



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ 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 бытовой химии и косметических средств в Санкт-Петербурге  
на наличие микропластика

Исполнитель Русских Александра Ивановна  
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат географических наук, доцент  
(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 Описание района исследования и проблемы загрязнения микропластиком водной среды .....	4
1.1 Загрязнение водной среды микропластиком .....	4
1.2 Физико-географическая характеристика района исследования .....	12
1.3 Город Санкт-Петербург и оценка его воздействия на качество природных вод.....	21
1.4 Очистка сточных вод от микропластика в Санкт-Петербурге .....	24
Глава 2 Материалы и методы исследования.....	28
2.1 Выбор средств и описание исходных данных.....	28
2.2 Методика лабораторного анализа проб природной воды.....	32
2.3 Описание лабораторной обработки образцов .....	33
2.3.1 Подготовка образцов косметических и моющих средств.....	34
2.3.2 Лабораторный анализ проб на наличие микропластика .....	35
Глава 3 Анализ полученных результатов .....	38
3.1 Результаты лабораторного исследования .....	38
3.2 Сравнение с результатами других исследований.....	41
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	47
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	49
Приложение А .....	53
Приложение Б.....	56
Приложение В .....	57

## ВВЕДЕНИЕ

Объёмы производства пластмасс за последние десятилетия возросли, и тенденция к их снижению пока не наблюдается. На переработку попадает лишь малая часть пластиковых изделий, поэтому одной из проблем, требующих внимания, является загрязнение окружающей среды пластмассовыми отходами, в том числе микропластиком.

Некоторые производители бытовой химии и косметических средств, не задумываясь о последствиях, намеренно добавляют микропластик в свою продукцию для улучшения её внешних или качественных характеристик. После использования таких средств микрочастицы попадают через трубопроводы в сточные воды, а после и в окружающую среду. Санкт-Петербург по численности населения второй город в России и первый среди городов, расположенных на берегу Балтийского моря, поэтому этот район Балтики испытывает интенсивную антропогенную нагрузку. Динамика потребления косметики прямо пропорциональна росту численности населения, а значит при её возрастании, вероятность поступления микропластика в экосистемы тоже увеличивается. Хотя опасность микропластиковых частиц не доказана, необходимо знать в какой продукции, которую мы используем, он содержится.

Цель работы: исследовать бытовые моющие и косметические средства, представленные на рынке Санкт-Петербурга, на наличие микропластика.

Задачи работы:

- дать физико-географическую характеристику г. Санкт-Петербурга и Финского залива;
- описать проблему загрязнения водной среды микропластиком;
- изучить методы исследования микропластика в водной среде;
- провести лабораторную обработку образцов;
- проанализировать полученные результаты.

# Глава 1 Описание района исследования и проблемы загрязнения микропластиком водной среды

## 1.1 Загрязнение водной среды микропластиком

Изобретение пластика состоялось в 1907 году, однако свою популярность он получил только во второй половине 20 века. До 2017 года с того времени уже произведено около 8,3 миллиардов тонн пластиковой продукции. На протяжении последних лет объёмы производства пластика превышают 300 миллионов тонн в год. Если такая динамика сохранится, то к 2050 году на планете будет находиться уже более 30 миллиардов тонн пластмассы [1].

Пластик обладает следующими свойствами, обуславливающими широту его применения:

- прочность;
- маленький вес;
- пластичность;
- дешевизна [2].

Виды пластика классифицируют по различным критериям, в том числе по влиянию на здоровье человека. К относительно безопасным относится, например, полипропилен, а к потенциально опасным полистирол. По реакции полимера на нагревание выделяют следующие основные группы: термопласты, реактопласты и эластомеры [3].

К числу реактопластов относятся материалы, в основе которых лежат фенол- и карбаминоформальдегидные (PF и UF), эпоксидные (EP) и полиэфирные смолы. Они обладают свойством необратимого отверждения – это означает, что при первом нагревании материал плавятся, а после остывания становится твёрдым, однако при последующих повышении температуры он мягче уже не станет.

Реакция термопластов и реактопластов на воздействие высоких температур схожа, только термопласты одинаково себя ведут как при первом,

так и при последующих нагреваниях – плавятся, если не допускать критических температур, при которых разрываются молекулярные цепи. К ним относятся полипропилен (PP), поливинилхлорид (PVC), полистирол (PS), поливинилацетат (PVA), полиэтилен (PE), полиметилметакрилат (оргстекло) (PMMA), полиамид (PA), поликарбонат (PC) и многие другие.

Эластомеры, например каучуки и резины, гнутся или немного вытягиваются под действием механической силы и быстро принимают прежнюю форму после её прекращения в большом температурном интервале [3].

С целью систематизации переработки в 1988 году Общество Индустрии Пластмасс (SPI) разработало единую международную маркировку, в которой для более распространённых видов пластика были даны обозначения от 01 до 06, всем остальным пластмассам присвоено число 07 [2].

01 – PET/PETE — полиэтилентерефталат (ПЭТ/ПЭТФ), относится к термопластам. Чаще всего используется в производстве пластиковых бутылок, контейнеров, банок и пользуется большой популярностью, хоть и подходит только для одноразового применения. При многократном или неверном использовании может выделять тяжёлые металлы и вещества, негативно влияющие на гормональный фон человека, например, фталаты.

02 – HDPE— полиэтилен высокой плотности, иначе полиэтилен низкого давления (ПНД). Термопластичный и относительно безопасный полимер. Он используется для изготовления упаковки молочной продукции, косметических и моющих средств, игрушек, многоразовых бутылок.

03 – PVC/V— поливинилхлорид (ПВХ), относится к термопластам. Изделия из него выделяют опасные химикаты, негативно влияющие на здоровье живых организмов и окружающую среду: винилхлорид, диоксины, фталаты, тяжёлые металлы. Применяется преимущественно в строительстве: для электроизоляции проводов, при производстве линолеума, труб, оконных рам, плёнок, а также для производства игрушек, искусственной кожи.

04 – LDPE — полиэтилен низкой плотности или полиэтилен высокого давления (ПВД) – относительно безвредный материал, из которого создаются полиэтиленовые пакеты, упаковочные плёнки.

05 – PP - полипропилен (ПП) – термопластичен, используется в качестве упаковки для продуктов питания, поскольку считается относительно безопасным. При неправильных условиях хранения или эксплуатации может выделять формальдегид.

06 PS - полистирол (ПС). Обычно из него производят стаканчики для горячих напитков и контейнеры, вопреки тому, что при нагревании материал выделяет опасные химические вещества, такие как стирол. Попадание этих веществ в организм может привести к нарушениям функций центральной нервной системы, заболеваниям крови и вегетативным расстройствам.

07 – OTHER или O - прочие. В данную группу отнесены все виды пластика, не включённые в вышеперечисленные [2].

В дополнение к обычному пластику изобретён так называемый биоразлагаемый пластик, который должен быстрее распадаться на частицы, однако его производство нецелесообразно, как и замена им обычных пластмасс. Без соблюдения условий компостирования некоторые из них могут оставаться в неизменном виде долгое время, не проявляя никаких признаков биоразложения. Исследования говорят о том, что только менее пятой части таких полимеров разлагается до состояния безопасных для природной среды элементов, а для их переработки необходимо разрабатывать и внедрять новые установки и механизмы. По большей части этот тип полимеров является оксопластиком, измельчающимся до микроскопических частиц в процессе разложения, а затем и пластиковой пыли, из-за чего скорость его проникновения в почву, грунтовые воды, живые организмы только увеличивается [1].

Все синтетические полимерные материалы состоят из смесей макромолекул с разной длиной цепи и разной молекулярной массой (ММ). ММ этих макромолекул в твердой фазе обычно велика, так как более короткие цепи

приводят к более мягким материалам. Молекулы полиэтилена длиной менее 700 углеродов представляют собой воски, а цепи алканов с менее чем 20 углеродами - жидкости или газы. Полимерные воски являются мелкими молекулами, которые образуются в результате уменьшения длины цепей, например, полиэтиленовый воск, популярный в РССР (пластиковые частицы в косметических средствах), доступный в виде порошка, хлопьев или гранул. Полиэтиленовые воски – это нерастворимые в воде твердые материалы, которые имеют температуру плавления намного выше максимальной температуры моря, поэтому они также подпадают под определение морского микропластикового мусора. Более жесткие материалы создаются с помощью длинных цепей, например, блестки из полиэтилентерефталата или цветные сферы из сополимера стирола/акрилатов. Удлинение цепи полиэтиленгликолей до 20 000 приводит к получению твердых материалов [4].

Впервые термин микропластик был использован в 2004 году британским ученым Ричардом Томпсоном [5]. Сейчас под микропластиком понимается пластиковая частица диаметром менее 5 мм, которая делится на два типа. Первичный микропластик – это гранулы, намеренно производимые маленькими по размеру как сырьё для создания из него готовой продукции или добавления в другие изделия. Вторичный – частицы, образующиеся в результате разламывания пластиковых отходов под воздействием воды, ветра, соли, ультрафиолетовых лучей и механических сил [1].

О проблеме загрязнения природных вод микропластиком известно довольно давно, однако очень долго внимание учёных было приковано в основном к морям и океанам, пресные водоёмы практически не изучались. Это показывает анализ статей российской научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU [6]. На запрос «микропластик» 25 апреля 2022 года сервис выдал 1120 публикации, касающихся этой темы, 808 из них посвящены водной среде (запрос «микропластик вода»), и только 256 – пресной воде (запросы «микропластик пресная вода» и «микропластик река»), при этом большая часть публикаций – обзорные статьи и исследования. Первые статьи в этом интернет-

ресурсе, проходящие по запросу «микропластик» датированы 2007 годом, но почти весь массив материалов опубликован начиная с 2020 года, что говорит о росте интереса ученых и общественности к исследуемой проблеме. Для наглядности на рисунке 1.1 изображено количество статей о микропластике на eLIBRARY.RU за 2007-2022 года.

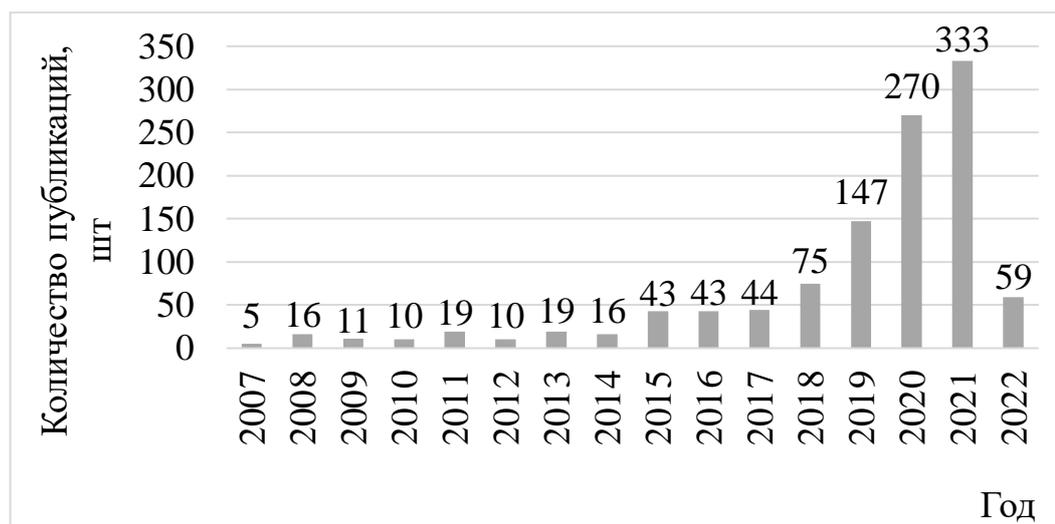


Рисунок 1.1 – Соотношение количества публикаций на тему микропластика на eLIBRARY.RU за 2007-2022 гг.

Многие производители добавляют полимеры в качестве ингредиентов в составы средств личной гигиены и косметические продукты для различных целей, например, пленкообразования, регулирования вязкости, лучшего отшелушивающего или очищающего эффекта. Ежедневно люди во всем мире используют косметику, содержащую микрочастицы пластика, для умывания и чистки зубов, хотя содержание микропластика, присутствующего в различных продуктах, может в некоторых случаях достигать 90% от состава [1].

В международной номенклатуре косметических ингредиентов (INCI) даны названия полимеров, используемых в косметической продукции и средствах бытовой химии. Среди них можно выделить несколько более популярных наименований и их основное предназначение:

- Nylon-12 (polyamide-12), nylon-6, polypropylene, polyacrylate, ethylene/propylene/styrene copolymer, butylene/ethylene/styrene copolymer используются для контроля вязкости,

- Polybutylene terephthalate – пенообразователь,

- Polyethylene isoterephthalate, Polytetrafluoroethylene (Teflon) применяется в качестве наполнителя,

- Из polyethylene terephthalate изготавливают блёстки,

- Polymethyl methacrylate – сорбент,

- Polypentaerythrityl terephthalate, polyethylene, polystyrene, polyurethane, acrylates copolymer, allyl stearate/vinyl acetate copolymers, ethylene/methylacrylate copolymer, ethylene/acrylate copolymer, trimethylsiloxysilicate (silicone resin) отвечают за плёнообразование,

- Styrene acrylates copolymer – используются для придания цвета продукции,

- Polypropylene terephthalate является стабилизатором [7].

Ежегодно только из средств гигиены, уходовой и декоративной косметики, чистящих средств в Балтийское море попадает от 80 до 130 тонн пластика (по данным Коалиции Чистая Балтика и HELCOM). В геле для душа может находиться количество пластиковых частиц равное количеству пластика, необходимого для производства его упаковки [8].

В морской воде микропластик притягивает и абсорбирует многие опасные примеси и загрязнители, присутствующие там, такие как полихлорированные бифенилы (ПХБ) – вещества, способные вызвать развитие раковых опухолей. Из-за своего маленького размера микропластик может быть проглочен многочисленными организмами, в том числе зоопланктоном и другими животными, включая птиц, рыб, моллюсков и ракообразных. Так микропластик, поднимаясь по пищевой цепи, попадает в организм человека, выделяя накопленные или изначально заложенные при производстве в нём вредные вещества.

Во многих странах на данный момент уже существуют принятые или находящиеся на стадии рассмотрения законодательные инициативы, касающиеся запрета производства и продажи микропластика. Соединённые Штаты Америки – одни из первых стран, правительство которых признало существование и масштабы проблемы. Там запрет на микропластик вступил в силу в 2017 году. Их примеру последовали в Нидерландах, Швеции и Канаде. В Российской Федерации борьба с этим видом загрязнения всё ещё находится на стадии развития. Для микропластика в составах косметических средств разработаны альтернативы, которые ответственные производители и используют в своей продукции. Для района Балтики накопление пластмасс – очень серьёзная проблема. Долгие сроки разложения пластика в естественных условиях в совокупности с крайне низкой скоростью обмена воды в Балтийском море гарантируют, что все частички пластмассы, оказавшиеся в морской среде, останутся там на долгие годы [8].

Благодаря высокой пористости микрочастицы пластмасс могут являться переносчиками патогенных организмов, несущих опасность для морских видов и человека (например, бактерий, вызывающих холеру). Микропластик может образовывать скопления, на поверхности которых поселяются «пластисферные» микробные сообщества и биопленки.

Бисфенол А, входящий в состав некоторых видов пластмасс, вследствие выщелачивания в морскую среду или попадания в ткани обитающих там организмов может нарушать работу эндокринной системы. Также доказано, что микропластик поглощает стойкие органические загрязнители (СОЗ) и металлические микроэлементы [1]. Потенциальные эффекты от физического, химического и биологического воздействия микропластика включают в себя разнообразные поведенческие, морфологические, репродуктивные и токсикологические эффекты, оказывающие сублетальное и летальное воздействие на организмы [9].

Влияние микропластика на живые организмы ещё не до конца изучено и понятно, но потенциально его токсическое воздействие может проявиться в результате:

1. Стресса, вызванного поеданием частиц, и появление ложной сытости у животных;
2. Выделения вредных добавок из пластмасс, включая пластификаторы;
3. Воздействия загрязнений, сорбированных микропластиками.

В лабораторных условиях было выявлено, что микропластик способен вызывать воспаления тканей, изменение и нарушение пищевого поведения, снижение роста особи и репродуктивного цикла, замедление фильтрации и дыхания, а также ряд заболеваний, приводящих к снижению выживаемости гидробионтов.

Для человека микрочастицы пластмасс также представляют возможную угрозу. Результаты исследований показывают, что они способны попадать в организм через органы пищеварения и дыхания, кожу и накапливаться во внутренних органах. Это может приводить к нарушениям гормонального фона и неврологического развития, респираторным, сердечно-сосудистым, метаболическим заболеваниям, проблемами с репродуктивностью [1]. При описании влияния микропластика на здоровье человека также говорится о возможности накопления его в лёгких, закупорке сосудов, тромбообразовании, проявлении канцерогенного эффекта.

Опасение вызывает и факт того, что загрязнение пресных вод не ограничивается только поверхностными водами – частицы микропластика встречаются и в подземных водах, в системах водоснабжения, бутилированной воде, в организме человека вплоть до околоплодных вод [9].

Необходимо отметить, что в настоящее время не регламентирован и безопасный уровень концентрации частиц микропластика (ПДК) в водных объектах, а попытки очистить морскую среду от него скорее всего будут безуспешны [9]. Причины этому большая рассеянность частиц, огромные

масштабы проблемы, космические затраты на реализации проектов. Более того, удаление микропластика из водных сред может нанести экологический ущерб, поскольку микроорганизмы, будут также удалены. Ключевой стратегией уменьшения последствий является предотвращение попадания микрочастиц в моря: призывать производителей отказаться от их использования в составе косметических средств и средств по уходу за телом и убедить население не покупать те средства, в которых содержится микропластик [7].

## 1.2 Физико-географическая характеристика района исследования

Финский залив расположен в восточной части Балтийского моря и омывает берега Финляндии, Российской Федерации и Эстонии, раскинувшись от полуострова Ханко на западе до устья Невы на востоке. Он представляет собой узкий водоем, глубоко вдающийся в материк. Горлом называется крайняя западная часть залива, а вершиной — восточная. Длина Финского залива составляет 398 км, площадь водного зеркала – 29700 км<sup>2</sup> или 7% от Балтийского моря, ширина у входа Пысаспеа — Ханко — 70 км, на меридиане о. Мощный увеличивается до 130 км, а восточнее уменьшается до 20 км. Объем водной массы 1120 км<sup>3</sup> (5% от Балтийского моря), средняя глубина - 38 м, максимальная глубина 115 м. Водосборный бассейн — 421 тыс. км<sup>2</sup>, приток воды — 109 км<sup>3</sup> в год, доля реки Нева от всего поступления по рекам – 70% [10].

При следовании от горла к вершине глубина залива идёт на уменьшение, особенно круто меняется глубина, следовательно и площадь поперечного сечения между створами Усть-Нарва — остров Мощный на западе и мыс Шепелевский — посёлок Озерки на востоке. Это место именуется Нарвской стенкой. Вдоль неё с юга на север находится цепь отмелей и островов. У южного берега залива около кронштадтского Корабельного фарватера расположена Лондонская отмель. Финский залив свободно сообщается с открытыми районами Балтийского моря, при этом из Невы в залив поступает



связаны с процессами эвтрофирования и загрязнения вод вредными веществами [13].

Северное побережье губы, в прошлом заболоченное, в некоторых местах поднимается намывом. Часть прибрежной полосы – Лахтинский разлив – представляет собой Лахтинскую впадину с большим мелководным озером - болотом в центре. Южный берег также низкий, только ближе к западу к западу от Стрельны он немного поднимается. На всём его протяжении друг друга сменяют населенные пункты, леса и парки. Почти две трети береговой линии губы застроены и испытывают сильную антропогенную нагрузку. С западной частью залива Невская губа сообщается через два пролива у острова Котлин, называемых Северными и Южными воротами, их ширина соответственно в среднем составляет 9 и 6 километров. Оба пролива имеют возникшие в них по различным причинам многочисленные препятствия, затрудняющие водообмен между пресными водами губы и солоноватыми водами залива, и мешающие вхождению ветровых волн из залива в губу. К западу от Ломоносовской отмели проходит довольно широкая полоса ряжевых преград (форты Санкт-Петербурга) [11].

Из Ладожского озера вытекает река Нева, которая через 74 километра впадает в Невскую губу Финского залива Балтийского моря. Согласно гидрографическому и водохозяйственному районированию территории РФ Нева относится к Балтийскому бассейновому округу (код округа 01) [14]. Территория водосбора реки с учётом бассейна Ладожского озера составляет 281 тысячу квадратных километров [15], при том, что площадь бассейна самой реки равна 5180 км<sup>2</sup> (менее двух процентов от общей площади бассейна). К этой площади относятся следующие субъекты Российской Федерации: город Санкт-Петербург, Ленинградская, Новгородская, Вологодская области, Республика Карелия, а также часть водосборной площади приходится на Финляндию. Нева – судоходная река на всём своём протяжении, принадлежащая Волго-Балтийскому пути [16].

Код гидрографической единицы Невы включая бассейны рек Онежского и Ладожского озёр – 01.04.00. Бассейн реки Невы состоит из трёх подбассейнов:

1. Свирь (включая реки бассейна Онежского озера), код гидрологической единицы 01.04.01;
2. Волхов (российская часть бассейна), код гидрологической единицы 01.04.02;
3. Нева и реки Ладожского озера (без 01.04.01 и 01.04.02, российская часть бассейнов), код гидрологической единицы 01.04.03 [14].

Территория бассейна Невы относится к Балтийскому щиту и Русской равнине. Рельеф современных участков бассейна сформировался от 50 до 10 тысяч лет назад – во время Валдайской ледниковой эпохи, что впоследствии и обусловило сложность рельефа в наши дни. Холмисто-моренный рельеф, моренные равнины и холмисто-котловинный камовый рельеф образовались на более высоких частях Карельского перешейка и Ижорской возвышенности после уменьшения размеров последнего ледника. В последнюю очередь лёд сошёл с впадин Финского залива и Ладожского озера. Около 13 – 11 тысяч лет назад низменности затоплялись водами, образованными таянием ледников, а рельеф формировался по мере спуска перигляционных озёр. На Балтийском кристаллическом щите заметно превалировал вынос ледниковых наносов, а на Русской равнине – процесс их накопления [17].

Данную территорию можно разделить на следующие провинции:

1. провинция Балтийского щита, которая находится на крайнем западе района и совпадает с выходом на поверхность скальных пород. На севере чередуются гряды высотой 15 – 60 м из кристаллических пород и узкие понижения достигающие в ширину 100 м. На юге роль ледниковых аккумулятивных форм увеличивается, а расчлененность и ориентированность рельефа уменьшается [18].
2. провинция аккумулятивного ледникового рельефа (Северо-Западная провинция). Балтийско-Ладожская низина расположена в пределах

внушительного понижения доледниковой поверхности и представлена однородным равнинным рельефом. Большие площади заняты низменными пространствами, такими как Невская, Приладожская низменности; Вуоксинская, Свирская низины. Возвышенности представлены Вепсовской и Лемболовской возвышенностями (от 200 до 300 м), Тихвинской грядой (до 280 м). В непосредственной близости к Санкт-Петербургу можно выделить Дудерговские, Пулковские и Парголово-ские высоты (от 100 до 300 м). Озерно-ледниковые равнины обрамлены моренными равнинами высотой 50 – 110 метров и выровненной поверхностью, на которой можно наблюдать скопления валунно-галечного материала. К этой полосе приурочены обширные водораздельные болотные массивы [18].

Область бассейна покрыта плотной сетью водотоков, озёрами и болотами. Густота речной сети лишена равномерности по площади, однако в среднем её значение равно  $0,45 \text{ км/км}^2$ . Амплитуда значений составляет больше  $0,6 \text{ км/км}^2$ : если сравнивать минимальные и максимальные значения, то на Ижорской возвышенности густота речной сети  $0,07 \text{ км/км}^2$ , а в частном бассейне Невы – от  $0,7$  до  $1,6 \text{ км/км}^2$ .

В пределах водосборного бассейна Невы и Ладожского озера наиболее значительными водотоками являются реки: Волхов, Свирь, Вуокса, Сясь, Тихвинка, Оять, Паша, Тосна и Ижора. Большая часть водотоков в этом районе характеризуется небольшим уклоном (в среднем меньше  $0,02\%$ ) и спокойным течением, лишь проходя по кристаллическим породам, моренным возвышенностям и грядам на перекатах и порогах скорость течения может резко увеличиваться [18].

Земли бассейна реки Невы обладают одним из самых больших показателей озерности на Русской равнине. Участки, занятые озёрами, составляют около одной шестой доли площади равнины. Карстовые озёра распространены в восточной и юго-восточной части. В Республике Карелия и в бассейне реки Волхов встречаются озёра болотного типа – площадь не более  $0,5 - 1 \text{ км}^2$ , отложения ила на дне мощностью до 3,5 метров. Большинство озёр

характеризуются проточным типом водного режима. Береговая линия выражена слабо, рельеф дна плоский, глубины обычно достигают максимум 10 м.

Около 17% бассейна занято болотами, причиной столь широкого распространения которых стала совокупность особенностей климата и рельефа, а именно – избыточное увлажнение, равнинный рельеф и неглубокое залегание грунтовых вод. Болота распространены в основном в бассейнах рек Волхов, Свирь и Вуокса. Самыми крупными из болот района являются Зеленецкий Мох, Соколий и Гладкий Мох [18].

### Рельеф

На территории города Санкт-Петербурга и Ленинградской области рельеф был сформирован под влиянием сочетания различных геологических процессов, в основном касающихся чередования периодов оледенения и потепления. В послеледниковое время важную роль играют процессы денудации и карстовые явления, возникающие которых обусловлено в том числе поднятием земной коры [19].

Для изучаемого района основным фактором формирования рельефа долгий период времени является эрозионно-аккумулятивная деятельность водных потоков. Развитие рельефа находится в зависимости от эволюции существовавших здесь в позднеледниковый и послеледниковый периоды бассейнов крупных водоёмов. Постепенное уменьшение уровней воды сказалось на террасированности рельефа современных Приневской и Приморской низин. Можно выделить две террасы, разделённые ярко выраженным в рельефе уступом, нередко сглаженным последствиями влияния текучих вод и техногенными процессами. Поверхность верхней – озерно-ледниковой, абсолютные отметки которой достигают 60-65 метров, осложнена камовыми холмами и грядами. Нижняя – соответствует литориновой террасе, окаймляющей Финский залив. Ширина её относительно невелика и только к северо-востоку и востоку от Сестрорецка доходит до 8 километров. Абсолютные высоты здесь колеблются от уровня моря до 10-16 м, а ширина

пляжа от 20 до 200 метров [20]. Геоморфологическая карта Санкт-Петербурга и Ленинградской области представлена на рисунке 1.3.

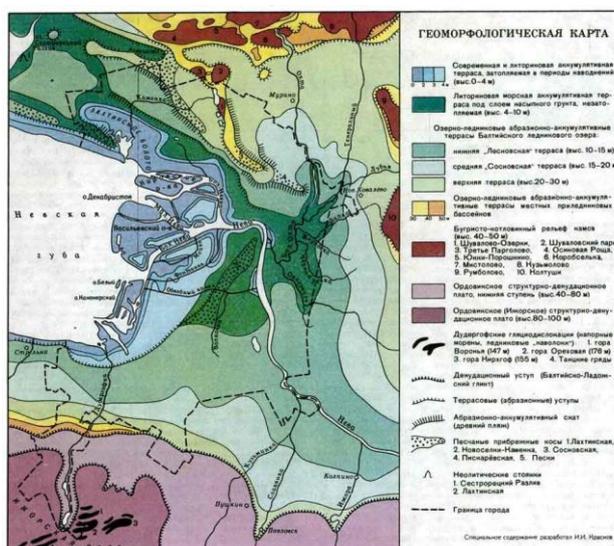


Рисунок 1.3 – Геоморфологическая карта Санкт-Петербурга и Ленинградской области [19]

Крайние северная и восточная части периметра Санкт-Петербурга проходят по граничной части моренной возвышенности, расположенной в центре Карельского перешейка, рельеф которого образован формами ледниковой и водно-ледниковой аккумуляции: сменой холмов, камов, оз и зандровых равнин с понижениями, занятыми озёрами и болотами, долинами мелководных рек [20].

Центр города расположен в устье реки Невы. Его рельеф в значительной степени потерял свои природные черты: сейчас на большей части территории сформирован техногенный рельеф из намывных и насыпных грунтов, мощность которых достигает десятка метров, и засыпанных водоёмов, речных долин, изменена береговая линия Финского залива.

Южная граница города проходит по Балтийско-Ладонскому уступу, ограничивающему Ижорскую возвышенность. Поверхность возвышенности относительно плоская, её абсолютные отметки достигают 65 — 75 метров в районе Пулковских высот. Балтийско-Ладонский уступ ярко выражен в

рельефе, относительная его высота доходит до 25-30 м, часто он расчленён глубоко врезаемыми узкими долинами рек и ручьёв, имеются карстовые формы рельефа, представленные в виде воронок [20].

#### Климат

Циркуляционные процессы, представляющие собой всю совокупность различных погодных условий, служат определяющими факторами в формировании климатического режима исследуемого района. В течение года превалирует западный перенос воздушных масс и циклонов из районов Атлантического океана, который становится причиной развития в городе климата с ярко выраженными морскими чертами: мягкой зимой, прохладным летом, достаточно высокой влажностью воздуха и относительно частыми атмосферными осадками. Интенсивная циклоническая деятельность объясняет большие амплитуды значений атмосферного давления во времени: за период инструментальных наблюдений минимальное значение составило 954, максимальное – 1064 гПа, а среднее значение 1013 гПа. Среднее месячное атмосферное давление воздуха за определённый год может существенно расходиться с многолетним.

Ветровой режим находится в тесной зависимости от особенностей атмосферной циркуляции: с увеличением значения горизонтального барического градиента растёт сила ветра и устойчивость его направления. Обычно летом в городе барические градиенты и скорости ветра ниже, чем в осенне-зимний период. По имеющимся многолетним данным в Санкт-Петербурге в среднем за год наибольшую повторяемость имеют западные, юго-западные и южные ветры, сумма повторяемости которых выше 50%.

Циклоническая деятельность и её интенсивность играют определяющую роль в выпадении осадков на территории Санкт-Петербурга. Осадки неравномерно распределяются по сезонам: за апрель – октябрь выпадает около 70% осадков, а за ноябрь – март соответственно около 30%. Средняя многолетняя годовая сумма осадков по данным за период 1961-1990 гг. составляет 637 мм.

Частая смена воздушных масс разного происхождения в окрестностях города обуславливает сильную изменчивость во времени погодных условий, следовательно, и температуры воздуха. Во все сезоны можно наблюдать температуры воздуха, которые отличаются от средних многолетних значений. Средние месячные температуры воздуха характеризуют тепловой режим и сглаживают на графиках большие единичные отклонения [13].

Основываясь на данные, полученные за время многолетних наблюдений, можно сделать вывод, что среднегодовая температура воздуха в Санкт-Петербурге составляет  $5,6^{\circ}\text{C}$ . Самый холодный период начинается с декабря и заканчивается в феврале: средние температуры  $-7,9^{\circ}\text{C}$  –  $10,4^{\circ}\text{C}$ . Наиболее тёплым месяцем года является июль со среднесуточной температура  $19,5^{\circ}\text{C}$ .

С 1752 по 2021 года суммарное изменение средней годовой температуры воздуха в городе составило  $2^{\circ}\text{C}$ . За последние три десятилетия температура воздуха поднялась на  $1,7^{\circ}\text{C}$  в среднем за год: зимой повышение составило  $3,5^{\circ}\text{C}$ , а летом  $1,5^{\circ}\text{C}$ .

Анализ наблюдений говорит о том, что для динамики температуры воздуха в Санкт-Петербурге характерен значительный положительный температурный тренд, причиной которого служат два основных фактора: естественные колебания температуры и возникновение локального нарушения теплового режима приземного слоя воздуха, который иногда упоминается как «городской остров тепла» [21].

#### Растительность

Основная площадь рассматриваемой территории расположена в подзоне южной тайги. Для этой подзоны характерно преобладание хвойных лесов, однако могут встречаться и широколиственные деревья, в том числе в подлеске. При движении на юг лиственных деревьев становится больше, заметен переход к смешанным лесам. На северо-востоке превалирует подзона средней тайги со слабо развитым подлеском и отсутствием широколиственных лесов на водоразделах.

Около половины территории водосбора Финского залива занята лесными массивами. Однако их качество не идеально – заметно антропогенное влияние: коренные ценные породы деревьев сохранились в достаточном количестве в основном на северо-западной и восточной частях области. Причиной этому стали вырубки деревьев, из-за которых коренные породы (сосновые и еловые) были замещены малоценными и малопродуктивными лиственными лесами и мелколесьями, занятыми берёзами, осинами, ольхой серой. Территория около города используется для нужд сельского хозяйства [22].

### 1.3 Город Санкт-Петербург и оценка его воздействия на качество природных вод

Санкт-Петербург – город федерального значения, находящийся в дельте реки Невы у восточного побережья Финского залива Балтийского моря. Географические координаты центра города – 59°57' северной широты и 30°19' восточной долготы. Санкт-Петербург является административным центром Северо-Западного федерального округа (СЗФО), обладающим значительным природно-ресурсным потенциалом, высокоразвитой промышленностью и густой транспортной сетью. Через порты Балтийского моря город обеспечивает связи с другими странами. Санкт-Петербург является самостоятельным субъектом РФ и реализует региональные и федеральные полномочия, государственные функции в области охраны окружающей среды, природопользования и обеспечения экологической безопасности.

По данным Комитета имущественных отношений Санкт-Петербурга на 01.01.2021 года город занимает площадь равную 144715,42 га, при этом внутренние воды составляют около десятой доли пространства [23]. На водосборный бассейн Невы приходится 71800 га (около 50%) площади города [16].

Согласно оперативным данным Федеральной службы государственной статистики от 25.04.2022 "Оценка численности постоянного населения на 1

января 2022 г. и в среднем за 2021 г." в городе проживают порядка 5.384.342 человек. Показатель плотности населения в Санкт-Петербурге в сотни раз превышает средний по России и на 1 января 2021 года составляет 3847,52 человек на один квадратный километр [24]. Количество жителей города Санкт-Петербурга неравномерно распределено по районам (Рисунок 1.4).

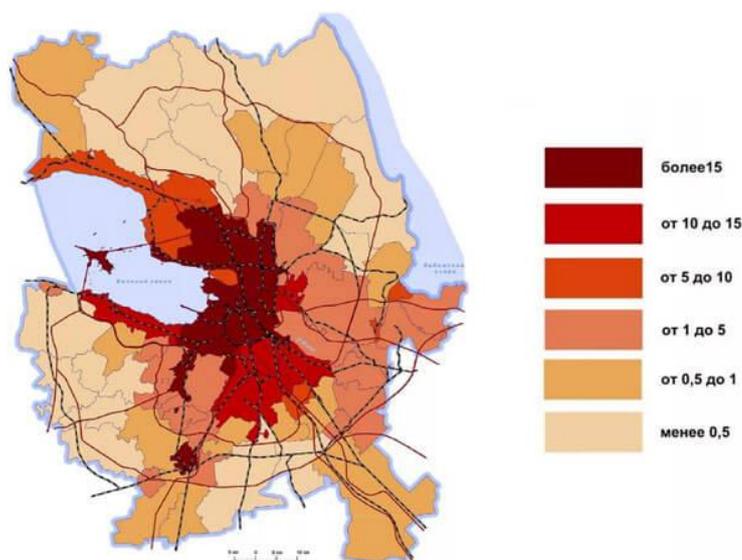


Рисунок 1.4 – Плотность населения Санкт-Петербурга и муниципальных образований Ленинградской области, чел/га [24]

Наибольшее число человек проживает в Приморском, Калининском, Невском, Выборгском и Фрунзенском районах, при этом Курортный и Петроградский районы характеризуются наименьшим по городу значением заселенности. Ощущаемая плотность повышается в летние сезоны во время притока туристов.

Средний возраст горожан Санкт-Петербурга – 41 год. Опираясь на возрастную-половую структуру, можно сказать, что на 1000 мужчин приходится 1208 женщин – характерный показатель для всех крупных городов Российской Федерации [25].

В связи с ростом темпов урбанизации на качество природных вод и их химический состав на рассматриваемом участке влияет совокупность природных и антропогенных факторов. Хотя в последние годы реализуются

попытки снижения размеров антропогенной нагрузки с помощью принятия и разработки различных международных соглашений о снижении выбросов и добычи полезных ископаемых, уровень негативного влияния человечества продолжает превышать способность водоемов и водотоков противостоять этому нарушению, освобождаться от вносимых загрязнений (самоочищающую способность). В Санкт-Петербурге и его пригородах эта проблема заслуживает особого внимания из-за обширной гидрографической сети, насчитывающей 64 реки, 48 каналов и 34 ручья. Общая протяженность водотоков 555,5 км, 217,5 км из которых в городской черте [13].

На речных водосборах района Санкт-Петербурга и Ленинградской области антропогенная нагрузка распределена довольно неравномерно. Ввиду вышеописанной ситуации во многих водных объектах образуются и сохраняются зоны хронически повышенного загрязнения [26].

Можно выделить следующие антропогенные факторы, влияющие на качество водных объектов:

- выбросы загрязняющих веществ промышленности и других источников в атмосферу, включая трансграничный перенос с прилегающих районов;
- чрезмерное применение химических удобрений, пестицидов, приводящее к загрязнению почв;
- сброс в водоёмы неочищенных сельскохозяйственных сточных вод;
- загрязнение от наземного, водного и воздушного транспорта;
- утечки нефти и нефтепродуктов;
- мусор, выбрасываемый в водоёмы и прилегающие к ним территории;
- сбросы бытовых и промышленных сточных вод через канализации населенных пунктов и объектов народного хозяйства. При этом микропластик, используемый в косметических продуктах или отделяющийся при стирке одежды, попадая в канализацию, может накапливаться в системе очистки сточных вод. Во время очистки удаляется часть пластиковых частиц, которая,

попадая в состав побочного продукта – ила, в дальнейшем иногда вывозится на поля в качестве удобрения. Так микропластик тысячами тонн ежегодно попадает из сточных вод в плодородные почвы [1].

#### 1.4 Очистка сточных вод от микропластика в Санкт-Петербурге

На ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» очистка сточных вод осуществляется в несколько технологических этапов. Первый этап – это механическая очистка, подразумевающая под собой решётки, песколовки, первичные отстойники для удаления механических примесей. Вторым этапом – биологическая очистка от органических соединений, осуществляемая за счёт микроорганизмов активного ила на аэротенках, вторичных отстойниках. Третьим этапом – химическая очистка, необходимая для удаления из воды фосфора и фосфатов. Четвёртым этапом – обеззараживание, проводимое для борьбы с микроорганизмами и вирусами [27].

Комиссия по защите морской среды Балтийского моря, образованная в 1974 году для защиты Балтийского моря от всех источников загрязнения, известная под названием Хельсинкская комиссия (ХЕЛКОМ) – является межправительственной организацией и региональной морской конвенцией в районе Балтийского моря. Каждый год проходят заседания Хельсинкской комиссии, в которых активно участвуют представители всех стран, состоящих в комиссии: Дании, Эстонии, Европейского Союза, Финляндии, Германии, Латвии, Литвы, Польши, России и Швеции. В качестве результата работы выносятся рекомендации касательно защиты морской среды и устойчивой деятельности в море, решения по распределению бюджета и другие ключевые решения, принимаемые на основе общего согласия [28].

План действий по Балтийскому морю (BSAP) был принят в 2007 году и обновлён в 2021 году. Он представляет собой стратегическую программу мер и действий ХЕЛКОМ по достижению здорового экологического состояния моря, что в перспективе приведет к благополучному состоянию Балтийского моря.

Обновлённый план разделен на четыре раздела, у каждого из которых есть определённые цели:

- Биоразнообразие с его целью «экосистема Балтийского моря здорова и устойчива»;
- Эвтрофикация – «сделать Балтийское море незатронутым эвтрофикацией»;
- Опасные вещества и мусор. Цель раздела – «сделать Балтийское море незатронутым опасными веществами и мусором»;
- Деятельность на море с целью “Экологически устойчивой деятельности на море” [29].

В 2014 году ХЕЛКОМ и ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» опубликовали результаты совместного пилотного исследования микропластика, поступающего в центральные очистные сооружения Водоканала Санкт-Петербурга, и изменение его количества после очистки.

Проверка проб сточных вод на наличие микропластика проводилась с помощью специального фильтрующего устройства, состоящего из трёх пластиковых трубок диаметром 60 мм и соединителей, между которыми помещались круглые фильтры диаметром 80 миллиметров. Внутри конструкции фильтр с наибольшим размером ячеек – 300 микрометров располагается в верхней части, фильтр 100 микрон посередине и 20 микрон внизу.

Для изучения поступления микропластиковых отходов на очистные сооружения и влияния процесса очистки рассматривались суточные интегральные пробы, взятые перед всем процессом очистки – поступающие сточные воды, в середине процесса – после механической очистки и в конце – из очищенных сбрасываемых сточных вод. Для того, чтобы избежать забивания фильтром объём проб определялся с учётом степени очистки воды: получилось, что отбиралось от 100 мл для неочищенных сточных вод и до 8 литров для очищенных. После фильтрации фильтры убирались в чашки Петри для высыхания и защиты от стороннего загрязнения. Образцы исследовали под

световым микроскопом с увеличением X50 для распознавания и подсчёта микропластика. Белые, прозрачные, зеленые и коричневые частицы не учитывались в исследовании, так как их практически невозможно идентифицировать исключительно с помощью метода визуальной идентификации.

Все отобранные материалы были проанализированы. Оказалось, что в каждой пробе, взятой из Центральной станции водоотведения Водоканала Санкт-Петербурга, было найдено много микропластиковых частиц. Однако в процессе очистки их концентрация заметно снижалась.

В поступающих сточных водах содержалось 467 волокон, 160 синтетических и 3160 черных частиц на литр сточных вод. После механической очистки было обнаружено 33 волокна, 21 синтетических и 302 черных частиц на один литр воды. После процесса очистки содержание микропластика составило 16 волокон, 7 синтетических и 125 черных частиц. Объясняется это тем, что пластиковые частицы под действием силы тяжести оседают или задерживаются в иле во время очистки, но некоторые частицы из общего объёма проходят через фильтры всех этапов очистки и попадают в водную среду вместе с очищенными сточными водами. Это говорит о том, что несмотря на всю свою сложность и многоступенчатость, современные очистные сооружения не способны удалить 100% микропластиковых частиц из сточных вод до их попадания в водные объекты или муниципальные системы водоснабжения.

Приведённые выше цифры могут использоваться исключительно для осреднённого изображения ситуации, поскольку они были получены только из однодневной выборки. За год ГУП Водоканал Санкт-Петербурга очищает около 350 миллионов кубометров сточных вод, поступающих после в водоёмы, поэтому объём отходов микропластика, попадающих в окружающую среду, может быть довольно внушительным [30].

После проведения расчётов была составлена гистограмма, на которой представлено среднее количество волокон, синтетических и чёрных частиц, за сутки поступающее с очищенными водами в окружающую среду (Рисунок 1.5).

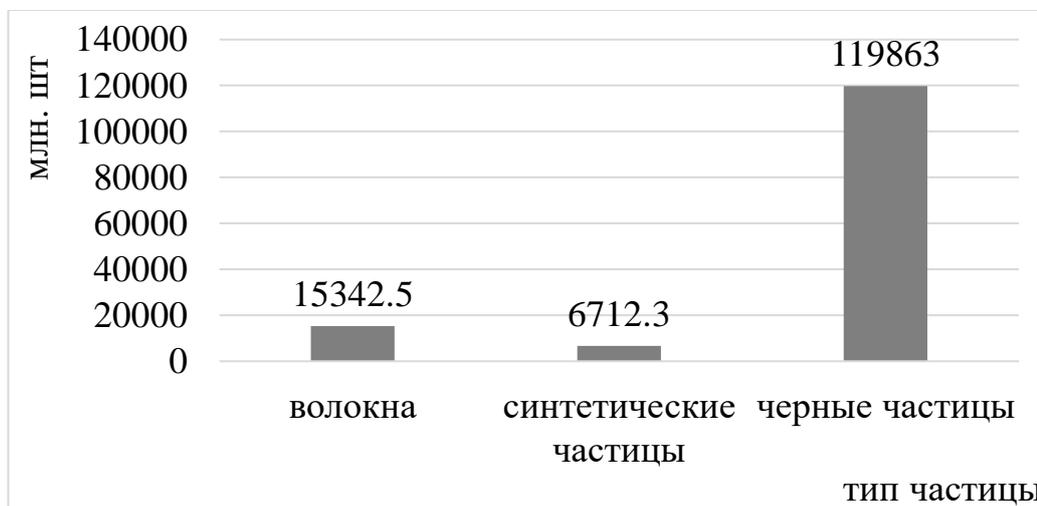


Рисунок 1.5 – Количество микропластиковых частиц, за сутки поступающих из очистных сооружений Санкт-Петербурга в водоёмы

Результаты исследования показывают, что несмотря на многоступенчатость процесса очистки сточных вод, очистные сооружения могут выступать в качестве точечного источника морского микропластикового мусора.

## Глава 2 Материалы и методы исследования

### 2.1 Выбор средств и описание исходных данных

На рынке Санкт-Петербурга представлено немало косметических и бытовых средств различных фирм: начиная от локальных производителей натуральной косметики и заканчивая мировыми брендами.

С целью выбора продуктов для исследования был проведён опрос 15-ти студенток и 5-ти студентов РГГМУ в возрасте от 20 до 24 лет. Опрашиваемым задавались вопросы о том, какие фирмы уходовой косметики, зубных паст и бытовой химии они чаще всего используют. Результаты опросов представлены на рисунках 2.1 – 2.3.

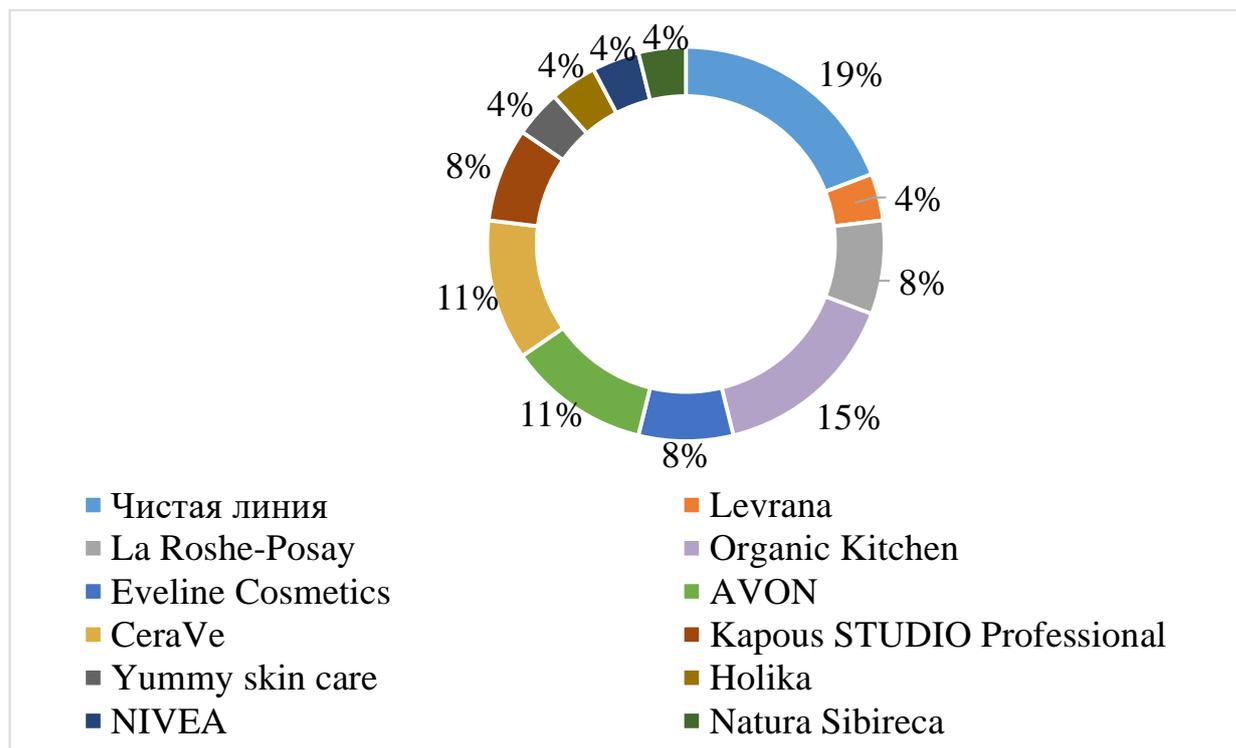


Рисунок 2.1 – Результаты опроса про косметику для ухода за кожей и волосами

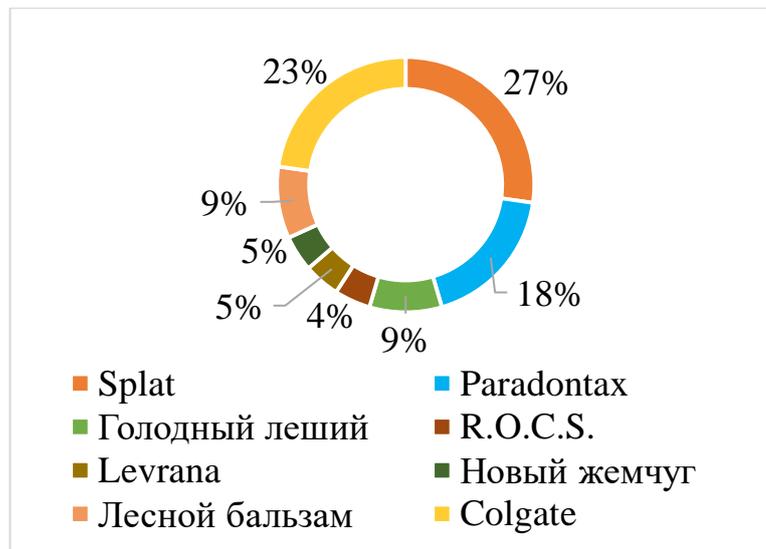


Рисунок 2.2 – Результаты опроса про зубные пасты

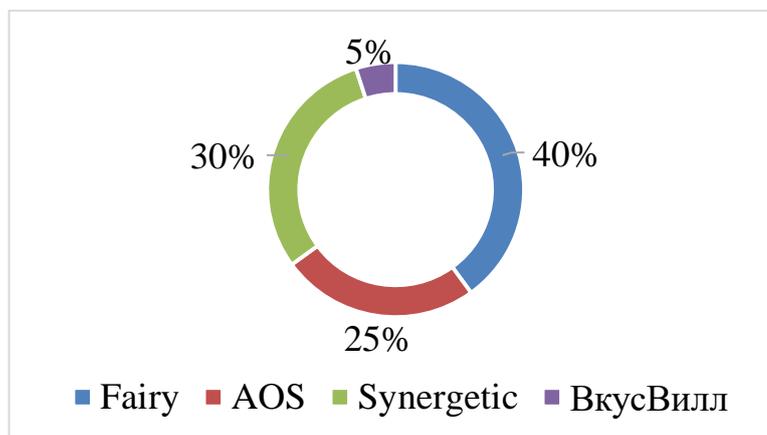


Рисунок 2.3 – Результаты опроса про средства бытовой химии

Опираясь на диаграммы, можно сделать вывод, что чаще всего студенты используют продукцию следующих фирм: средства для ухода за кожей и волосами – Чистая линия, Organic Kitchen, AVON и CeraVe, зубные пасты – Splat, Paradontax, Colgate, Лесной бальзам и Голодный леший, бытовая химия – Fairy, Synergetic, AOS. При этом на вопрос «Как Вы считаете, есть ли в этой продукции микропластик?» 50% опрошенных выразили уверенность в его наличии, а 50% сказали, что не уверены в этом.

Общественная экологическая организация «Друзья Балтики», существующая уже более двадцати лет, выступает за сохранение здоровой окружающей среды для нынешнего и будущих поколений человечества.

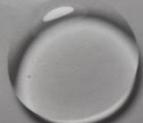
Участники организации вовлечены в проекты от муниципального до международного уровней, касающиеся улучшения методов экологического образования и просвещения, развития нетрадиционных видов энергетики, охраны водных объектов и распространении "зелёных" привычек среди населения [31]. Также члены и сторонники Друзей Балтики занимаются различными исследованиями, среди которых было изучение косметических и бытовых средств на наличие микропластика методом анализа компонентов их составов. С целью сравнения результатов, полученных Друзьями Балтики и нами, были выбраны ещё несколько образцов.

В результате для исследования было взято 16 средств различных фирм и функционалов: шампуни двух брендов, восемь косметических продуктов для очищения кожи, сыворотка для лица, три зубные пасты и два средства для мытья посуды. Названия средств, их внешний вид и упаковка представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Исследуемые средства (составлена автором)

Название средства	Основные характеристики	
<b>Шампуни</b>		
Карous STUDIO Professional Шампунь «Aromatic symphony» Малина		
Чистая Линия Шампунь-бальзам для частого мытья «Хлопковое молочко»		
<b>Средства для очищения кожи лица/тела</b>		
Organic kitchen «One in a melon» обновляющий био ГОММАЖ		
CeraVe Увлажняющий очищающий крем-гель для нормальной и сухой кожи		

Продолжение таблицы 2.1

Название средства	Основные характеристики	
Kora phytocosmetics мусс для очищения проблемной и жирной кожи с пребиотиком		
Librederm очищающий гель для умывания серацин		
Yummy skin care гель для душа клубника со сливками		
Avon гель для душа «Морская лагуна»		
Eveline cosmetics очищающе-увлажняющая пенка для умывания «I love vegan food»		
La roche-posay effaclar gel micro-peeling		
Сыворотки для лица		
Laboratorium сыворотка с голубым ретинолом		
Зубная паста		
Splat биокальций		
Paradontax с фтором		
Голодный леший «вечнозелёные облака»		

## Окончание таблицы 2.1

Название средства	Основные характеристики
Бытовая химия	
Fairy	
Synergetic	

Полные составы, названия и бренды всех средств собраны в Таблице А.1 Приложения А.

### 2.2 Методика лабораторного анализа проб природной воды

Анализ проб природных вод состоит из нескольких этапов: сырого просеивания, сушки, жидкого окисления в перекиси водорода, плотностного разделения (флотации) и визуальной сортировки при помощи микроскопа.

Подходит для рассмотрения микропластика в виде пластинок, плёнок, лесок, волокон, фрагментов из взвешенного вещества в пробах воды, взятых с поверхностного слоя [32].

Суть метода заключается в фильтрации дистиллированной водой взвеси, после высушиваемой для определения массы твердых веществ в пробе. После этого частицы подвергаются жидкому окислению с помощью 30-процентного пероксида водорода в присутствии катализатора – жидкого раствора Fe (II) для растворения лабильного органического вещества, да данном этапе пластик ни с чем не реагирует. Нерастворенные микрочастицы необходимо разделить по плотностям в растворе хлорида натрия, чтобы с помощью флотации отделить частицы пластика от общей массы. После сепаратора частицы пластика собираются на фильтр для высыхания. Это необходимо, потому что от влажных

фильтров отражается свет микроскопа, с помощью которого производится подсчёт частиц [32].

При определении частиц микропластика под микроскопом необходимо помнить, что:

- у пластиковой частицы нет видимых клеточных или органических структур.
- волокна должны быть одинаковой толщины по всей длине, за исключением видимых процессов расщепления или стирания.
- обычно цвет пластика чистый и однородный, кроме случаев, когда видны полосы, узоры или наблюдается биообрастание.
- пластиковые детали не ломаются при надавливании иглой или пинцетом [33].

Размер частиц определяется подсчетом количества клеточек фильтра или с помощью специального приложения для камеры микроскопа.

### 2.3 Описание лабораторной обработки образцов

Учитывая повсеместное распространение полимерных микроволокон в окружающей среде, вероятность их попадания в пробы после отбора крайне высока, поэтому шаги по предотвращению потенциального загрязнения особенно важны и должны предприниматься на каждом этапе экспериментального процесса. В связи с этим возникает необходимость заранее подготовить лабораторию и оборудование.

Все столешницы, полки и другие поверхности для удаления с них пыли необходимо перед началом работы протереть влажной тряпкой. Окна перед началом проведения экспериментов должны быть закрыты и находиться в таком состоянии до завершения работ. Заходить в лабораторию в верхней одежде также запрещено.

Одежда, изготовленная из синтетических волокон, таких как акрил, вискоза, полиэстер и нейлон являются потенциальным источником загрязнения,

поэтому в лаборатории желательно носить одежду из натуральных тканей, на которую во время тестирования надевается лабораторный халат [34].

Вся химико-лабораторная посуда должна быть чистой и обработанной дистиллированной водой. В данном исследовании дистиллированная вода перед использованием фильтровалась через 130-микронный сетчатый фильтр. Там, где это было возможно, применялось стандартное непластиковое оборудование – металлическое и стеклянное.

### 2.3.1 Подготовка образцов косметических и моющих средств

Перед анализом выбранные пробы необходимо обработать методом фильтрации. Для этого было использовано следующее оборудование и материалы:

- мерный стакан объёмом 500 мл;
- лабораторный штатив;
- шприцовка;
- дистиллированная вода;
- стеклянная воронка;
- чаши Петри (стеклянные);
- тканевые фильтры;
- шпатель из нержавеющей стали.

Процесс сырого просеивания заключается в том, что проба пропускается через фильтр путём промывания её дистиллированной водой. С этой целью собирается специальная установка, состоящая из штатива, на который устанавливается стеклянная воронка, и мерного стакана (рисунок 2.4). В данном случае в стеклянную воронку помещается квадратный или прямоугольный сетчатый фильтр, сложенный таким образом, чтобы он повторял форму самой воронки, а его края размещались за пределами воронки. На случай возможного внешнего загрязнения для минимизации погрешности результатов дистиллированную воду перед этим необходимо отфильтровать.



Рисунок 2.4 – Установка для сырого просеивания

Проба пропускается с дистиллированной водой через тканевый фильтр с размером ячеек 130 мк. Ёмкость с остатками пробы промывается шприцевкой с дистиллированной водой, для переноса оставшегося материала на фильтр. Далее следует сушка фильтра, для которой он переносится в чистую стеклянную чашу Петри. Чаша Петри остаётся в естественных условиях до полного просушивания материала. Высушенный фильтр с частицами микропластика хранится в закрытых чашках Петри в тёмном сухом месте.

### 2.3.2 Лабораторный анализ проб на наличие микропластика

Визуальная идентификация – важный шаг исследования, с помощью которого появляется возможность быстро определить текстуру частицы и другие её характеристики. С её помощью выполнен анализ 16 проб с целью определения наличия и концентраций микропластиковых частиц в косметике и бытовых средствах.

Для рассмотрения проб было использовано следующее оборудование и материалы:

- Чаши Петри;
- Стереоскопический микроскоп «Levenhuk» с увеличением до X45;
- Камера «Levenhuk» Base M300
- Игла;
- Пинцет;

- Спиртовка.

Исследование фильтра на частицы микропластика производится в следующем порядке:

- Есть вероятность, что при высыхании фильтр слегка согнётся и это будет существенно затруднять наблюдение. В этом случае с помощью нескольких капель клея его края прикрепляют к чаше Петри.

- Фрагмент проверяется в пределах, определенных формой фильтрующего элемента.

- Фильтр читается по строчкам слева направо, после рассмотрения одной строчки спускаются на следующую. Перемещать по фильтру следует последовательно.

- Затем можно классифицировать по характеристикам, таким как размер, форма и цвет. В зависимости от формы обычно включают пять основных категорий: волокно, фрагмент, шарик, пена, пленка.

Однако у данного метода есть значительные недостатки. В связи с тем, что визуальное определение материала иногда довольно затруднительно, некоторый процент не пластиковых частиц может быть ошибочно идентифицирован как микропластик. Из-за неточности визуальной идентификации в целях снижения погрешности результатов исследования её необходимо совмещать с иными химическими или физическими методами, например, с тестом горячей иглой [35].

Тест с горячей иглой применяется в том случае, если внешне невозможно распознать пластиковой или органической является частица, и основывается на различии реакций материалов на нагревание: пластик при соприкосновении с раскалённым металлом плавится, сворачивается или отпрыгивает, а органика и другие материалы – нет. Метод удобно применять, если исследуемые фрагменты находятся на расстоянии друг от друга, поэтому нужно разносить их в разные стороны (в лаборатории мы переносили частицу на предметное стекло) [35]. Иглу необходимо нагреть над огнём спиртовки до красноты, иначе

реакция не произойдёт. На рисунке 2.5 представлена фотография процесса распознавания частиц горячей иглой.

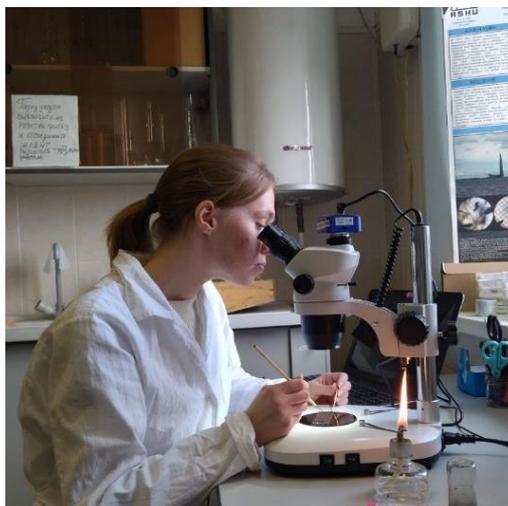


Рисунок 2.5 – Анализ проб методом горячей иглы с использованием микроскопа

Тест также не гарантирует 100% достоверность полученных результатов и используется в совокупности с другими характеристиками пластика.

### Глава 3 Анализ полученных результатов

В ходе проведенных лабораторных исследований было проанализировано 16 проб, включающих 14 косметических средств и 2 средства бытовой химии, продаваемых в магазинах Санкт-Петербурга. Минимальный размер рассматриваемых частиц обусловлен размером ячейки сетки фильтра и составляет 130 микрон.

#### 3.1 Результаты лабораторного исследования

После процесса сырого просеивания на фильтрах оставались частицы, натуральность которых определялась раскалённой иглой. Большее количество частиц оказалось не пластиком. Результаты анализа проб с помощью визуальной идентификации и проверки методом горячей иглы отражают содержание микропластиковых частиц в 20 граммах средства и представлены в виде Таблицы 3.1.

Таблица 3.1 - Количество микропластика в отобранных пробах (составлена автором)

№ пробы	Название средства	Масса пробы, г	Количество частиц, всего	Концентрация, ч/г
1	Yummy skin care гель для душа клубника со сливками	19,74	1	0,051
2	Organic kitchen «One in a melon» обновляющий био гоммаж	21,195	0	0
3	Eveline cosmetics очищающе-увлажняющая пенка для умывания «I love vegan food»	19,643	6	0,305
4	Avon гель для душа «Морская лагуна»	20,845	4	0,192
5	Librederm очищающий гель для умывания «Серацин»	20,38	3	0,079

Продолжение таблицы 3.1

№ пробы	Название средства	Масса пробы, г	Количество частиц, всего	Концентрация, ч/г
6	Kora phytocosmetics мусс для очищения проблемной и жирной кожи с пребиотиком	19,573	0	0
7	CeraVe увлажняющий очищающий крем-гель для нормальной и сухой кожи	20,124	0	0
8	La roche-posay Effaclar gel micro-peeling	20,25	0	0
9	Paradontax зубная паста с фтором	20,382	0	0
10	Synergetic биоразлагаемое средство для мытья посуды «Сочный лимон»	20,223	0	0
11	Чистая Линия шампунь-бальзам для частого мытья «Хлопковое молочко»	20,246	3	0,148
12	Splat зубная паста «биокальций»	19,91	21	1,055
13	Голодный леший зубная паста «вечнозелёные облака»	20,274	0	0
14	Karous Studio Professional шампунь «Aromatic symphony» Малина	19,936	4	0,201
15	Laboratorium сыворотка с голубым ретинолом	20,179	0	0
16	Fairy средство для мытья посуды с ароматом розового жасмина и алоэ вера	20,843	2	0,096

Опираясь на данные из таблицы 3.1, была составлена гистограмма, наглядно показывающая количественное содержание частиц микропластика в анализируемых пробах (Рисунок 3.1).

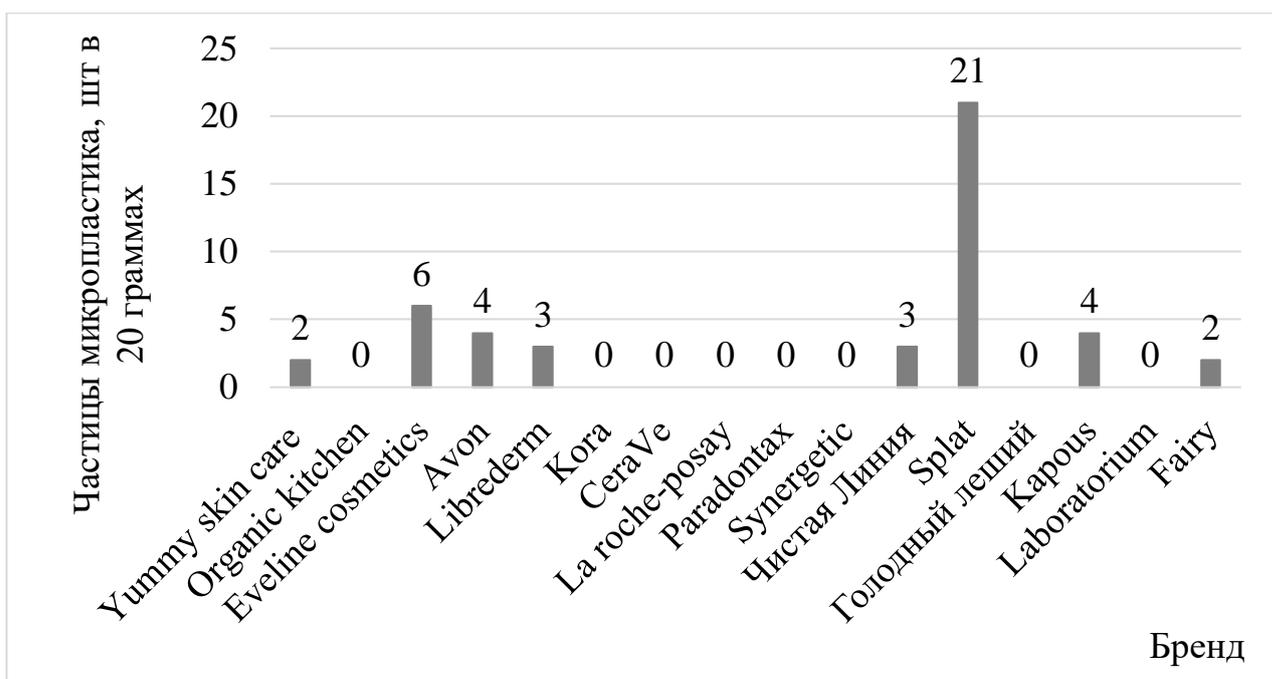


Рисунок 3.1 – Содержание частиц микропластика в анализируемых пробах

Среди исследуемых средств больше всего микропластика было выявлено в зубной пасте Splat «Биокальций» – 21 частица на 20 грамм пробы, то есть концентрация полимеров составляет 1,055 ч/г. В средствах для очищения кожи фирм Organic kitchen, Kora phytocosmetics, CeraVe, La roche-posay, зубных пастах от Paradontax, Голодный леший, сыворотке для лица Laboratorium и биоразлагаемом средстве для мытья посуды Synergetic микропластик вообще не обнаружен. Из всех возможных форм частиц в средствах были найдены микропластиковые волокна и фрагменты, представленные на Рисунке 3.2.

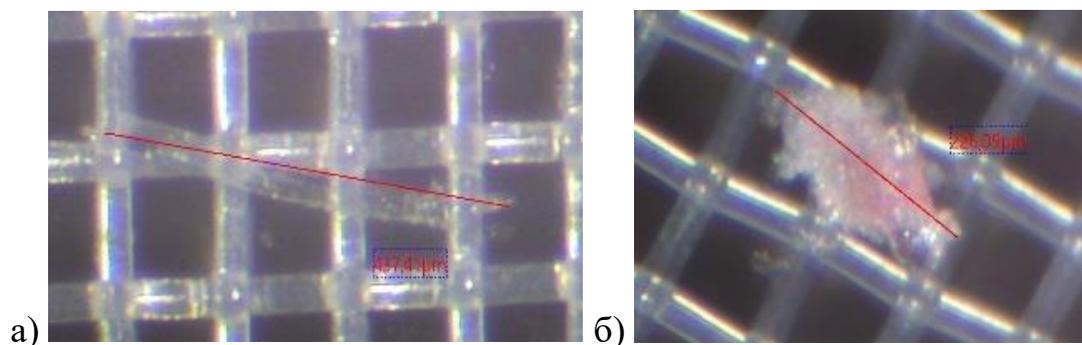


Рисунок 3.2 – Примеры обнаруженных микропластиковых частиц  
 а – волокно (437,4 мкм); б – фрагмент (226,1 мкм)

Опираясь на таблицу Б.1 приложения Б, в которой представлены снимки обнаруженных частиц и определён их тип, можно сказать, что абсолютное большинство составляют именно волокна различной длины, фрагменты занимают всего лишь 4,5% найденного микропластика. Снимки сделаны через микроскоп с 30-кратным увеличением. Примечательно, что ни в одной из исследуемых проб не было обнаружено больше одной разновидности частиц.

### 3.2 Сравнение с результатами других исследований

Члены общественной экологической организации «Друзья Балтики» в 2015 году, опираясь на названия полимерных веществ, чаще всего добавляемых в косметику, и их обозначения, приведённые в Таблице 3.2, проанализировали составы средств бытовой химии и косметики на наличие пластика.

Таблица 3.2 – Полимеры, добавляемые в косметические и бытовые средства [8]

Название	Аббревиатура
Polyethylene	PE
Polypropylen	PP
Polyethylenterephthalat	PET
Polyester (Polyester-1; Polyester-11)	PES
Polyamid (Nylon-12;Nylon-6; Nylon-66)	PA
Polyurethan (Polyurethan-2; Polyurethan-14; Polyurethan-35)	PUR
Polyimid (Polyimid-1)	PI
Ethylen-Vinylacetat-Copolymere	EVA
Acrylates Copolymer	AC
Acrylates Crosspolymer	ACS
Polyquaternium	P
Polyquaternium-7	P-7
Polysyrene	PS

Из всех проверенных продуктов исследователями было выявлено 157 средств восьмидесяти фирм, в составе которых заявлены полимеры. Результаты

их анализа объединены в Таблице В.1 Приложения В. Среди них 5 бальзамов и кондиционеров для волос, 6 дезодорантов, 36 гелей для душа, 27 шампуней, 13 кремов, лосьонов для лица, ног и рук, 7 штук мыла, 27 скрабов, 12 средств для укладки волос, 4 солнцезащитных крема, 14 иных косметических и 6 хозяйственных средств. На Рисунке 3.3 представлена диаграмма распространённости различных типов полимеров в косметических средствах. По ней видно, что чаще всего производители добавляют в составы Polyquaternium – P, Acrylates Copolymer – AC и Polyethylen – PE (используются в продукциях 35%, 26% и 18% фирм соответственно)

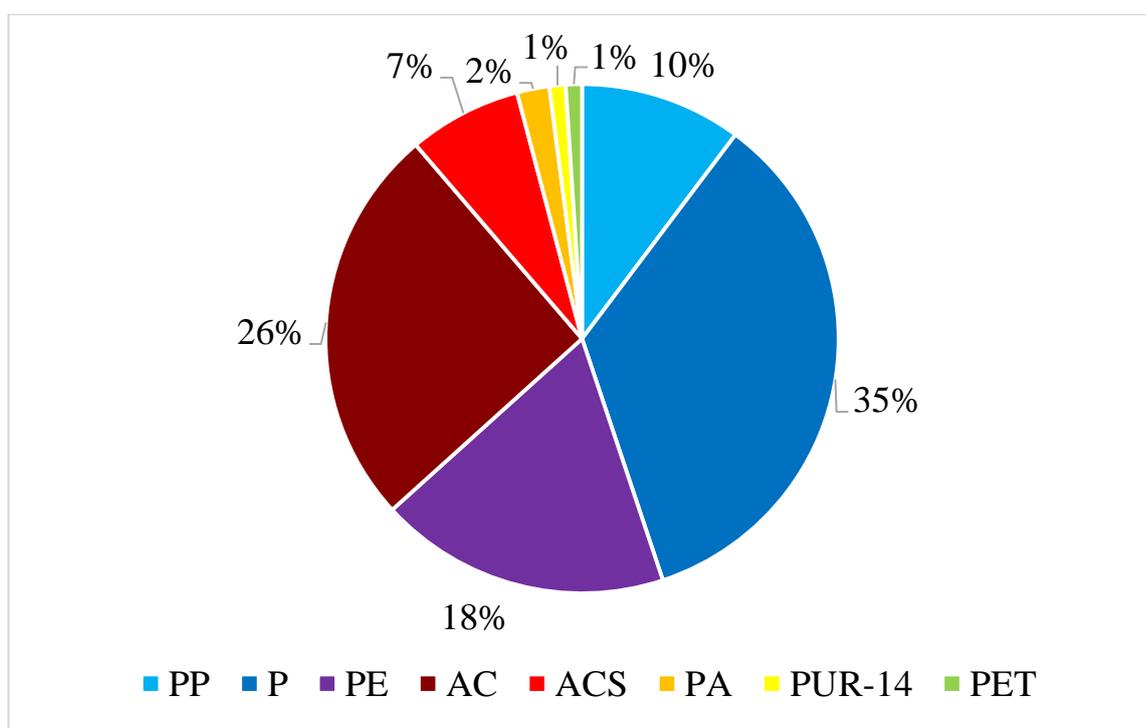


Рисунок 3.3 – Диаграмма встречаемости полимерных веществ в средствах, исследованных Друзьями Балтики

Для сравнения результатов исследований был проанализирован состав средств, проверенных ранее под микроскопом. Результаты анализа занесены в таблицу 3.3.

Таблица 3.3 – Анализ состава исследуемых проб бытовой химии и косметических средств на наличие полимеров (составлена автором)

Название средства	Бренд	Производитель	Микропластик, указанный в составе	Тип пластика
Шампуни				
«Aromatic symphony» Малина	Karous	Косметик Групп	Polyquaternium-7	P-7
«Хлопковое молочко»	Чистая Линия	Unilever	Polyquaternium-10	P-10
Средства для очищения кожи лица/тела				
«One in a melon» обновляющий био гоммаж	Organic kitchen	Органик шоп рус	Нет	Нет
Очищающий крем-гель для нормальной и сухой кожи	CeraVe	L'Oréal	PEG-40 stearate	PE
Мусс для очищения кожи с пребиотиком	Kora phytocosmetics	Фитопром	PEG-7, PEG-40, PEG-40	PE
Гель для умывания серацин	Librederm	Биофармлаб	Нет	Нет
Гель для душа клубника со сливками	Yummy skin care	Loren Cosmetic	Acrylates Copolymer, PEG-4, PEG-7, PEG-40	AC, PE
Гель для душа «Морская лагуна»	Avon	Avon	PEG-150	PE
Очищающе-увлажняющая пенка «I love vegan food»	Eveline cosmetics	Eveline cosmetics	Нет	Нет
Effaclar gel micro-peeling	La roche-posay	L'Oréal	PEG-150, PEG-6, polyquaternium-47,	PE, P-47
Кремы, лосьоны и сыворотки для лица/тела				
Сыворотка с голубым ретинолом	Laboratorium	Laboratorium	Нет	Нет
Зубная паста				
«биокальций»	Splat	Сплат-Косметика ООО	ПЭГ-8, поливинилпиррол идон	PE
с фтором	Paradontax	Paradontax	Нет	Нет
«вечнозелёные облака»	Голодный леший	Голодный леший	Нет	Нет

Продолжение таблицы 3.3

Название средства	Бренд	Производитель	Микропластик, указанный в составе	Тип пластика
<b>Бытовая химия</b>				
Средство для мытья посуды с ароматом розового жасмина и алоэ вера	Fairy	Procter and Gamble	<5% Неионогенные ПАВ	+
Биоразлагаемое средство для мытья посуды «Сочный лимон»	Synergetic	Synergetic	Нет	Нет

Из 16 средств 9 имеют в составе полимеры (2 шампуня, 5 средств для очищения кожи, 1 зубная паста и 1 средство бытовой химии).

Опираясь на данные таблицы, была составлена диаграмма встречаемости полимерных веществ в составах средств, исследованных методом визуальной идентификации (Рисунок 3.4).

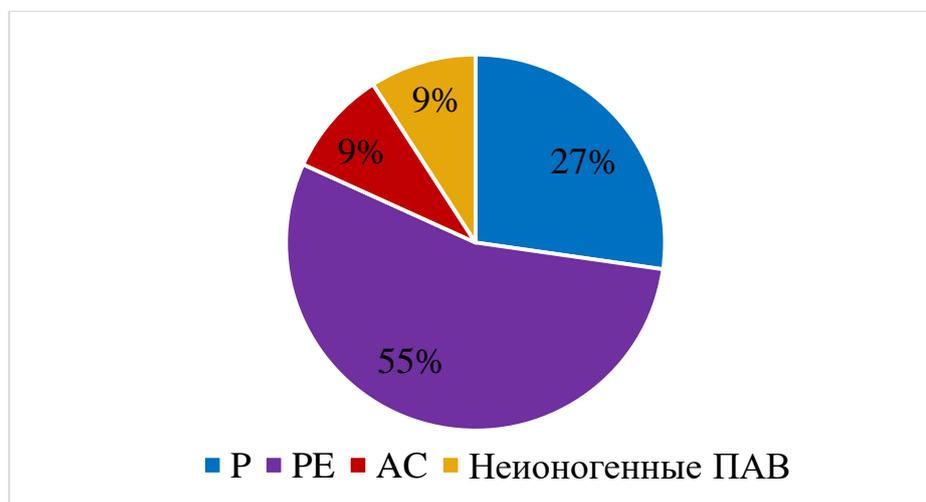


Рисунок 3.4 - Диаграмма встречаемости полимерных веществ в составах средств, исследованных в настоящей работе

По ней видно, что чаще всего производители добавляют в составы Polyethylen – PE и Polyquaternium – P (используется в продукциях 55%, 27% фирм соответственно).

Обзор общественной экологической организации «Друзья Балтики» и текущее исследование затронули несколько продуктов одних фирм, а именно Fairy, Kora, Eveline, AVON и Чистая линия. При сравнении результатов анализа составов можно сказать, что за 7 лет, которые пошли между исследованиями, эти фирмы не пересмотрели составы и не прекратили использовать пластик внутри своих средств.

Если сравнивать данные, полученные в лаборатории и результаты анализа составов, можно выделить четыре различные ситуации:

1. Пластик не был обнаружен и не заявлен в составе. К таким средствам относятся зубные пасты Голодный леший «вечнозелёные облака» и Paradontax с фтором, Laboratorium сыворотка с голубым ретинолом, Organic kitchen «One in a melon» обновляющий био гоммаж и Synergetic биоразлагаемое средство для мытья посуды «Сочный лимон».

2. Пластик обнаружен в лаборатории и упоминается на этикетке средства: шампунь Kapous Studio Professional «Aromatic symphony» малина, Чистая Линия шампунь-бальзам «Хлопковое молочко», Yummy skin care гель для душа клубника со сливками, Avon гель для душа «Морская лагуна», зубная паста Splat «биокальций» и Fairy средство для мытья посуды с ароматом розового жасмина и алоэ вера.

3. Пластик заявлен в составе, но не обнаружен в ходе визуальной идентификации частиц. Среди таких средств присутствуют CeraVe увлажняющий очищающий крем-гель для нормальной и сухой кожи, Kora phytocosmetics мусс для очищения проблемной и жирной кожи с пребиотиком, La roche-posay Effaclar gel micro-peeling. Это объясняется тем, что размеры пластиковых частиц в средствах могли быть меньше ячеек фильтра (130 микрон) и пройти через них или тем, что концентрация микропластика очень мала и он просто не попал в отобранные 20 грамм.

4. Пластик не заявлен в составе, но найден при визуальной идентификации. Это касается очищающего геля для умывания серацин фирмы Librederm и Eveline cosmetics очищающе-увлажняющей пенки для умывания «I

love vegan food». Эти бренды не заявляют о том, что их составы органические, экологичные и в них не используются полимеры.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе было проведено исследование бытовых моющих и косметических средств, доступных на рынке Санкт-Петербурга, на наличие микропластика. Была дана физико-географическая характеристика города Санкт-Петербурга и Финского залива, в том числе, Невской губы и описана проблема загрязнения водной среды микропластиком. Были изучены методы исследования микропластика в водной среде. Часть методов применена при проведении лабораторной обработки образцов, в результате которой частицы микропластика подсчитаны и классифицированы. Полученные данные проанализированы и сравнены с данными исследования общественной экологической организации «Друзья Балтики».

По результатам проведённой работы можно сделать следующие выводы. В целом по наличию микропластика пробы разделились поровну: в 8 были найдены частицы полимеров, а в 8 нет. Из исследуемых шестнадцати проб больше всего микропластиковых частиц содержалось в зубной пасте Splat «Биокальций», при этом в зубных пастах Голодный леший и Paradontax, сыворотке для лица Laboratorium, обновляющем био гоммаже и биоразлагаемом средстве для мытья посуды Synergetic они вовсе отсутствовали. Всего было обнаружено две формы микропластика: волокна – более распространены и фрагменты.

При сравнении результатов анализа составов Fairy, Kora, Eveline, AVON и Чистой линии в 2022 году и результатов, полученных общественной экологической организацией «Друзья Балтики» в 2015 году, оказалось, что данные фирмы не прекратили использовать полимеры в своей продукции.

После сопоставления данных, полученных в лаборатории, и результатов анализа составов средств, выбранных для настоящего исследования, были выявлены пробы, в которых при лабораторном исследовании не были обнаружены полимеры, указанные в составах. Это касается продуктов фирм CeraVe, Kora phytocosmetics и La roche-posay. Обратная ситуация сложилась со

средствами Librederm и Eveline cosmetics, в составах которых не выявлен микропластик, обнаруженный на фильтрах. Данные бренды не позиционируются как органические, не использующие полимеры. Самыми распространёнными типами микропластика в бытовой химии и косметических средствах оказались polyquaternium (P) и polyethylene (PE).

Как показало исследование, многие компании используют полимеры в составах косметических средств и бытовой химии и не планируют отказываться от них в ближайшем будущем.

Необходимо использовать силу влияния общественного мнения на производителей и чаще поднимать тему защиты морских экосистем и организмов людей от микропластика. Нужно продолжать исследовать микропластик для лучшего понимания его воздействия на человека и природную среду. Учитывая потенциальные риски, связанные с микропластиком, рекомендуется тщательно изучать составы косметики и средств бытовой химии на наличие полимеров и избегать использование продукции, содержащей их. Это может побудить производителей пересмотреть составы своих товаров и сделать их натуральнее, отказаться от полимеров, разрабатывать и использовать более безопасные для здоровья человека и природы аналоги.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде. «Проблема загрязнения и ее решение: Глобальная оценка загрязнения морской среды мусором и пластмассами». Сводный доклад. – Найроби, 2021. – 44 с.
- 2 Мединцев А.Р. Виды пластика и вредные вещества, выделяющиеся при их плавлении / А.Р. Мединцев // Высокие технологии, наука и образование: актуальные вопросы, достижения и инновации: сб. статей IX Всероссийской научно-практической конференции, Пенза, 27 января 2021 года. – Пенза: Наука и Просвещение, 2021. – С. 25-28.
- 3 Соколов Ю.И. Риски тотального пластикового загрязнения планеты/ Ю.И. Соколов // Проблемы анализа риска. – 2020. – Т.17. – №3. – С. 30-43.
- 4 Gruber JV, Goddard ED. Synthetic polymers in cosmetics. // Principles of Polymer Science and Technology in Cosmetics and Personal Care. – New York.: Marcel Dekker Inc., 1999. – pp. 339-403.
- 5 Thompson R.C., Olsen Y., Mitchell R.P., Davis A., Rowland S.J., John A.W.G., Mcgonigle D., Russell A.E. Lost at sea: where is all the plastic? // Science (New York). - 2004. - № 304. - P. 838.
- 6 eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека: [Электронный ресурс] // URL: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 18.05.2022). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
- 7 Leslie H.A. UNEP. Plastic in Cosmetics / H.A. Leslie (IVM), 2015 – P. 38.
- 8 Мытарёва Д.А. Микропластик – невидимая проблема / Д.А. Мытарёва. – Минск.: Центр экологических решений, 2015. – 12 с.
- 9 Микроскопические частицы синтетических полимеров в пресноводных экосистемах: изученность и современное состояние / О. В.

Никитин, В. З. Латыпова, Т. Я. Ашихмина [и др.] // Теоретическая и прикладная экология. – 2020. – № 4. – С. 216-222.

10 Максимов А. А. Экосистема эстуария реки Невы: биологическое разнообразие и экологические проблемы / А.А. Максимов – М.: Т-во науч. изданий КМК, 2008. 346–355 с.

11 Нежиховский Р.А. Река Нева и Невская губа / Р.А. Нежиховский - Л.: Гидрометеиздат, 1981. - 112 с.

12 Электронный справочник с картами городов: Google maps. [Электронный ресурс] // URL.: <https://www.google.ru/maps/@60.0141944,29.5684247,9z/data=!5m1!1e4> (дата обращения 20.03.2022)

13 Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2020 году/ Под редакцией Д.С. Беляева, И.А. Серебрицкого – Ижевск.: ООО «ПРИНТ», 2021. - 253с.

14 Гидрографические единицы и водохозяйственные участки (ВХУ) [Электронный ресурс] // Аэро-софт бюро информационных технологий. – URL: <https://www.airsoft-bit.ru/spravochnik/548-vxy> (дата обращения 06.03.2022)

15 Нева [Электронный ресурс] // Все реки. – URL: <https://vsereki.ru/atlanticheskij-ocean/bassejn-baltijskogo-morya/neva> (дата обращения 06.03.2022)

16 Схема комплексного использования и охраны водных объектов (СКИОВО) бассейна реки Нева в 6 книгах Книга 1. Общая характеристика речного бассейна реки Нева/ В.Ю. Георгиевский, Т.П.Гронская, А.Л.Шалыгин. – СПб., 2010. – 189 с.

17 Природа Ленинградской области и её охрана / Л. С. Евтеева, Р. М. Коронатова, В. И. Кузнецов [и др]. – Л.: Лениздат, 1983. – 277 с.

18 Водные ресурсы России и их использование / под ред. проф. И.А. Шикломанова. – СПб.: Государственный гидрологический институт, 2008. – 600 с.

- 19 Санкт-Петербург. Петроград. Ленинград : энцикл. справ. / сост. Белова Л. Н., Булдаков Г. Н., Дегтярев А. Я. [и др.]— М.: Большая рос. энцикл., 1992. — 687 с.
- 20 Геологический атлас Санкт -Петербурга – СПб.: Комильфо., 2009. - 57 с.
- 21 Характеристика климата Санкт-Петербурга [Электронный ресурс] // Экологический портал Санкт-Петербурга. – URL.: <http://www.infoeco.ru/index.php?id=1091> (дата обращения 15.02.2022)
- 22 Левина Е. Ленинградский лес / Е. Левина// ЛесПромИнформ. – 2004. - № 7 (20). – С. 12-13.
- 23 Комитет имущественных отношений Санкт-Петербурга [Электронный ресурс] // URL.: <https://commim.spb.ru/Web> (дата обращения 16.02.2022)
- 24 Плотность населения России: по городам, областям на 2021 год [Электронный ресурс] // Статистика и показатели региональные и федеральные. – URL.: <https://rosinfostat.ru/plotnost-naseleniya/> (дата обращения 16.02.2022)
- 25 Население Санкт-Петербурга: численность, состав и прочее [Электронный ресурс] // Статистика и показатели региональные и федеральные. – URL.: <https://rosinfostat.ru/naselenie-sankt-peterburga/> (дата обращения 16.02.2022)
- 26 Клубов С.М. Оценка загрязненности вод рек Санкт-Петербурга с использованием отчетных материалов ГУП "Водоканал СПб" в 2018 году / С. М. Клубов, В. Ю. Третьяков // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. География. Геология. – 2019. – Т. 5. – № 3. – С. 160-174.
- 27 Технологии очистки [Электронный ресурс] // ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга». – URL.: [http://www.vodokanal.spb.ru/kanalizovanie/tehnologii\\_ochistki/](http://www.vodokanal.spb.ru/kanalizovanie/tehnologii_ochistki/) (Дата обращения 14.05.22)

28 Organisation [Электронный ресурс] // Хельсинкская конвенция по Балтийскому морю. – URL: <https://helcom.fi/about-us/organisation/> (Дата обращения 20.05.22)

29 План действий по Балтийскому морю [Электронный ресурс] // Хельсинкская конвенция по Балтийскому морю. – URL: <https://helcom.fi/baltic-sea-action-plan/> (дата обращения 20.05.22)

30 [Электронный ресурс] // Хельсинкская конвенция по Балтийскому морю. – URL: <https://www.helcom.fi/wp-content/uploads/2019/08/Microplastics-at-a-municipal-waste-water-treatment-plant.pdf> (дата обращения 20.05.22)

31 Talvitie J. HELCOM, BASE project 2012-2014: Preliminary study on synthetic microfibers and particles at a municipal waste water treatment plant. /J. Talvitie, M. Heinonen. – 2014. – P. 17.

32 Зобков М. Б. Микропластик в морской среде: обзор методов отбора, подготовки и анализа проб воды, донных отложений и береговых наносов / М. Б. Зобков, Е. Е. Есюкова // Океанология. – 2018. – Т. 58. – № 1. – С. 149-157.

33 Norén F. Small plastic particles in Coastal Swedish waters. KIMO report., 2007. – 11 p.

34 Using a forensic science approach to minimize environmental contamination and to identify microfibrils in marine sediments. / Woodall LC, Gwinnett C, Packer M, Thompson RC, Robinson LF, Paterson GL. // Mar Pollut Bull. – 2015. – Volume 95. – Issue 1, pp. 40-46.

35 Quality assessment of the blue mussel: Comparison between commercial and wild types. / De Witte, B., Devriese, L., Bekaert, K., Hoffman, S., Vandermeersch, G., Cooreman, K. & Robbens, J. // Mar. Pollut. Bull. – 2014. – Volume 85. – Issue 1, pp. 146-155.

## Приложение А

Таблица А.1 – Названия и составы анализируемых средств (составлена автором)

Название средства	Бренд	Производитель	Состав
Шампуни			
«Aromatic symphony» Малина	Karous Studio Professional	Косметик Групп	Aqua, Sodium Laureth Sulfate, Cocamidopropyl Betaine, Sodium Chloride, Polyquaternium-7, Parfum (Fragrance), Hexyl Cinnamal, Sodium Citrate, Glycerin, Citric Acid, 2-Bromo-2-Nitropropane-1,3-Diol, Diethylhexyl Syringylidenemalonate, Caprylic/Capric Triglyceride, C.I.18050, C.I.14720
Шампунь-бальзам для частого мытья «Хлопковое молочко»	Чистая Линия	Unilever	Aqua, Sodium Laureth Sulfate, Sodium Cocoamphoacetate, Sodium Chloride, Achillea Millefolium Extract, Chamomilla Recutita (Matricaria) Flower Extract, Chelidonium Majus Extract, Helianthus Annuus (Sunflower) Seed Oil, Hydrolized Cottonseed Extract, Hypericum Perforatum Flower/Leaf/Stem Extract, Panthenol, Urtica Dioica (Nettle) Leaf Powder, Citric Acid, Cocamide DEA, Cocamidopropyl Betaine, Disodium EDTA, Glycerin, Methylchloroisothiazolinone, Methylisothiazolinone, Pantolactone, Parfum, Phenoxyethanol, Polyquaternium-10, Sodium Benzoate, CI 19140, CI 42090
Средства для очищения кожи лица/тела			
«One in a melon» обновляющий био гоммаж	Organic kitchen	Органик шоп рус	Aqua, Glycerin, Cetearyl Alcohol, Glyceryl Stearate, Cetyl Palmitate, Isopropyl Palmitate, Cucumis Melo Fruit Extract, Nigella Sativa Seed Oil, Hydrated Silica, Sucrose, Benzyl Alcohol, Ethylhexylglycerin, Sodium Hydroxide, Parfum, Caramel, CI 19140, CI 15985
Увлажняющий очищающий крем-гель для нормальной и сухой кожи)	CeraVe	L'Oréal	aqua / water, glycerin, cetearyl alcohol, phenoxyethanol, stearyl alcohol, cetyl alcohol, peg-40 stearate, behentrimonium methosulfate, glyceryl stearate, polysorbate 20, ethylhexylglycerin, potassium phosphate, disodium edta, dipotassium phosphate, sodium lauroyl lactylate, ceramide np, ceramide ap, phytosphingosine, cholesterol, sodium hyaluronate, xanthan gum, carbomer, tocopherol, ceramide eop
Effaclar gel micro-peeling	La roche-posay	L'Oréal	aqua, sodium laureth sulfate, decyl glucoside, glycerin, sodium chloride, coco-betaine, salicylic acid, peg-150 pentaerythrityl tetrastearate, peg-6 caprylic/capric glycerides, zinc gluconate, sodium hydroxide, capryloyl salicylic acid, tetrasodium edta, citric acid, menthol, polyquaternium-47, hexylene glycol, sodium benzoate

Продолжение таблицы А.1

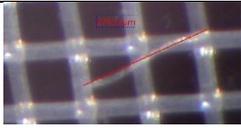
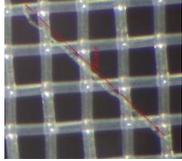
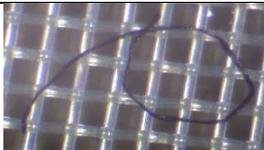
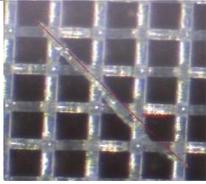
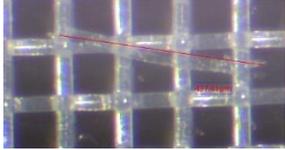
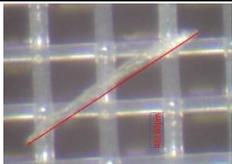
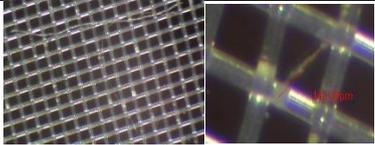
Название средства	Бренд	Производитель	Состав
Мусс для очищения проблемной и жирной кожи с пребиотиком	Kora phytocosmetics	Фитопром	Aqua, Sodium Laureth Sulfate, Cocamidopropyl Betaine, Disodium Laureth Sulphosuccinate, Glycerin, Inulin, Panthenol, Equisetum Arvense Extract, Petroselinum Sativum Extract, Mentha Piperita Leaf Extract, Taraxacum Officinale (Dandelion) Extract, Vaccinium Vitis-Idaea Leaf Extract, Sodium PEG-7 Olive Oil Carboxylate, Sodium Coceth Sulfate, PEG-40 Glyceryl Cocoate, Cocamide DEA, Sodium Chloride, Citric Acid, PEG-40 Hydrogenated Castor Oil, Sodium Hydroxide, Benzyl Alcohol, Methylchlorisothiazolin
Очищающий гель для умывания серацин	Librederm	Биофармлаб	Aqua, Cocamidopropyl Betaine, Sodium Laureth Sulfate, Disodium Laureth Sulfosuccinate, Cocamide MIPA, Laureth-4, Hydrolyzed Corn Starch, Beta Vulgaris (Beet) Root Extract, Polysorbate 80, Sulphur, Allantoin, Dehydroacetic Acid, Benzyl Alcohol, Glycerin, Sisymbrium Officinale Extract, Arctium Lappa Root Extract, Citric Acid, Glycolic Acid, Zinc PCA, Sclerotium Gum, Sodium Chloride, Parfum, Sodium Hydroxide
Гель для душа клубника со сливками	Yummy skin care	Loren Cosmetic	Aqua, Sodium Laureth Sulfate, Acrylates Copolymer, Cocamidopropyl Betaine, Decyl Glucoside, Parfum, Glycerin, PEG-4 Rapeseedamide, Triethanolamine, PEG-7 Glyceryl Cocoate, PEG-40 Hydrogenated Castor Oil, PPG-26-Buteth-26, Benzophenone-4, Methylchlorisothiazolinone, Methylisothiazolinone, Trisodium Ethylenediamine Disuccinate, Fragaria Vesca Fruit Extract, Calcium Aluminum Borosilicate, Titanium Dioxide, Silica, Tin Oxide, CI 16255
Гель для душа «Морская лагуна»	Avon	Avon	aqua, sodium laureth sulfate, glycerin, cocamide mea, polysorbate 20, sodium chloride, cocamidopropyl betaine, parfum, disodium edta, peg-150 pentaerythrityl tetrastearate, phosphoric acid, benzophenone-3, alcohol denat., citrus grandis (grapefruit) fruit extract, citrus nobilis (mandarin orange) peel extract, macrocystis pyrifera (kelp) extract, pyrus malus (apple) fruit extract, undaria pinnatifida extract, plumeria rubra flower extract, methylchlorisothiazolinone, methylisothiazolinone, ci 42090, hexyl cinnamal, linalool, geraniol
Пенка для умывания «I love vegan food»	Eveline cosmetics	Eveline cosmetics	Aqua, Stearic Acid, Glycerin, Potassium Hydroxide, Cocamidopropyl Betaine, Aloe Barbadensis Leaf Juice, Cocos Nucifera Oil, Cocos Nucifera Water, Cocos Nucifera Fruit Juice, Bambusa Arundinacea Leaf Extract, Camellia Sinensis Leaf Extract, Inulin, Alpha-Glucan Oligosaccharide, Parfum (Fragrance), Xanthan Gum, Propylene Glycol, Disodium EDTA, Citric Acid, Methylchlorisothiazolinone, Methylisothiazolinone, Sodium Beznoate, Potassium Sorbate, Linalool

Окончание таблицы А.1

Название средства	Бренд	Производитель	Состав
Кремы, лосьоны и сыворотки для лица/тела			
Blue retinol serumio (сыворотка с голубым ретинолом)	Laboratorium	Laboratorium	Гель алоэ, вода, масло виноградной косточки, масло жожоба, пропиленгликоль, мочевины, Lanablue (сорбит, вода, экстракт водоросли <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> ), цетеарилглюкозид, цетеариловый спирт, фенилэтиловый спирт, ксантановая камедь, эфирное масло лаванды, эфирное масло чайного дерева
Зубная паста			
Зубная паста «биокальций»	Splat	Сплат-Косметика ООО	Сорбит, кремниевая кислота, вода, ПЭГ-8, натрий лаурил сульфат, камедь целлюлозы, парфюмерная композиция, лактат кальция, диоксид титана, бикарбонат натрия, гидроксиапатит, поливинилпирролидон, метилпарабен натрия, сахаринат натрия, омега-3-рыбий жир, экстракт папайи
Зубная паста с фтором	Paradontax	Paradontax	Sodium Bicarbonate, Aqua, Glycerin, Alcohol, Cocamidopropyl Betaine, Mentha Arvensis Oil, Mentha Piperita Oil, Xanthan Gum, Echinacea Purpurea Flower/Leaf/Stem Juice, Krameria Triandra Extract, Sodium Fluoride, Chamomila Recutita Extract, Salvia Officinalis Oil, Commiphora Myrrha Extract, Limonene, Sodium Saccharin, Linalool, CI 77491
Зубная паста «вечнозелёные облака»	Голодный	Голодный	карбонат кальция, глицерин, вода, ксилит, кокоглюкозид, спирулина, лимонная кислота, ксантановая камедь, эфирное масло чайного дерева, ментол, соль морская, экстракт алоэ-вера, экстракт коры берёзы, экстракт коры дуба, экстракт хмеля. (Calcium Carbonate, Glycerin, Water, Xilitol, Coco Glucoside, Spirulina Platensis Powder, Citric Acid, Xantan Gum, Melaleuca Alternifolia (Tea Tree) Leaf Essential Oil, Mentol, Sea Salt, Aloe Vera Extract, Betula Pubescens Extract, Quercus Robur Extract, Humulus Lupulus Extract)
Средство для мытья посуды			
С ароматом розового жасмина и алоэ вера	Fairy	Procter and Gamble	5-15% Анионные ПАВ, <5% Неионогенные ПАВ, Консерванты, Ароматизирующие Добавки, Гераниол
Биоразлагаемое средство «Сочный лимон»	Synergetic	Synergetic	Подготовленная вода > 30%; А-тензиды (ПАВ из растительного масла) 5-15%; Н-тензиды (ПАВ из растительного масла) < 5%; глицерин растительного происхождения < 5%; гипоаллергенная парфюмерная композиция «Лимон» на основе эфирных масел лимона, померанца, петитгрейна, лемонграсса, лайма; пищевой краситель (тартразин).

## Приложение Б

Таблица Б.1 – Микропластик, обнаруженный в пробах (составлена автором)

Название средства	Тип микропластика	Фото
<b>Шампуни</b>		
Карous Studio Professional «Aromatic symphony» Малина	волокно	
Чистая Линия шампунь-бальзам «Хлопковое молочко»	волокно	
<b>Средства для очищения кожи лица/тела</b>		
Librederm очищающий гель для умывания серацин	волокно	
Yummy skin care гель для душа клубника со сливками	волокно	
Avon гель для душа «Морская лагуна»	волокно	
Eveline cosmetics очищающе-увлажняющая пенка для умывания «I love vegan food»	волокно	
<b>Зубная паста</b>		
Splat «биокальций»	волокно	
<b>Бытовая химия</b>		
Fairy средство для мытья посуды с ароматом розового жасмина и алоэ вера	фрагмент	

## Приложение В

Таблица В.1 – Результаты исследования общественной экологической организации «Друзья Балтики» (составлена автором)

Фирма	Средства с микропластиком в составе	Тип пластика
Syoss	3	P, P-10, P-35
Natura Siberica	4	P, AC, PE
Essence Ultime	1	P-37
MOROCCANOIL	2	P, P-7, AC
Чистая линия	10	P-16, PP, AC, P
DEONICA	1	PP
Rexona	4	PE, P
AXE	3	PP, AC
Зеленая аптека	1	P
Palmolive	9	P, AC
La petit marseillais	5	AC, P, PP
Faberlic	4	P, AC,
AVON	8	P, AC, PE
NIVEA	8	AC, ACS, P, PA, PE
MANFORT	1	P
Duru	1	AC, P
Fa	1	P
Vita&Milk	1	AC
CAMAY	1	P
Dove	2	AC, P
Johnson's Baby	1	P
Eveline	3	PE, P, AC, PP
LUMENE	1	ACS-4
Michel	1	ACS
Русское поле	1	P
Estel	2	P
Schauma	3	P,
Bielita	1	AC
LibreDerm	1	P-10
Men deep	1	P
Pantene Pro-V	1	P
L'Oreal	1	P
Glisskur	2	P
Рецепты бабушки Агафьи	2	P-7, PE
Прелесть	2	AC
AVEDA	2	P-7, P-4
КОРА	1	P
Himalaya Herbals	1	P
Shamtu	1	P
SHISEIDO	1	PE
Mary Kay	1	PE
The Body Shop	2	ACS,PE, AC

Окончание таблицы В.1

Фирма	Средства с микропластиком в составе	Тип пластика
Aravia	1	ACS
Farmona	1	AC
Бархатные ручки	2	ACS
МЕХХ	1	P
Floresan	3	P, AC
Крымская роза	1	AC
Baby`s soap	1	AC
Dolcemilk	2	AC, P, ACS
Аист	1	AC
Весна	1	AC
Garnier	6	PE, AC, P, PA
Yves Rocher	3	PE, PP, AC
Novosvit	1	PE
Yes!	1	PE
Green Planet	2	PE
Clean & Clear	1	PE
Green Mama	1	PE
Planeta Organica	1	PE
Fito косметик	1	AC
Пропеллер	1	PE
Wella	2	AC
Taft	1	AC
Londa trend	1	AC
S`cosmetic	1	PUR-14
Joanna	1	AC
STYLISTE ULTIME	1	P
Maybelline	3	PE, PET, AC, P
Neutrogena	1	PP
СКЭМ	1	PP
Fennel Cosmetics	1	AC
Revlon	1	P
Artistry	1	PE
Fairy	1	PP
Coldwind	1	PP
Пемос	1	PP
Persil	1	PP
Миф	1	PP
Tide	1	PP