ранее рассмотренных материалов о состоянии ВОС, можно сделать вывод, что сточные воды очищаются недостаточно хорошо, чтобы задерживать микропластиковый мусор и не допускать его попадания в водоём оз. Кузнечное.

Глава 2. Материалы и методы исследования

2.1.1 Методы исследования и отбора проб микропластика на водоёмах

Виды методов мониторинга микропластика в водной среде[14]

Микропластик присутствует практически везде. Поэтому, многие ученые и исследователи озаботились данной проблемой и начали разрабатывать различные методы, позволяющие проанализировать пробы воды, содержащие мельчайшие частицы пластика, невидимые глазу. На данном этапе, нет конкретных и утвержденных методик по отбору проб воды, загрязненной микропластиком. Выбор метода отбора проб в значительной степени зависит от системы, на которую будет нацелено исследование, и имеют ограничения по виду микропластика. Однако на распространение микропластика в значительной степени влияют метеорологические, временные и географические факторы, которые могут поставить под угрозу возможность выявления результатов. С другой стороны, методология и количество отобранного материала могут влиять на их репрезентативность[14].

На сегодняшний день есть несколько методов:

- 1) Отбор проб воды;
- 2) Отбор проб береговых отложений;
- 3) Отбор проб донных отложений.

Значительным преимуществом данных методов является то, что они используют однообразные процедуры для анализа всех трех сред, что позволяет получать результаты, которые можно сравнить между собой, а также делать выводы о потоках веществ между средами[14].

При анализе проб различного состава так или иначе имеются некоторые отличия, но основные этапы остаются неизменными: просеивание, сушка,

жидкое окисление в перекиси водорода, плотностное разделение, т.е. флотация, визуальная сортировка с помощью микроскопа, взвешивание, т.е. измерение массы. При выполнении каждого анализа этап просеивания выполняется несколько раз, что позволяет ускорить процесс в отличие от фильтрации[14].

Но есть определенные минусы подобных этапов. Во-первых, при просеивании используются сита с размером ячеек равной 0,3 мм. Тогда, при повторном применении возможна потеря части пробы, с размерной группой, близкой к 0,3 мм и волокон. Во-вторых, при процедуре флотации или плотностном разделении, предлагается определять невооруженным глазом осевшие на дно сепаратора плотные пластиковые частицы и отделять их пинцетом. В целом, можно сказать, что данные методики, как и многие другие, имеют свое применение, но нуждаются в определенных доработках [14].

Лабораторные методы анализа микропластика в водной среде: рекомендации для количественного анализа синтетических частиц в воде, песке и донных отложениях (программа исследования NOAA). При отборе проб и их лабораторной обработке следует избегать использования одежды из синтетических материалов, чтобы исключить попадание частиц ткани в пробу и ее загрязнения. Перед применением оборудования, изготовленного из пластика, его необходимо тщательно промывать и осматривать. До и после использования сита также должны промываться дистиллированной водой и подвергаться очистке в ультразвуковой ванне[14].

При анализе проб с помощью микроскопа некоторые природные материалы ошибочно могут быть идентифицированы как микропластик. Материалы, имеющие природный характер появления, чаще всего присутствуют не только на стадии отбора пробы, но и может оставаться на каждом из этапов обработки. Его легко спутать с частицами микропластика. Для определения природных материалов рекомендуется сдать частицу, вызывающую подозрение и если она нарушит свою целостную структуру, то ее необходимо исключить из пробы с помощью пинцета[14].

Для увеличения точности в пробах, которые содержат большое количество органического вещества (травы, опила, древесной коры, сосновых иголок и т.д.) их необходимо просеивать через сито с размерами ячеек 5,0 мм, 1,0 мм и 0,33 мм. При необходимости удалять пинцетом материал размером более 5,0 мм[14].

Итоговым результатом описанных ниже методов является масса микропластика в исходном веществе. В зависимости от целей исследований, могут быть различные размерности и способы определения размерных единиц. При необходимости соотношения микропластика и другого природного материала в пределах определенных размерных групп, необходимо выполнить расчет отношения массы общего высушенного материала ($g_{\text{сух.вес}}$, г) к массе микропластика ($g_{\text{мп}}$, г) в пределах одной размерной группы:

$$[g_{\text{мп}}/g_{\text{сух.вес}}] \quad (1)$$

При необходимости выявления и проведения сравнения региональной или временной зависимости на разных точках отбора, то можно выполнить расчет используя отношение:

$$[g_{\text{мп}}/mL_{\text{матрицы}}] \quad (2)$$

где $mL_{\text{матрицы}}$ – объем матрицы в мл, обработанный для получения пробы (воды, песка/грунта или донных отложений).

При необходимости выявления соотношения проб с более ранними исследованиями распределение микропластика на определенных территориях, используется отношение:

$$[g_{\text{мп}}/m \text{ матрицы}] \quad (3)$$

Метод анализа проб песка с пляжей на наличие микропластика

Данный метод отбора проб на наличие микропластика может использоваться при оценке пляжного песка, собранного лопатой или совком. С помощью данного метода можно определить следующие формы пластика:

твердые и мягкие, лески, пленки, волокна и листы. Этот метод представляет собой просеивание грунта через сито с размером ячеей 5 мм, для удаления крупных частиц[14].

Данный метод анализа позволяет определить вид различного пластика, включая также полиэтилен, полистирол, полипропилен, поливинилхлорид.

При этом, используя данный метод, частицы пластика можно идентифицировать как микропластик если они:

- 1) Имеют размер от 5,0 до 0,3 мм;
- 2) Не подвержены разложению в перекиси водорода;
- 3) Проходят флотацию в растворе NaCl (1.15 г/мл) 5М или растворе метавольфрамата лития (1,62 г/мл) 5,4М;
- 4) Проходят визуальный контроль под микроскопом при увеличении 40X.

Оборудование и материалы, используемые при отборе проб песка или грунта на наличие микропластика, представляют собой:

Малое сито с диаметром 60 мм, изготовленное из пластиковой трубки с прикрепленной снизу нейлоновой сеткой. Размер ячейки такого сита должен быть 5,1 мм и 0,3 мм; Шприцовка с дистиллированной водой; Химический стакан объемом 500 и 800 мл; Аналитические весы с точностью до 0,1 мг; Металлическая лопатка; Сушильный шкаф с температурой нагрева до 90 °С Раствор Fe (II) молярный 0,05 М; Раствор перекиси водорода 30 %; Хлорид натрия (NaCl); Метавольфрагат лития; Магнитная мешалка; Электрическая плитка лабораторная; Стекло лабораторное; Пинцет металлический; Плотностной разделитель; Штатив; Кольцо резиновое; Химический зажим длиной 5,0 см; Фольга алюминиевая; Бюксы стеклянные объемом 4 мл; Стереомикроскоп с увеличением до 40X[14].

Перед анализом проб их необходимо подготовить. Для этого, чистый и сухой химический стакан объемом 800 мл нужно подписать и взвесить на аналитических весах с точностью в 0,1 мг, для дальнейшего получения сухого веса пробы. Затем, всыпать 400 г пробы в стакан и снова взвесить. Поместить

стакан с материалом в сушильный шкаф и нагреть его до 90 °C в течение 8 часов в темном месте. После высыхания пробы взвесить ее и отнять от полученного значения вес пустого химического стакана, для получения сухого веса[14].

Для процедуры плотностного разделения из коммерческого метавольфрамата лития (2,95 г/мл) приготовить раствор путем разбавления деионизированной водой до плотности 1,6 г/мл. Полученный раствор метавольфрамата лития (1,6 г/мл) добавить в объеме 300 мл к высушенной пробе. Предварительно убедиться в плотности раствора, она должна составлять 1,6 г/мл[14].

Полученная смесь активно перемешивается металлической лопаткой и сливается в сито с размером ячеей 0,3 мм. Химический стакан промывается, для того чтобы все частицы пробы попали на поверхность сита. Материал, размером более 5 мм необходимо удалить. Чистый и сухой стакан объемом 500 мл подписывается и взвешивается на аналитических весах. После чего в него переносятся твердые частицы из сита. Затем стакан снова помещается в сушильный шкаф и сушится там до тех пор, пока проба не высохнет. Раствор метавольфрамата лития слить в емкость и оставить для дальнейшего использования[14].

Общая масса твердых веществ определяется как разность веса стакана с высушенной пробой и веса пустого стакана.

Этап жидкого окисления в перекиси водорода аналогичен процедуре окисления при методе анализа проб воды на наличие микропластика[14].

Полученный после жидкого окисления в перекиси водорода раствор необходимо перенести в плотностный разделитель, состоящий из стеклянной воронки диаметром 122 мм и закрепленной снизу латексной трубки, пережатой зажимом. Химический стакан промыть дистиллированной водой, для того чтобы перенести оставшиеся на дне и стенках стакана частицы. Разделитель накрыть фольгой и дать отстояться в течение ночи. Визуально осмотреть осевшую массу на наличие микропластика и выбрать частицы

пинцетом, если ни будут обнаружены. Пролить оставшийся в сепараторе раствор через сито с размером ячеек 0,3 мм и промыть сепаратор дистиллированной водой, для полного очищения сепаратора от частиц пробы. Сито сушится в течение 24 часов при комнатной температуре, прикрыв его фольгой. Для анализа проб необходимо взвесить подписанный, чистый и сухой бюкс с крышкой на аналитических весах. С помощью микроскопа с увеличением 40X выбрать пинцетом идентифицируемые частицы с поверхности сита и поместить их в тарированный бюкс. Взвесить бюкс с частицами пробы и отнять массу пустой тары для получения массы микропластика с помощью гравиметрического анализа[14].

2.1.2. Используемые методы исследования при отборе проб микропластика на водоёмах

Для данной Выпускной квалификационной работы применялся именно метод анализа проб воды на наличие микропластика. Анализ происходил в лаборатории 2-го корпуса РГГМУ по адресу проспект Metallистов, 3.

Процедура отбора проб воды на наличие микропластика

Для отбора проб воды на наличие микропластика потребуется оборудование, описанное в пункте выше. Перед отбором проб воды для последующего их анализа на наличие микропластика необходимо осуществить некоторую подготовку:

- 1) Перед первым применением все части фильтровальной установки промываются по отдельности в разобранном виде в водопроводной воде. Затем проливаются дистиллированной водой. При использовании нейлонной сети необходимо обработать края материала для исключения потерь материала и так же прополоскать в водопроводной воде и пролить

дистиллированной[19].

2) По прибытию к месту отбора пробы установка и канистра снова прополаскиваются в водном объекте, для исключения загрязнения установки при транспортировке.

Установка собирается по методу, описанному выше.

У водного объекта определяется место отбора проб. Оно должно соответствовать глубине 0,5 и более метров[19].

В протоколе отбора проб делаются записи с указанием даты отбора пробы, погодных условий, местоположения проб (сделать отметку GPS-координат). Так же описывается участок местности с учетом характеристики водного объекта: наличие/отсутствие течения, характер дна, наличие/отсутствие растительности в воде, цвет, запах воды, наличие/отсутствие следов антропогенного воздействия (пляжи, рыбацкие стоянки, парки, свалки и т.д.) [19].

Процедура отбора проб выполняется минимум двумя людьми.

Один человек работает с канистрой или ведром для отбора проб, второй – держит фильтровальную установку, извлекает фильтрующую основу или частицы с нее, маркирует пробы и заносит информацию в протокол[19].

Отбор проб воды осуществляется в следующей последовательности:

Исследователи заходят в воду на максимальную обозначенную глубину (не менее 0,5 м) или, при возможности, размещаются на мостках, понтонах и т.д. занимают положение против течения и стоят спокойно некоторое время, пока взмученный грунт не осядет на дно, чтобы не испортить пробу.

Для сбора материала ведро/канистра погружаются в воду так, чтобы проба была взята из толщи воды, а не с ее поверхности. Главное, не поднять грунт со дна и не набрать его в емкость[19].

Собранная вода проливается через фильтровальную установку. Объем пролитой воды фиксируется в полевом журнале. Фильтровальная установка устанавливается ниже по течению от места отбора пробы, для исключения попадания профильтрованной воды в следующую пробу. Исследователь

должен держать установку вертикально, не переворачивая и не наклоняя с целью исключения потери собранного материала[19].

При использовании фильтра с крупным размером ячеей через установку проливается вода в объеме 100-200 литров и более. При использовании фильтра с мелкой ячейей фильтрование осуществляется до тех пор, пока вода не перестанет проходить через ткань[19].

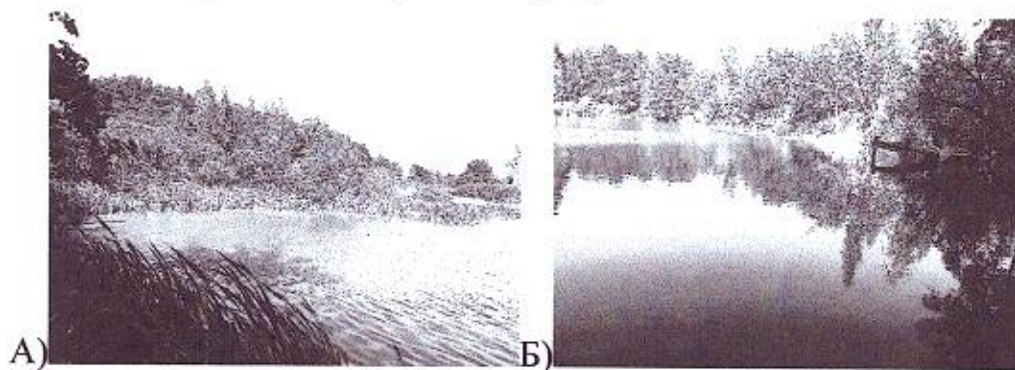


Рисунок 17. – Оз. Кузнечное – а) Точка 1; б) Точка 2



Рисунок 18. – Оз. Ровное – а) Точка 1; б) Точка 2

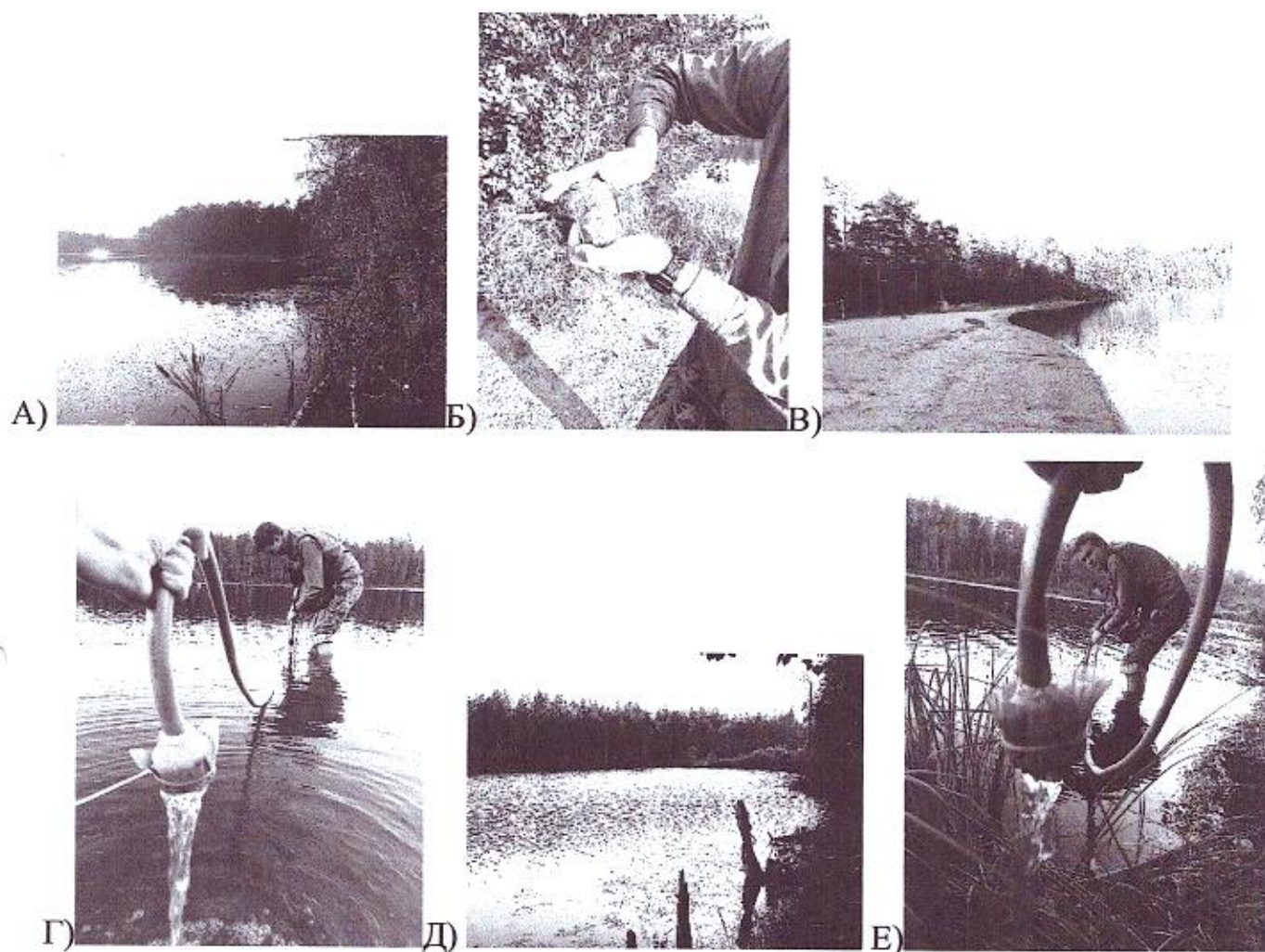


Рисунок 19. - Оз. Окунёво - а) Точка 1; б) Упаковка пробы в Точке 1; в) и г) Точка 2; д) и е) Точка 3

После отбора проб выйти из воды и извлечь фильтрующую основу. Для этого аккуратно разобрать фильтровальную установку и извлечь материал. При этом фильтрующую основу не переворачивать. Все частицы, которые остались, на этой основе и будут представлять собой пробу. Если фильтрующая основа не будет использоваться для дальнейшей работы по отбору проб, то ее необходимо аккуратно свернуть частицами внутрь и убрать в контейнер/пакет с маркировкой[19].

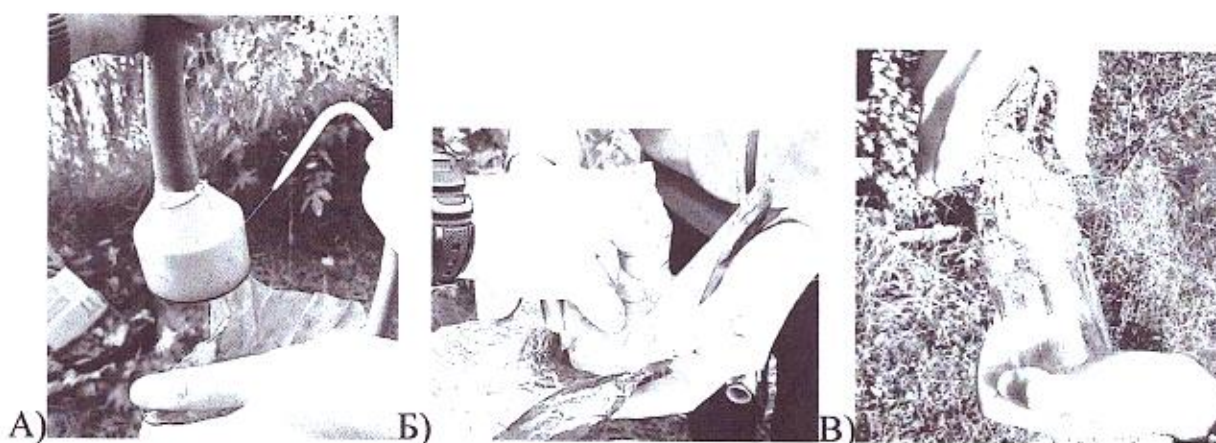


Рисунок 20. – а) Извлечение пробы из фильтровальной установки; б) Упаковка пробы в фольгу; в) Упаковка фольги с пробой в стеклянную банку

При дальнейшем использовании фильтрующей основы с нее при помощи пинцета удаляются крупные частицы пластика, затем основа промывается водой из водного объекта для того, чтобы перенести оставшиеся на ней частицы микропластика в контейнер[19].

Процедура анализа проб воды на наличие микропластика

После того как отбор проб завершен их необходимо обработать в ближайшие 4 дня. При хранении проб около суток и более их необходимо поместить в холодильник, для исключения порчи пробы[19].

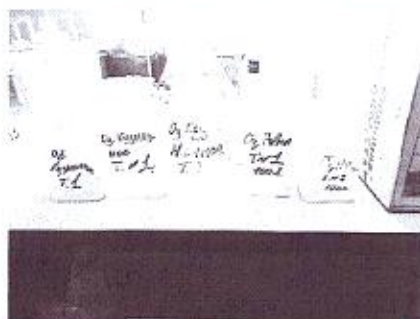


Рисунок 21. – Законсервированные пробы

Оборудование, требуемое при анализе проб воды на наличие микропластика: Предметное стекло или чаша Петри; Микроскоп; Линейка; Пенициллиновые флакончики; Фотокамера[19].

При транспортировке проб следует соблюдать несколько условий:

- 1) Внимательно следить контейнерами с пробой. Они должны быть устойчиво размещены, чтобы при перевозке контейнеры не перевернулись;
- 2) Этикетки с маркировкой проб не отклеились и не намокли[19].

При хранении проб их рекомендуется хранить в холодильнике непродолжительное время. Обработать пробы нужно как можно скорее, так как в них обычно находятся живые организмы, которые отмирают и разлагаются в теплых условиях и вследствие этого проба может испортиться. Так же организмы, содержащиеся в пробе, наоборот могут размножиться в теплых условиях, что, так или иначе, приведет к порче пробы[19].

Перед тем как начать работу с пробой содержимое контейнера переносится на предметное стекло или при помощи дистиллированной воды и пинцета переносятся в чашу Петри. После чего проба рассматривается под микроскопом, продвигаясь челночным шагом, т.е. от края к краю. При обнаружении микропластика их необходимо выбрать из пробы с помощью пинцета и поместить в пенициллиновый флакончик. Затем сделать отметку о частице в протоколе, для этого стоит указать полную характеристику частицы (цвет, форму, размер). Зафиксировать частицы (частицу) с помощью фотоаппарата или видеоокуляра, если технические характеристики микроскопа это позволяют. В зависимости от количества профильтрованной воды в пробе рассчитать концентрацию частиц микропластика на 1 литр[19].

Определить микропластик в пробе можно при помощи критериев идентификации:

- 1) Размер частиц соответствует 5 мм и менее;
- 2) Частицы не имеют клеточной структуры;
- 3) Волокна микропластика по всей длине имеют одну толщину и иногда можно заметить изнашивание или рваные концы;
- 4) Частицы имеют однородный яркий цвет, возможен блеск, но иногда они могут быть отбеленными, либо заросшими органикой[19].

После того как все частицы помещены во флакончики их необходимо

просушить при комнатной температуре и затем закрыть крышкой. Флакончики можно нагреть до температуры 50-60 °С, но не более, для ускорения процесса просушки. Когда флакончики просохли пробы можно хранить более продолжительное время. Но при недостаточной сушке в флакончике могут остаться частицы органического происхождения, что может привести к порче пробы[19].

Помимо микропластика на фильтре можно заметить:

- 1) Водоросли;
- 2) Песок;
- 3) Водных животных или скелетики;
- 4) Древесные частицы [19].

Метод анализа проб воды на наличие микропластика

В основном этот метод применяется при отборе проб сетью для взвешенного вещества в пробах воды[19].

С помощью данного метода можно определить следующие формы пластика: твердые, мягкие, пленки, лески, волокна, листы. Метод заключается в фильтрации взвесей на глубине 30-50 см от поверхности (размер ячеей 5,6-0,3 мм). Производится прокачка воды через помпу, которая прогоняет воду через сетку. Прокачивается 100 литров воды из водоёма. Попавший в сеть материал упаковывается вместе с сеткой в фольгу и далее в стеклянную банку, после чего отобранную пробу отвозят в лабораторию для исследований или консервации[19].

Рисунок далее их подвергают мокрому окислению в перекиси водорода при катализаторе Fe(II), дабы растворить лабильное органическое вещество в пробе. При этом пластиковые частицы продолжают сохранять все свои свойства. Оставшиеся нерастворенные фрагменты подвергаются плотностному разделению в растворе NaCl. После процедуры сепарации частицы пластика собираются с помощью фильтра с ячейей 0,3 мм для сушки.

Потом пластиковые частицы отделяют от оставшихся взвесей с помощью микроскопа и определяют его концентрацию при помощи взвешивания. Такой метод применяется при определении полиэтилена, поливинилхлорида, полистирола и полипропилена[19].

Используя данный метод, частицы пластика можно идентифицировать как микропластик если они:

- 1) Имеют размер от 5,0 до 0,3 мм;
- 2) Не подвержены разложению в перекиси водорода;
- 3) Проходят флотацию в растворе NaCl (1.15 г/мл) 5М или растворе метавольфрамата лития (1,62 г/мл) 5,4М;
- 4) Проходят визуальный контроль под микроскопом при увеличении 40X[19].

Оборудование и материалы, используемые при отборе проб воды на наличие микропластика представляют собой: сито из нержавеющей стали с глубиной 5 см и диаметром около 20 см. Размер ячеек сита может быть 5,6-0,3 мм; малое сито с диаметром 60 мм, изготовленное из пластиковой трубки с прикрепленной снизу нейлоновой сеткой(ячейки 5,1-0,3 мм); шприцовка с дистиллированной водой; лабораторный стакан объемом 500 мл; аналитические весы с точностью до 0,1 мг; металлическая лопатка; сушильный шкаф с температурой нагрева до 90 °C; раствор Fe (II) молярный 0,05 М; раствор перекиси водорода 30 %; хлорид натрия (NaCl); магнитная мешалка; электрическая плитка лабораторная; стекло лабораторное; пинцет металлический; плотностной разделитель; штатив; кольцо резиновое; химический зажим длиной 5,0 см; фольга алюминиевая; бюксы стеклянные объемом 4 мл; стереомикроскоп с увеличением до 40X[19].

После того, как все оборудование и материалы подготовлены необходимо провести процедуру сырого просеивания. Для этого, пробу пропускают через установленные друг над другом нержавеющей сита с размером ячеек 5,6 мм и 0,3 мм. После чего ёмкость, в которой находилась проба, промывается дистиллированной водой, для удаления оставшихся на

стенках и дне твердых частиц. Сита так же проливаются дистиллированной водой, для того чтобы промыть и отсортировать материал на поверхности ткани. После, ставшиеся в верхнем сите твердые частицы необходимо удалить с поверхности и перенести частицы для дальнейшей работы[19].

При перемещении твердых частиц из сита необходимо сначала взвесить на аналитических весах чистый и сухой лабораторный стакан. Потом перенести все твердые частицы в стакан при помощи металлической лопатки и минимальном распылении из шприцовки. Затем для просушки пробы, ее необходимо поместить в сушильный шкаф, установив температуру 90 °C. Время просушки устанавливается в течение 24 часов, но при необходимости его можно увеличить. После проведения данной процедуры проба должна быть полностью сухой. При определении массы сухого остатка на аналитические весы ставится лабораторный стакан с высушенными твердыми частицами. Из полученной массы вычитается масса пустого лабораторного стакана. Полученное значение и будет общей массой микропластика и оставшихся природных материалов[19].

После процедур сырого просеивания и просушки необходимо провести жидкое окисление в перекиси водорода. Для этого сначала готовится раствор Fe (II). К 500 мл дистиллированной воды добавляется 7,5 г $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (конц. 278,05 г/моль) и 3 мл концентрированной серной кислоты[19].

Полученный раствор, в количестве 20 мл, добавляется в химический стакан с просушенными твердыми частицами. Следом вливается 20 мл перекиси водорода 30 %. Будьте осторожны, так как данная смесь, при нагревании, может вскипеть[19].

После соединения растворов дать смеси отстояться в течение 5 минут при комнатной температуре. Затем, опустив магнит магнитной мешалки накрыть стакан лабораторным стеклом и нагреть на лабораторной плите до 75 °C. Как только на поверхности начнут появляться пузырьки газа, стакан необходимо снять с плиты и поместить в лабораторный шкаф до прекращения кипения. Если стакан будет переполняться содержимым, то для замедления

реакции нужно добавить дистиллированную воду. Снова нагреть стакан до температуры 75 °С и в течение 30 минут поддерживать данную температуру[19].

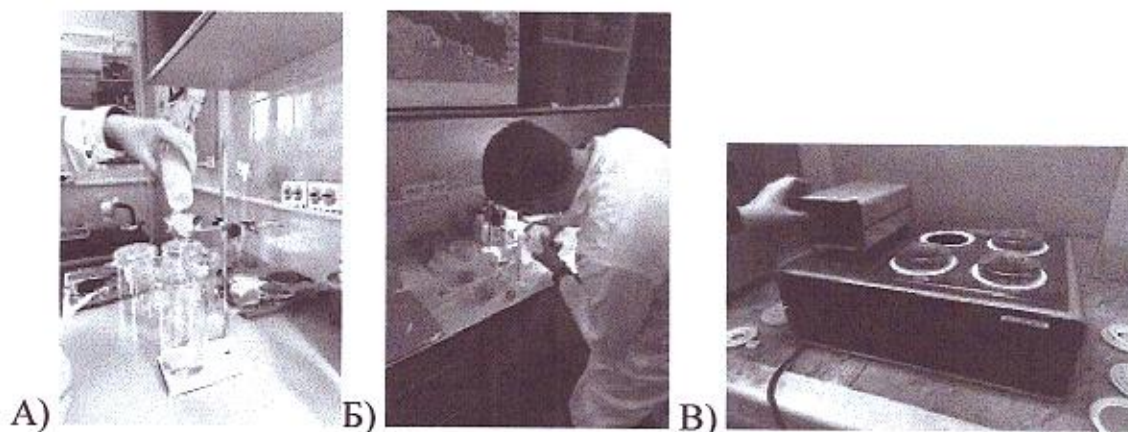


Рисунок 22. – а) Проливание проб через сита 5,6 мм и 0,3 мм. б) Подготовка пробы к варке; в) Варка проб при 75°С

Если природное органическое вещество по-прежнему наблюдается в стакане, то добавить еще 20 мл перекиси водорода 30 %. Повторять эту процедуру до тех пор, пока природное органическое вещество полностью не исчезнет. Затем, на каждые 20 мл пробы добавить 6 г хлорида натрия, для увеличения плотности раствора. И снова нагреть раствор до температуры 75 °С, до полного растворения хлорида натрия. Лабораторный стакан ополоснуть дистиллированной водой, для дальнейшей работы. Переместить получившийся раствор в плотностный разделитель, состоящий из стеклянной воронки диаметром 122 мм, с латексной трубкой, закрепленной снизу и пережатой зажимом. Накрыть лабораторный стакан с раствором алюминиевой фольгой и дать отстояться в течение 8 часов в темном помещении[19].

Визуально осмотреть пробу на наличие микропластика. При обнаружении характерных частиц выбрать их пинцетом, а осадок вылить. Оставшийся в воронке сепаратора раствор пролить через сито с ячейей 0,3 мм. Промыть сепаратор дистиллированной водой, для полного удостоверения что весь материал перенесен на сито. Высушить его в течение 24 часов при комнатной температуре, накрыв сито фольгой[19].

Для анализа микропластика необходимо взвесить сухой и чистый бюкс на аналитических весах. Подписать этикетку, на которой указать дату, время и место отбора пробы. С помощью микроскопа с увеличением 40X, выбрать характерные частицы микропластика пинцетом и поместить их в тарированный бюкс для проведения гравиметрического анализа. Для получения массы микропластика необходимо взвесить бюкс с частицами на аналитических весах. Затем из полученной массы вычесть массу пустого бюкса[19].

2.2 Описание исходных данных

Координаты	Время	Точка отбора	Название водоема	Ветер	Погодные условия
61.118458, 29.877101	14.34	1	Оз. Кузнечное	Штиль	Солнечно
61.111068, 29.895471	16.06	2	Оз. Кузнечное	Штиль	Солнечно
61.130008, 29.861472	17.42	3	Оз. Ровное	Штиль	Солнечно
61.131862, 29.867515	19.03	4	Оз. Ровное	Штиль	Солнечно
61.134820, 29.847949	19.32	5	Оз. Окунёво	Штиль	Солнечно
61.136669, 29.844930	20.00	6	Оз. Окунёво	Штиль	Солнечно
61.136669, 29.844930	20.29	7	Оз. Окунёво	Штиль	Солнечно

Таблица 2. – Исходные данные станций отбора проб

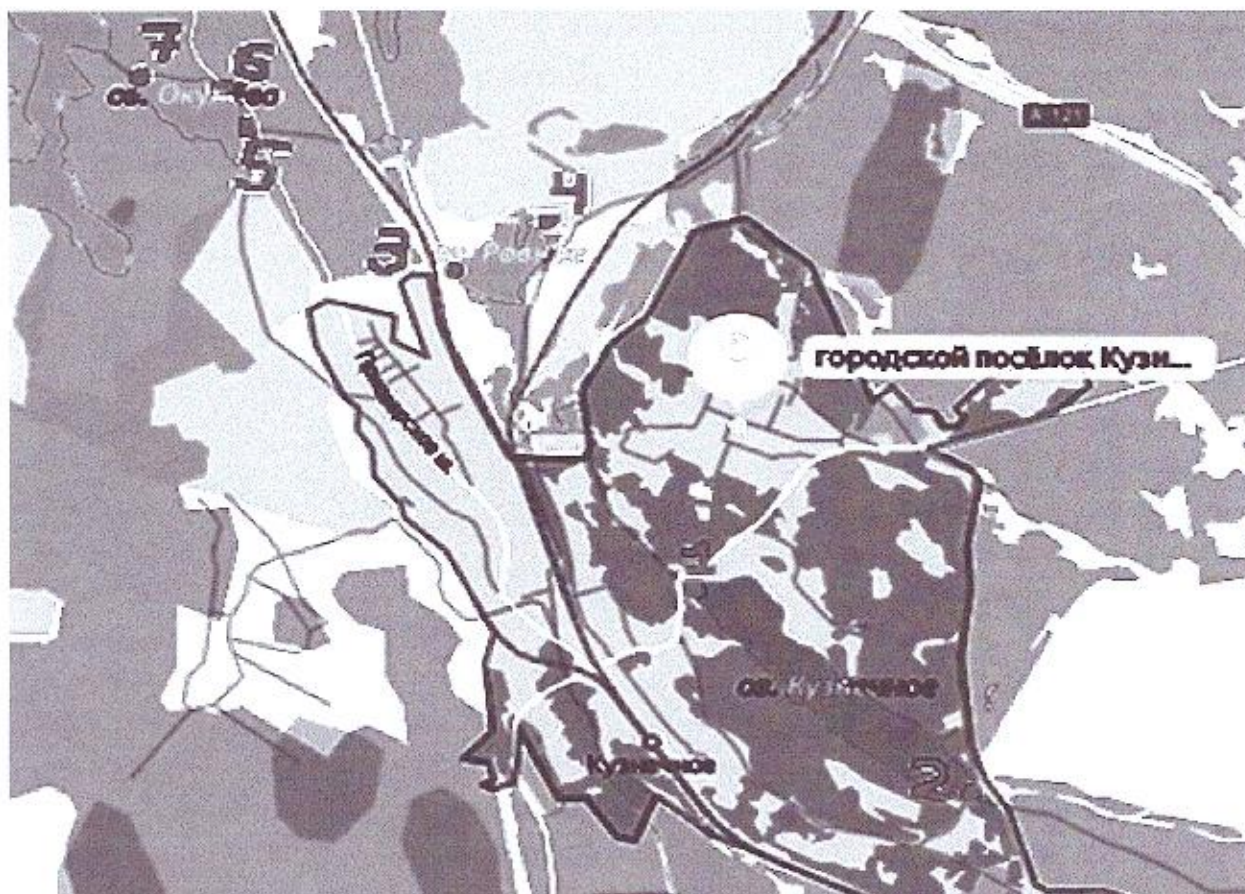


Рисунок 23. - Карта станций отбора проб(карта создана с использованием сервиса Yandexmaps)

Глава 3. Анализ полученных результатов

В ходе анализа были изучены три пробы, по одной из каждого исследуемого озера.

Была сформирована таблица характеристики микропластика в пробе станции № 1 – оз. Кузнечное (см. Приложение А).



Рисунок 24. – Фотографии пробы станции №1 - оз. Кузнечное под микроскопом – а) белый фрагмент; б) нитевидное волокно; в) плёнка

Была сформирована таблица характеристики микропластика в пробе станции №4 - оз. Ровное (см. Приложение Б).

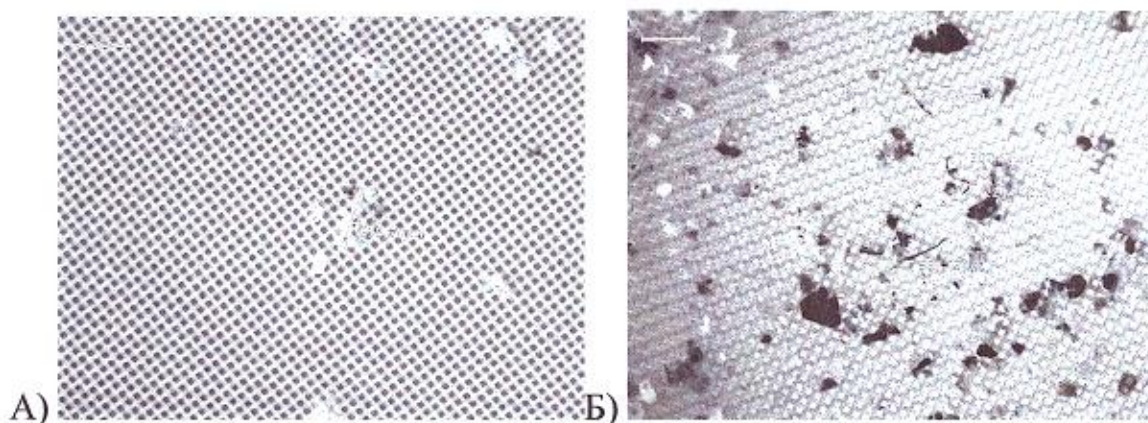


Рисунок 25. – Фотографии микропластика в пробе станции №4 - оз. Ровное под микроскопом – а) жёлтый фрагмент; б) чёрные и белые нити;

Была сформирована таблица характеристики микропластика в пробе станции № 6 – оз. Окунёво (см. Приложение В)

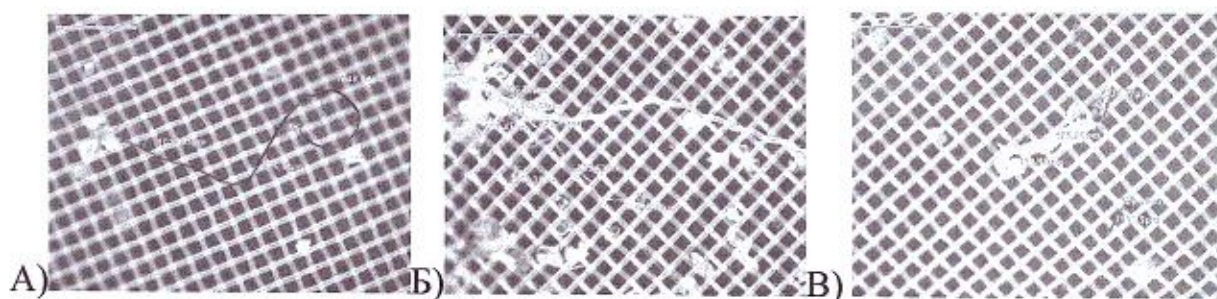


Рисунок 26. – Фотографии пробы станции № 6 – оз. Окунёво под микроскопом – а) Чёрная нить; б) белые нити; в) прозрачная плёнка



Рисунок 26. – Соотношение форм микропластика по исследуемым водоёмам ПГТ Кузнечное

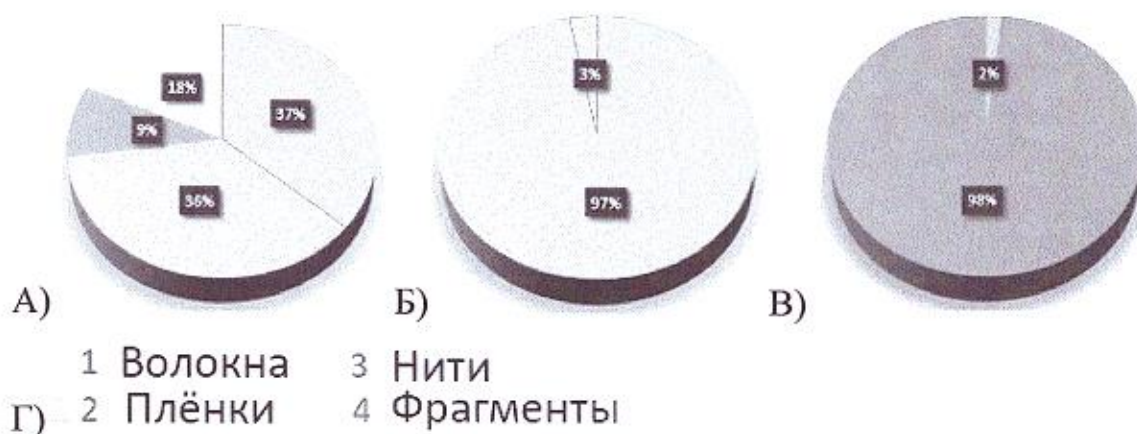


Рисунок 27. – Круговые диаграммы соотношения форм микропластика по исследуемым водоёмам ПГТ Кузнечное – а) оз. Кузнечное; б) оз. Ровное; в) оз. Окунёво; г) Легенда

Концентрации частиц на м3 по трём озёрам составляет:

Оз. Кузнечное – 220 частиц / м3;

Оз. Ровное – 310 частиц / м3;

Оз. Окунёво – 560 частиц/ м3.

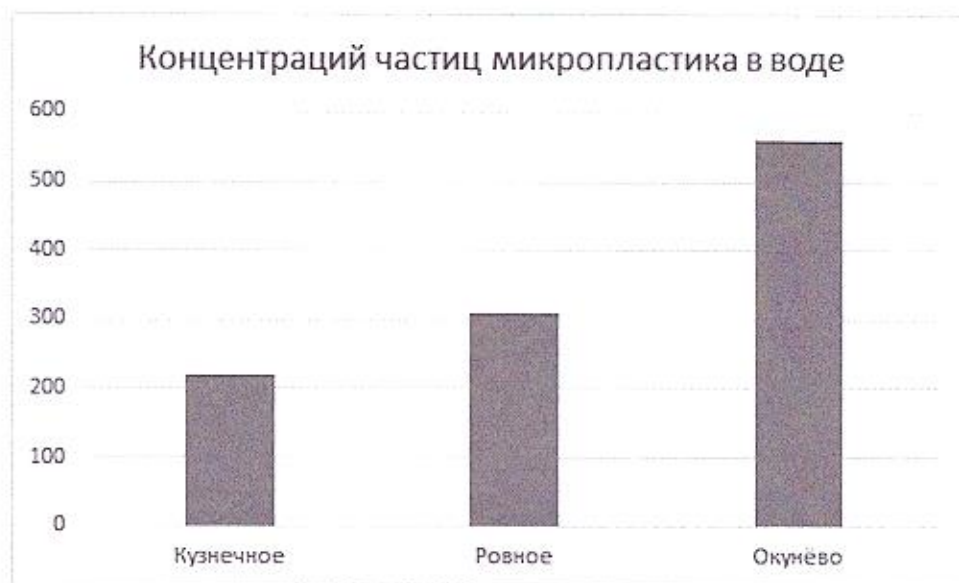


Рисунок 28. - Соотношение концентраций частиц микропластика в воде по исследуемым озёрам.

Источниками загрязнения на озере Ровное, исходя из морфологической характеристики обнаруженного микропластика, может быть карьер, располагающийся вплотную к водоёму. Влагозащитные плёнки, нейлоновые мешки для гравия и песка, пластиковые строительные сетки на сыпучих отвалах; защитные покрывала из синтетических материалов для защиты автомобилей от производственной пыли.

Источниками загрязнения на озере Кузнечное, исходя из морфологической характеристики обнаруженного микропластика, могут быть многочисленные дачные угодья жителей посёлка. Земельные участки расположены вблизи данного озера. На них каждый летний сезон осуществляется сельскохозяйственная деятельность, сопряжённая с использованием пластиковых изделий, таких как: полиэтиленовые плёнки,

полиэтиленовые пакеты и дождевики, пластиковые бутылки, большие пластмассовые бочки для хранения оросительной воды, частные миниатюрные водонапорные башни, пластиковые теплицы, пластиковые модульные тропинки, ящики и другое. Имеются незаконные свалки мусора. Вместе с этим многие владельцы дачных участков осуществляют и строительную деятельность, обновляя старые постройки или возводя новые. Вследствие данной деятельности образуется много строительного пластикового мусора: упаковки, полимерные прокладки, хомуты, стяжки, скотч, пластиковые шпагаты, сломанные инструменты с пластиковыми ручками, строительные расходники и многое другое. И снова, под действием сил природы, это ведёт к образованию микропластика и загрязнению им окружающей среды. В особенности озера Кузнечное – при дожде или искусственном орошении образовавшийся пластиковый мусор смывается в воды данного водоёма. Дополнительным подтверждением того, что основным источником загрязнения являются дачные участки - сильное эвтрофирование озера Кузнечное – вода цветёт и имеет зеленоватый оттенок. Причиной эвтрофирования данного озера являются удобрения, использующиеся на огородах дачных участков. При дожде или искусственном поливе биогенные вещества смываются и попадают в озеро Кузнечное – это демонстрирует направленность стока в данный водоём.

Источниками загрязнения на озере Окунёво, исходя из морфологической характеристики обнаруженного микропластика, могут быть люди, осуществляющие рекреационную самодеятельность. Местные жители активно практикуют купания в озере в предназначенной для этого одежде: плавки, купальники. Наличие плёнок можно объяснить использованием надувных изделий и пищевых полиэтиленовых пакетов на пляже озера.

Рекомендации

Основываясь на полученных данных можно охарактеризовать состояние

озёр по содержанию микропластика на м³ как умеренное, однако чистыми данные водоёмы назвать крайне трудно. Исходя из этого необходимо провести следующие мероприятия для улучшения данной ситуации:

- Реконструировать и обновить систему очистки сточных вод Ровенском районе, откуда в оз. Кузнечное впадают сточные воды;

- Решить проблему свалок на дачных участках;

- Снизить рекреационную нагрузку на озёра, для уменьшения количества попадающих в воду синтетических волокон одежды;

- Перейти от использования пластиковых расходники и полимеров на гранитном предприятии к алюминиевым или иным металорасходникам и экологически-безопасным аналогам: алюминиевые запчасти, стальные детали, постройка гаражей их профлистов вместо использования плёнок для накрывания рабочей техники. Централизовать мусорный сбор с предприятия.

Заключение

Проблема загрязнения водоёмов ПГТ Кузнечное микропластиком была изучена. Проведены исследования степени загрязнённости микропластиком водоёмов ПГТ Кузнечное.

Цели работы достигнуты в полном объёме:

- Произведено ознакомление с проблемой загрязнения микропластиком водоемов и объектов исследования;
- Произведен грамотный отбор проб и проведён их лабораторный анализ;
- На основе полученных данных произведена оценка степени загрязнённости микропластиком водоёмов ПГТ Кузнечное;
- Выявлены наиболее важные факторы загрязнённости.

На основе анализа литературных данных и фактического материала можно сделать заключение, что в ПГТ Кузнечное все озёра загрязнены микропластиком. Больше всех загрязнено озеро Окунёво (560 частиц/ м³). Второе по загрязнённости является озеро Ровное (310 частиц / м³), третье и самое чистое из всех исследуемых водоёмов – озеро Кузнечное (220 частиц / м³).

Анализ морфологической структуры микропластика показал, что в своём большинстве основным видом микропластика озёрных в водах ПГТ Кузнечное являются синтетические нити и плёнки, что может свидетельствовать о попадании текстильных продуктов в водоёмы. Также помимо нитей очень большое количество плёнок в озере Кузнечное, что может быть объяснено непосредственной близостью многочисленных дачных участков, на которых повсеместно стоят теплицы их полиэтиленовых плёнок. Под действием природных условий на открытой местности плёнки постепенно разрушаются и микропластик при дожде смывается в близлежащий водоём – оз. Кузнечное.

Система по очистке сточных вод ПГТ Кузнечное находится в плохом

состоянии и визуально не может полноценно выполнять свои функции – песколовки забиты, аэротенки пусты (не производится биологическая очистка сточных вод), требуется реконструкция и обновление всех этапов очистки.

Список использованных источников

1. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» № 7-ФЗ от 10.01.2002 (ред. от 03.07.2016) (Дата обращения: 12.11.21).
2. Koelmans A. A. ET&C perspectives // *Environ. Toxicol. Chem*, 2014. – 5-10 pp (Дата обращения: 12.11.21).
3. Roth, F., Zinsstag, J., Orkhon, D., Chimed-Ochir, G., Hutton, G., Cosivi, O., Carrin, G. and Otte, J. Human health benefits from livestock vaccination for brucellosis: case study. *Bulletin of the World Health Organization*, 2003. – 867-876 pp (Дата обращения: 12.11.21).
4. Блиновская Я.Ю., Козловский Н.В. МИКРОПЛАСТИК – МАКРОПРОБЛЕМА МИРОВОГО ОКЕАНА // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований* № 10-1, 2015. – 159-162 с (Дата обращения: 12.11.21).
5. Velis C.A. Global recycling markets - plastic waste: A story for one player – China // Report prepared by FUE Logy and formatted by D-waste on behalf of International Solid Waste Association – Globalization and Waste Management Task Force. ISWA. – Vienna, 2014. – 66 p (Дата обращения: 12.11.21).
6. Galloway, T.S. Micro- and Nanoplastics and Human Health. In M. Bergmann, L. Gu- tow, M. Klages (Eds.), *Marine anthropogenic litter*. Springer. – Berlin, 2015 (Дата обращения: 19.11.21).
7. Graham E., Thompson J. Deposit- and suspension-feeding sea cucumbers (Echinoder-mata) ingest plastic fragments // *J. Exp. Mar. Biol. Ecol*, 2009. – 22-29 pp (Дата обращения: 19.11.21).
8. Arthur C., Baker J., Bamford H. (Eds.). *Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence, Effects and Fate of Microplastic Marine Debris*. Sept 9-11, 2008. NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-30, 2009. – 49 p (Дата обращения: 19.11.21).
9. Derraik J. G. B. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review // *Mar. Pollut. Bull*, 2002. – 842-852 pp (Дата обращения: 26.11.21).

10. Ryan P. G., Moore C. J., Van Franeker J. A., Moloney C. L. Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment // Philos. Trans. R. Soc., B, 2007. – 1999-2013 pp (Дата обращения: 26.11.21).
11. Claessens M., Meester S. D., Landuyt L. V., Clerck K. D., Janssen C. R. Occurrence and distribution of microplastics in marine sediments along the Belgian coast // Mar. Pollut. Bull, 2011. – 2199-2204 pp (Дата обращения: 26.11.21).
12. Cole M., Lindeque P., Halsband C., Galloway T. S. Microplastics as contaminants in the marine environment: A review // Mar. Pollut. Bull, 2011. – 2588-2597 pp (Дата обращения: 26.11.21).
13. Reddy M.S., Shaik B. Description of the small plastics fragments in marine sediments along the Alang-Sosiya shipbreaking yard, India. Estuarine. Coastal Shelf Sci, 2006. – 656-660 pp (Дата обращения: 29.11.21).
14. Зобков М.Б., Есюкова Е.Е. Микропластик в морской среде: обзор методов отбора, подготовки и анализа проб воды, донных отложений и береговых наносов // Океанология. Т. 58. № 1, 2017. – 149-157 с (Дата обращения: 01.12.21).
15. Browne M. A., Crump P., Niven S. J., Teuten E. L., Tonkin A., Galloway T., Thompson R. C. Accumulations of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks // Environ. Sci. Technol, 2011. – 9175-9179 pp.
16. Козин В.В., Петровский В.А. Геоэкология и природопользование. Понятийно – терминологический словарь. – Смоленск: Ойкумена, 2005. – 576 с (Дата обращения: 03.11.21).
17. Prata J.C. et al. Microplastics in wastewater: State of the knowledge on sources, fate and solutions // Aquatic Toxicology 197, 2018. – 143-152 pp (Дата обращения: 03.11.21).
18. UNEP. Marine plastic debris and microplastics – Global lessons and research to inspire action and guide policy change. United Nations Environment Programme. – Nairobi, 2016 (Дата обращения: 03.11.21).
19. Наблюдение рек: пособие для проведения общественного экологического мониторинга. – СПб.: Экоцентр / Коалиция «Чистая Балтика», 2018. – 32 с

(Дата обращения:03.11.21);

21. (Дата обращения:07.03.22);

22.

(Дата обращения:07.03.22);

23. «Состояние почв сельгового ландшафта Карельского перешейка»,
Выпускная квалификационная работа бакалавра, Медович Екатерина
Станиславовна, САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ Институт наук о Земле -

(Дата

обращения:07.03.22);

24. МАТЕРИАЛЫ ПО ОБОСНОВАНИЮ ПРОЕКТА ГЕНЕРАЛЬНОГО
ПЛАНА РАЗВИТИЯ ПГТ КУЗНЕЧНОЕ - Научно-проектный институт
пространственного планирования «ЭНКО» -

(Дата обращения:15.04.22);

25. (Дата обращения: 15.04.22);

26. (Дата обращения: 15.04.22);

27. (Дата обращения: 15.04.22).

Приложения

Приложение А

Таблица 3. - Характеристика микропластика в пробе станции № 1 – оз. Кузнечное

Формы микропластика	L, мкм	S, мкм ²	Цвет	Сумм. S, мкм ²	Сумм. L, мкм	Кол-во	Сумм. кол-во
Волокна	3315		Прозрачная		12675	5	8
	4030		Прозрачная				
	1040		Прозрачная				
	520		Прозрачная				
	2730		Прозрачная				
	780		Чёрное			2	
	260		Чёрное				
Плётки		304 200	Прозрачная	23448 500		8	8
		473 200	Прозрачная				
		7290000	Прозрачная				
		1690000	Прозрачная				
		608 400	Прозрачная				
		4895800	Прозрачная				
		3264300	Прозрачная				
		5700000	Прозрачная				
Нити	3900		Красная		6 500	1	2
	2600		Прозрачная			1	
Фрагменты		92 950	желтый	226 850		1	4
		97 500	белый			1	
		19 500	зелёная			1	
		16 900	розовые			1	

Приложение Б

Таблица 4 - Характеристики микропластика в пробе станции №4 - оз. Ровное

Формы микропластика	L, мкм	S, мкм ²	Цвет	Сумм. S, мкм ²	Сумм. L, мкм	кол- во	Сумм.
Нити	1310		Чёрная		27 324	15	30
	3747		Чёрная				
	725		Чёрная				
	254		Чёрная				
	521		Чёрная				
	696		Чёрная				
	266		Чёрная				
	347		Чёрная				
	401		Чёрная				
	391		Чёрная				
	494		Чёрная				
	551		Чёрная				
	454		Чёрная				
	532		Чёрная				
	587		Чёрная				
	838		Белая			13	
	621		Белая				
	965		Белая				
	1834		Белая				
	2761		Белая				
	632		Белая				
	362		Белая				
	589		Белая				
	2673		Белая				
	576		Белая				
	1279		Белая				
	799		Белая				
	604		Белая				
	925		Синяя			1	
	590		Красная			1	
Фрагменты		82 550	желтый	82 550			1

Приложение В

Таблица 5. - Характеристики микропластика в пробе станции № 6 – оз. Окунёво

Формы микропластика	L, мкм	S, мкм ²	Цвет	Сумм. S, мкм ²	Сумм. L, мкм	Кол-во	Сумм.
Плётки		158 860	Прозрачная	158 860			1
Нити	1144		Белая		27 489	46	55
	375		Белая				
	393		Белая				
	557		Белая				
	515		Белая				
	581		Белая				
	400		Белая				
	382		Белая				
	574		Белая				
	502		Белая				
	246		Белая				
	232		Белая				
	113		Белая				
	259		Белая				
	245		Белая				
	261		Белая				
	430		Белая				
	597		Белая				
	448		Белая				
	357		Белая				
	356		Белая				
	378		Белая				
	414		Белая				
	212		Белая				
	307		Белая				
	291		Белая				
	428		Белая				
	270		Белая				
	453		Белая				
	337		Белая				

Продолжение Таблицы 5.

Формы микропластика	L, мкм	S, мкм ²	Цвет	Сумм. S, мкм ²	Сумм. L, мкм	Кол- во	Сумм.
	640		Белая				
	281		Белая				
	230		Белая				
	538		Белая				
	518		Белая				
	319		Белая				
	294		Белая				
	212		Белая				
	209		Белая				
	389		Белая				
	319		Белая				
	1284		Белая				
	274		Белая				
	1554		Белая				
	548		Белая				
	649		Белая				
	1144		Белая				
	190		Чёрная			5	
	2742		Чёрная				
	1400		Чёрная				
	610		Чёрная				
	1213		Чёрная				
	317		Синяя			4	
	416		Синяя				
	286		Синяя				
	460		Синяя				