

ГБНОУ «Санкт-Петербургский городской Дворец творчества юных»  
Эколого-биологический центр «Крестовский остров»  
Лаборатория экологии и биомониторинга «ЭФА»



**Оценка содержания микропластика в водоемах  
с разной степенью антропогенной нагрузки  
на территории Карельского перешейка и Санкт-Петербурга**

**Автор:**

Любимова Анастасия, 10 класс  
Академическая гимназия №56

**Руководитель:**

Анисимова Александра Владимировна,  
педагог доп. образования

Санкт-Петербург  
2020-2021 гг.

## Оглавление

Введение.....	3
Обзор литературы.....	4
Материалы и методы.....	6
Результаты и обсуждение.....	8
Выводы.....	12
Список литературы.....	13

## Введение

Малые водоемы (площадью до 10 кв. км) являются типичным элементом ландшафтов Карельского перешейка, а также важным элементом городской среды Санкт-Петербурга. Многие из них испытывают сильную антропогенную нагрузку, так как жители Санкт-Петербурга и Ленинградской области любят отдыхать на берегу водоемов. Часто в самых популярных местах отдыха скапливается много мусора, который отдыхающие не вывозят или убирают не полностью. Пластиковые отходы в процессе разложения распадаются на мелкие частицы, которые накапливаются в окружающей среде, в том числе в водных объектах.

Микропластик — это частицы синтетических полимеров, не превышающие размером 5 мм. Микропластик может попадать в водоемы со сточными водами, так как он входит в состав многих косметических и гигиенических средств, при разложении более крупного пластикового мусора на мелкие фракции и даже при стирке одежды из синтетической ткани. В воде пластиковые частицы ведут себя как сорбенты опасных химических соединений. Микропластик аккумулируется в пищевых цепях и может быть токсичным для живых организмов.

Изучение загрязнения водоемов микропластиком началось в Санкт-Петербурге и Ленинградской области всего 3 года назад. Объектами этих исследований становятся в первую очередь крупные озера и реки, Финский залив. При этом многочисленные малые водоемы остаются без внимания, и информации о загрязнении таких водоемов микропластиком практически нет.

Поэтому **цель** данного исследования: оценить содержание микропластика в нескольких малых водоемах на территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи**:

1. Отобрать пробы в водоемах с разной антропогенной нагрузкой.
2. Сравнить содержание микропластика в загородных и городских водоемах.
3. Проанализировать размеры обнаруженных частиц микропластика.

## Обзор литературы

### *Объект исследования*

Микропластик — наиболее распространенный и быстро накапливающийся загрязнитель водной и наземной среды. Это обусловлено производством в огромных масштабах разных видов синтетических полимеров и изделий из них (Якименко, Блиновская, 2015).

Впервые пластик создал английский металлург и изобретатель Александр Паркс в 1855 году и назвал свое творение «паркезин» (позже получило распространение другое название — целлулоид). Сначала пластик использовали в комбинации с различными природными материалами, но потом перешли на создание полностью синтетических молекул.

Исследованиями на тему микропластика занимаются многие страны — Франция, США, Норвегия, Япония, Аргентина и др. Эти исследования в основном направлены на морскую акваторию. По результатам их исследований можно выделить основные причины загрязнения морей, а именно: сточные воды, объекты строительства, объекты рыболовной и мореходной отраслей, а так же крупный пластиковый мусор, выбрасываемый по берегам и с кораблей. (Якименко, Блиновская, 2015).

К озерам нашего района исследования применимы не все указанные причины, так как в них не сбрасывают сточные воды в таком количестве, в каком это делают в морях. Так же на берегах малых озер Карельского перешейка нет крупных городов, иногда присутствуют только небольшие поселения и садоводства. Однако на этих озерах очень популярны рыболовство и туризм, также нередко по ним передвигаются на лодках, а это значит, что части рыболовных сетей, полистирольные поплавки, случайно или намеренно попавшие в воду пластиковые бутылки, одноразовая посуда и полиэтиленовые пакеты — вполне реальная проблема.

Рассмотрим, что может произойти с пластиковой бутылкой, оставленной на берегу озера. Постепенно она распадется на кусочки под воздействием воды, солнца и берегового грунта. Затем кусочки продолжат уменьшаться в размерах и в итоге становятся микропластиком. К этому моменту бутылка может уже плавать по озеру, может оставаться на своем первоначальном месте, может быть вынесена на противоположный берег озера, может быть местом жительства грибов или микроорганизмов. Тем не менее, рано или поздно она распадется на мельчайшие частицы — микропластик.

Впоследствии частицы могут быть съедены личинками насекомых или маленькими рачками. Микропластик остается в организме животных и передается дальше по пищевым цепочкам (Евглевский, 2018). «С точки зрения химии эти соединения инертны, а значит, могут накапливаться в организме в значительном количестве», — говорит Ричард Томсон из университета Плимута.

### *Район исследования*

Карельский перешеек — это участок суши между Финским заливом Балтийского моря и Ладожским озером. Южной границей перешейка считается река Нева, а северной — государственная граница Финляндии и Республики Карелия. Общая площадь региона составляет около 13500 км<sup>2</sup>. Северная часть Карельского перешейка исчерчена грядами гранитных «лбов» и скальных возвышений, вытянутых с северо-запада на юго-восток. В западной и центральной части рельеф более гладкий. На юге области рельеф представлен ледниковыми отложениями.

Большая часть Карельского перешейка занята лесом (около 60% площади). Типичным лесом для этого места является сосновый, преобладающий в центральном и восточном районах. Мелколиственные породы, такие как береза, ольха и осина, составляют примеси к хвойным лесам или образуют вторичные леса (Сакса, 2006).

## Материалы и методы

В июне 2018 года в рамках экспедиции Лаборатории экологии и биомониторинга «ЭФА» в Приозерский район Ленинградской области мы обследовали 5 малых озер: оз. Воробьево, оз. Нырок, оз. Гагаринское, оз. Большое и Малое Бережные (Рис. 1). Все они находятся к юго-востоку от города Приозерск. В них было отобрано 12 проб для анализа на микропластик.



*Рис. 1. Исследованные малые водоемы в Приозерском районе Ленинградской области.*

В сентябре-октябре 2020 года мы обследовали 4 водоема на севере Санкт-Петербурга: оз. Верхнее, Среднее и Нижнее Суздальские, а также Шуваловский карьер (Рис. 2). В них было отобрано 14 проб для анализа на микропластик.



*Рис. 2. Исследованные малые водоемы на севере Санкт-Петербурга.*

Мы отбирали пробы в соответствии с методикой, представленной в книге «Наблюдение рек. Пособие для общественного экологического мониторинга».

Для этого мы использовали пятилитровое металлическое ведро, нейлонную сеть с размером ячеей 82мкм и муфты для фановых труб.

Мы делали фильтр из сетки и муфт, закрепляя сетку между двумя трубками (Рис. 3, 5), после чего набирали воду из отмеченной точки в ведро и проливали ее через фильтр. Для одной пробы через фильтр пропускали 30 литров воды. Пробы отбирали в метре от берега, либо с лодки. Далее мы снимали сетку с муфты и клали в стеклянные баночки объемом 100 мл (Рис. 4), предварительно наполненные водой с точки отбора пробы. После чего мы фиксировали пробы раствором Люголя до светло-желтого цвета и плотно закрывали крышкой.

Рис. 3. Фильтр в разобранном состоянии



Рис. 4. Стеклянная банка



Рис. 5. Фильтр из муфт и сетки



После, в лаборатории, мы извлекали сетку из баночек и рассматривали ее под микроскопом. У найденных частиц микропластика мы определяли размер, форму и цвет, после чего записывали результаты в таблицу. Результаты обрабатывали в программе Microsoft Excel.

Для сравнения содержания микропластика в разных озерах мы использовали U-критерий Манна-Уитни. Этот критерий используется для оценки различий между двумя малыми выборками по уровню количественно измеряемого признака и позволяет узнать, достоверны ли различия между выборками. Первой назначается та выборка, значение которой по предварительной оценке выше. Чем меньше значение критерия, тем более достоверны различия (Савельев, 2017).

$$U_{\text{эмп.}} = (n_1 \cdot n_2) + \frac{n_x \cdot (n_x + 1)}{2} - T_x$$

Рис. 6. Формула для подсчета U-критерия Манна-Уитни

## Результаты и их обсуждение

Результаты измерения площади исследованных водоемов и оценка характера антропогенной нагрузки представлены в Таблице 1.

Таблица 1. Характеристика исследованных водоемов.

Название водоема	Площадь, тыс. м <sup>2</sup>	Антропогенная нагрузка
<i>Приозерский район Ленинградской области</i>		
Оз. Воробьево	298,5	По всему побережью множество стоянок и тропинок, имеется возможность подъехать на машине.
Оз. Большое Бережное	47,5	Есть несколько стоянок и тропинок по берегам.
Оз. Малое Бережное	10,3	Имеется возможность подъехать на машине, стоянок нет, рыбачат с лодки.
Оз. Нырок	3,3	Стоянок нет, так как берег болотистый.
Оз. Гагаринское	2	На берегу есть стоянка. Имеется возможность подъехать на машине.
<i>Север Санкт-Петербурга</i>		
Оз. Верхнее Суздальское	214,2	На берегу пляж, стоянка для рафтов. Много мусора и нет организованного места его сбора.
Оз. Среднее Суздальское	133,9	Рыбалка, пункт тренировок для водных лыжников.
Оз. Нижнее Суздальское	695,9	На берегу жилые комплексы, кладбище. Берег в целом заболочен и трудно проходим, поэтому по берегам меньше мусора. Там происходит рыбалка.
Шуваловский карьер	324,7	На берегу жилые комплексы и стройки. На северном берегу кострища и мусор, берег достаточно удобный для отдыха на природе.

Из загородных озер самая высокая антропогенная нагрузка отмечена для оз. Воробьево. Этому способствует большая площадь озера и соответственно длинная береговая линия, покрытая сухим сосняком, участками смешанного леса и песчаного пляжа, удобные для организации туристических стоянок. Наименьшая антропогенная нагрузка отмечена для оз. Нырок, которое расположено в заболоченной низменности и к которому не подъехать на машине.

Из городских водоемов самая высокая антропогенная нагрузка отмечена для оз. Верхнее Суздальское. Значительная часть его береговой линии представляет собой песчаный пляж, а вся остальная часть занята сухим сосняком. Пляж активно используется жителями Санкт-Петербурга для отдыха на природе и рыбалки, западный берег занят жилыми домами. Остальные водоемы также характеризуются высокой антропогенной нагрузкой: по их берегам расположены жилые здания, заводы, пляжи, они используются для купания и рыбалки.

Анализ содержания микропластика был проведен в 26 пробах, отобранных из девяти исследуемых озер. Результаты количественной оценки содержания

частиц микропластика в загородных озерах представлены на Рис. 7. Результаты для городских водоемов представлены на Рис. 8.



Рис. 7. Содержание частиц микропластика в загородных водоемах.

Из загородных водоемов наименьшее количество частиц микропластика — от 0,07 до 0,2 частиц/литр — обнаружено в пробах из оз. Нырок. В пробах из оз. Гагаринское концентрация микропластика составила от 0,4 до 0,5 частиц/литр; в оз. Малое Бережное — 0,6 частиц/литр. Максимальное содержание частиц микропластика отмечено для оз. Большое Бережное (0,3 - 4 частицы/литр) и оз. Воробьево (1,5 - 4,8 частиц/литр).

Мы сравнивали количество обнаруженных частиц микропластика в оз. Воробьево с количеством частиц в озерах Нырок, Гагаринское и Большое Бережное по критерию Манна-Уитни, который позволяет установить, достоверны ли различия между выборками. Сравнение показало, что содержание микропластика в оз. Воробьево достоверно ( $p < 0,05$ ) отличается от озер Нырок и Гагаринское. Сравнение с оз. Большое Бережное не показало достоверных различий. Возможно, это связано с тем, что озера Нырок и Гагаринское намного меньше, а также не имеют легкодоступных дорог и стоянок по берегам, из-за чего рекреационная нагрузка на них меньше. В то время как озера Воробьево и Большое Бережное относительно большие, доступны для подъезда на машине, имеют множество стоянок по берегам и, следовательно, большее количество мусора.

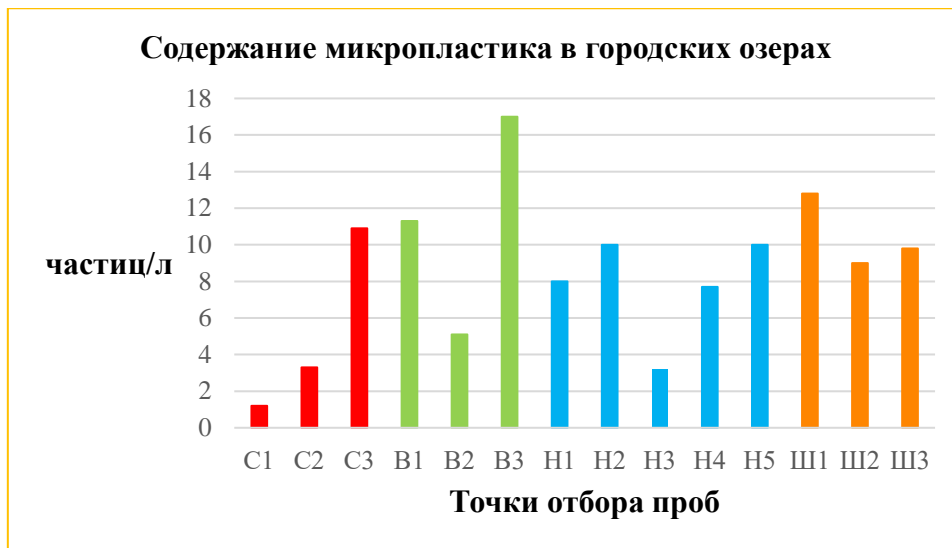


Рис. 8. Содержание частиц микропластика в городских водоемах.

Из городских водоемов наименьшее количество микропластика – от 1,2 до 10,9 частиц/литр – обнаружено в пробах из озера Среднее Суздальское. В пробах из оз. Нижнее Суздальское концентрация микропластика составила от 3,2 до 10 частиц/литр. Наибольшее количество частиц микропластика было обнаружено в Шуваловском карьере (9 - 12,8 частиц/литр) и в оз. Верхнее Суздальское (5,1 - 17 частиц/литр).

Мы сравнили средние значения концентрации микропластика в пробах из городских водоемов с результатами из загородных озер с вычислением ошибки среднего. На Рис. 9 наглядно показано, что концентрация микропластика в городских водоемах значительно превышает таковую в пригородных озерах. Скорее всего, это связано с более высокой антропогенной нагрузкой на городские водоемы.

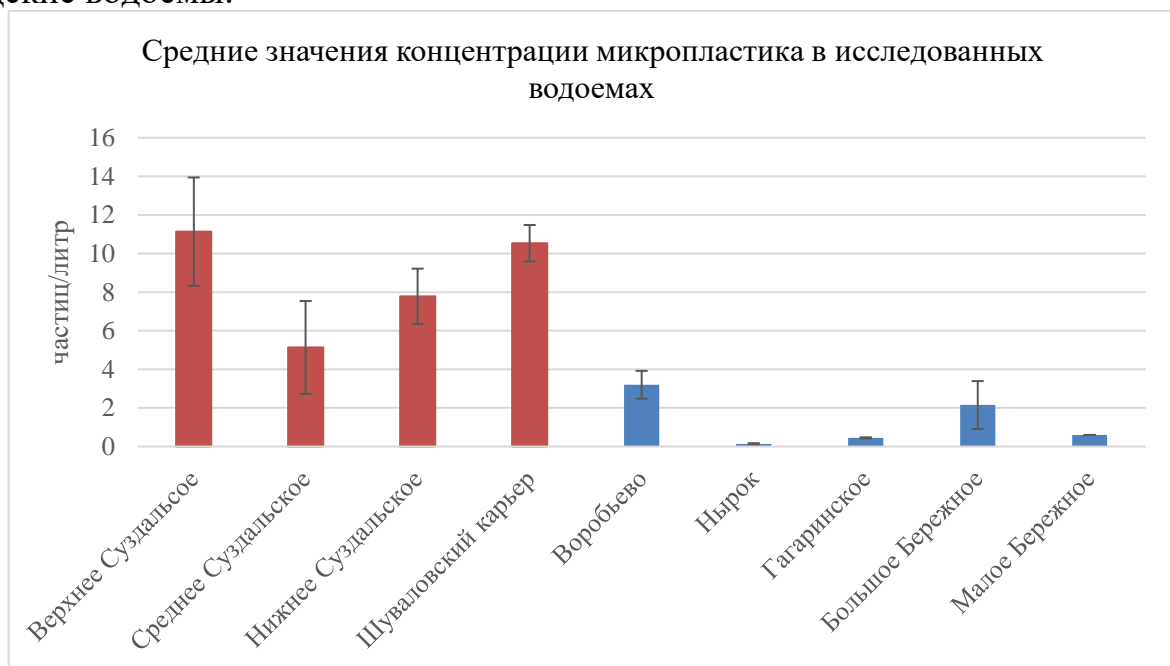


Рис. 9. Средние значения содержание частиц микропластика в исследованных водоемах.

В ходе работы мы оценили размер 166 частиц микропластика из пригородных озер и 1492 частиц из городских водоемов. Минимальный размер — около 50 мкм, максимальный — чуть более 5000 мкм. Распределение размеров показано на Рис. 10 и 11.

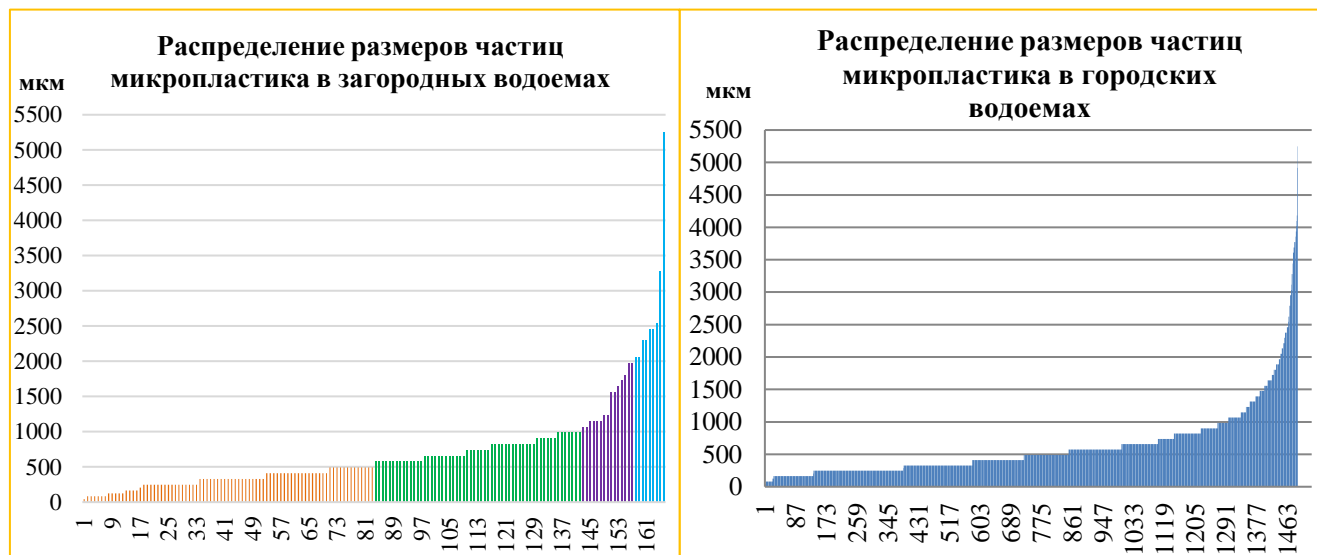


Рис. 10, 11. Распределение размеров частиц микропластика в исследуемых водоемах.

Соотношение размерных групп частиц оказалось практически одинаковым в загородных и городских водоемах. Около половины частиц имеют размер меньше 500 мкм. Частицы больше 2000 мкм встречались реже всего (3-5%). На гистограммах показано, что с увеличением размера частиц уменьшается их количество. В связи с этим мы предполагаем, что при использовании фильтра с меньшим размером ячеек количество частиц микропластика увеличится, так как частицы меньшего размера будут чаще попадать в пробу.

## Выводы

**1.** Из пригородных озер самая высокая антропогенная нагрузка отмечена для оз. Воробьево и оз. Большое Бережное. Наименьшая антропогенная нагрузка отмечена для оз. Нырок и оз. Гагаринское. Все городские водоемы отличаются высокой антропогенной нагрузкой, наибольшая отмечена для оз. Верхнее Суздальское.

**2.** Из пригородных озер самое большое количество частиц микропластика обнаружено в оз. Воробьево (4,8 частиц/литр), самое маленькое — в оз. Нырок (0,07 частиц/литр). Из городских водоемов самая высокая концентрация частиц микропластика обнаружена в оз. Верхнее Суздальское (17 частиц/литр), самая низкая – в оз. Среднее Суздальское (1,2 частиц/литр). Сравнение показывает, что содержание частиц микропластика в городских озерах выше, чем в пригородных. Это может быть связано с повышенной антропогенной нагрузкой.

**3.** Около половины (50-57%) обнаруженных частиц микропластика имеют размер меньше 500 мкм. С увеличением размера частиц уменьшается их количество. Частицы больше 2000 мкм составляют всего 3-5%. В связи с этим мы предполагаем, что при использовании фильтра с меньшим размером ячеек количество частиц микропластика увеличится, так как частицы меньшего размера будут чаще попадать в пробу.

### Список литературы

1. Афанасьева С.Э. Идентификация частиц микропластика в водах Финского залива Балтийского моря // Актуальные проблемы экологии и природопользования. — Москва, 2019. — С.333-338
2. Евглевский А., Личинки москитов научились есть пластик [Электронный ресурс] URL: <https://naked-science.ru/article/sci/lichinki-moskitov-nauchilisest> (дата обращения: 27.11.2019)
3. Ершова А.А. и др. Мониторинг морского мусора в прибрежной части восточного берега Финского залива Балтийского моря // Арктические берега: путь к устойчивости. Мурманск, 2018. — С.211-214
4. Максименко Н. Аprobация методики по определению частиц микропластика. — Архив Лаборатории экологии и биомониторинга «ЭФА». — 2017. — 15 с.
5. Наблюдение рек: пособие для проведения общественного экологического мониторинга. — СПб.: Экоцентр / Коалиция Чистая Балтика. — 2018. — 32 с.
6. Поздняков Ш.Р., Иванова Е.В. Оценка концентраций частиц микропластика в воде и донных отложениях Ладожского озера // Региональная экология. — 2018. — № 4(54). — С.48-52
7. Савельев В. Статистика и котики. — М.: АСТ — 2018. — 122 с.
8. Сакса А.И. Карельский перешеек: формирование природного и историко-географического ландшафта // Археология, этнография и антропология Евразии. — 2006. — № 2 (26) — С.35-44
9. Якименко А.Л., Блиновская Я.Ю. К вопросу об изученности микропластика в морской среде // Теоретические и прикладные аспекты современной науки. — 2015. — № 7-2 — С.139-141
10. Microplastics: Focus on Food and Health [Электронный ресурс] URL: [https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC110629/jrc110629\\_final.pdf](https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC110629/jrc110629_final.pdf) (дата обращения 14.01.2020)