

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МИКРОПЛАСТИКА В РЫБЕ В УСЛОВИЯХ РЕКИ НЕВЫ И ЛАДОЖСКОМ ОЗЕРЕ

Марина Сергеевна Салова¹

¹Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, Российская Федерация
¹канд. ветеринар. наук, доцент, marina_spb@bk.ru, orcid.org/0000-0003-0870-3854

РЕФЕРАТ

Проблема пластикового загрязнения морской среды на данный момент является широко освещаемой в научной литературе. Существует большое количество исследований, показывающих негативное влияние пластика как на отдельные организмы, так и на морские экосистемы в целом. Пластик можно встретить во всем Мировом океане, его широкое распространение связано с тем, что источники обширны, а частицы, благодаря своей лёгкости, переносятся течениями, быстро мигрируя из одной точки в другую. Другим фактором, обуславливающим столь обширное загрязнение микропластиком, является его трудноразлагаемость в естественных условиях среды. Пластики не поддаются полному биологическому или химическому разложению, но под действием внешних факторов распадаются на мелкие частицы – микропластик.

Согласно данным ЮНЕСКО, 8-10 миллионов тонн микропластика попадает в моря ежегодно. По подсчетам учёных в Мировом океане сейчас находится от 50 до 75 триллионов частиц микропластика, однако другие учёные считают, что в Мировом океане может находиться от 82 до 358 триллионов микропластика.

Пластик является самым распространенным типом загрязнителя Мирового океана, занимая до 80% от всего мусора.

По данным Росприроднадзора в 2022 году в России площадь территорий, занятых мусором, насчитывает около 40000 км². Несмотря на то, что по оценкам экспертов вклад России в загрязнение Мирового океана всего 0,05%, даже такое количество частиц микропластика оказывает негативное влияние на обитателей водоёмов.

Ключевые слова: микропластик, Нева, загрязнение, рыба.

Для цитирования: Салова М.С. Исследование содержания микропластика в рыбе в условиях реки Невы и Ладожском озере. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2025;3:98-104. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2025.3.98>

RESEARCH OF MICROPLASTIC CONTENT IN FISH IN THE CONDITIONS OF THE NEVA RIVER AND LAKE LADOGA

Marina Sergeevna Salova¹

¹Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine, Russian Federation

¹Cand. of Veterinary Sciences, Docent, marina_spb@bk.ru, orcid.org/0000-0003-0870-3854

ABSTRACT

The problem of plastic pollution in the marine environment is currently widely discussed in the scientific literature. There are numerous studies that highlight the negative impact of plastic on both individual organisms and marine ecosystems as a whole. Plastic can be found throughout the world's oceans, and its widespread distribution is due to the fact that its sources are diverse, and its lightweight particles are easily transported by currents, quickly migrating from one location to another. Another factor contributing to the widespread microplastic pollution is its difficulty in decomposing naturally in the environment. Plastics do not undergo complete biological or chemical decomposition, but they break down into small particles called microplastics under the influence of external factors.

According to UNESCO, 8-10 million tons of microplastics enter the seas every year. Scientists estimate that there are currently between 50 and 75 trillion microplastics in the world's oceans, but other scientists believe that there could be between 82 and 358 trillion microplastics in the world's oceans.

Plastic is the most common type of ocean pollution, accounting for up to 80% of all marine debris.

According to Rosprirodnadzor, in 2022, the area of land occupied by garbage in Russia was about 40,000 km². Despite the fact that experts estimate that Russia's contribution to global ocean pollution is only 0.05%, even this amount of microplastics has a negative impact on aquatic life.

Key words: microplastics, Neva, pollution, fish.

For citation: Salova M.S. Study of microplastic content in fish in the Neva River and Lake Ladoga. Legal regulation in veterinary medicine. 2025; 3: 98–104. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2025.3.98>

ВВЕДЕНИЕ

В 20-21 веках производство пластика получило широкое распространение, в мире в среднем производят около 350 миллионов тонн пластика ежегодно.

Из них только 10% перерабатываются, а около 85% пластиковых упаковок оказываются на свалках. [9]

Согласно данным ЮНЕСКО, 8-10 миллионов тонн микропластика попадает в моря ежегодно.

По подсчетам учёных в Мировом океане сейчас находится от 50 до 75 триллионов частиц микропластика [1], однако другие учёные считают, что в Мировом океане может находиться от 82 до 358 триллионов микропластика. [4]

Пластик является самым распространенным типом загрязнителя Мирового океана, занимая до 80% от всего мусора. [8]

По данным Росприроднадзора в 2022 году в России площадь территорий, занятых мусором, насчитывает около 40000 км². Несмотря на то, что по оценкам экспертов вклад России в загрязнение Мирового океана всего 0,05%, даже такое количество частиц микропластика оказывает негативное влияние на обитателей водоёмов.

Цель заключалась в изучении количества частиц микропластика, находящегося в тканях разных систем органов рыб, в зависимости от места вылова рыбы.

Задачи: определить точки вылова рыбы в Ладожском озере и р. Нева; провести обор рыбы для дальнейшего анализа на количество микропластика; провести анализ рыбы из Ладожского озера и р. Нева, определить общее количество частиц микропластика в рыбе, а также количество микропластика различных типов, размеров и цветов.

Проблема пластикового загрязнения морской среды на данный момент является широко освещаемой в научной литературе. Существует большое количество исследований, показывающих негативное влияние пластика как на отдельные организмы, так и на морские экосистемы в целом. Пластик можно встретить во всем Мировом океане, его широкое распространение связано с тем, что источники обширны, а частицы, благодаря своей лёгкости, переносятся течениями, быстро мигрируя из одной точки в другую. Другим фактором, обуславливающим столь обширное загрязнение микропластиком, является его трудноразлагаемость в естественных условиях среды. Пластики не поддаются полному биологическому или химическому разложению, но под действием внешних факторов распадаются на мелкие частицы – микропластик.

Микропластик – это крошечные частицы синтетических полимеров, размеры которых колеблются от 5 миллиметров до 100 нанометров. Они не растворяются в воде, не разлагаются и образуются как из крупных пластиковых отходов, подвергшихся воздействию природных факторов и расколотых на мельчайшие фрагменты, так и изначально мелкие частицы, содержащиеся в различных продуктах [5].

Частицы микропластика бывают различного происхождения, размера, формы и цвета. Они могут переносить на своей поверхности различные химические вещества и бактерии. Эти частицы микропластика можно обнаружить повсюду, включая водные системы, отложения, воздух, продукты питания и даже питьевую воду. Такое распространение микропластика вызывает обеспокоенность из-за его потенциального воздействия на водные экосистемы и здоровье человека. Прогнозы свидетельствуют, что концентрация микропластика будет продолжать расти, если

не будут внесены радикальные изменения в способы утилизации пластиковых отходов.

Исследования микропластика в организмах морских обитателей началось ещё порядка 40 лет назад, когда морские биологи обнаружили частицы микропластика в желудках морских птиц.

В 2012 году в Конвенции о биологическом разнообразии, принятой в Монреале, говорится, что все 7 видов морских черепах, 45% видов морских млекопитающих и 21% видов морских птиц пострадали от поедания пластика или запутывания в нем. В том же году 10 учёных призвали страны мира официально классифицировать наиболее вредный пластик как опасный, что дало бы их регулирующим органам «право восстановить пострадавшую среду обитания», однако попытки оказались безуспешными.

На протяжении последних нескольких лет многие исследователи сообщали о негативных влияниях пластикового загрязнения на обитателей водоёмов.

Однако данная область всё ещё находится на стадии развития, так как понимание токсичности микропластика изучено не полностью.

Влияние микропластика на организм гидробионтов зависит от следующих параметров:

- ♦ физические (например, размер, морфология),
- ♦ химические (например, состав полимеров, химические добавки, сорбированные химические вещества),
- ♦ биологические (патогены, природные биопленки).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

1. Растворение органической части

Исследуемые тушки рыбы вскрывались для выделения внутренних органов, а также отделения небольшого кусочка мышечной ткани (примерно 1 см х 1 см) со спины, на уровне брюшных плавников. В зависимости от размера рыбы берётся от 1 до 4 кусочков мышечной ткани со спины с каждой стороны для создания объединённой пробы. Далее исследуемые образцы предварительно взвешивались, помещались в отдельные стеклянные колбы и заливались 30% раствором перекиси водорода для последующего растворения. Колбы с исследуемым материалом закрывались пробками и находились в вытяжном шкафу в течение недели для полного растворения органики [10].

2. Фильтрация через бумажные фильтры

По истечении недели перекись с растворённым материалом фильтровалась через бумажный фильтр белая или красная лента с диаметром пор 8-12 мкм и 5-8 мкм соответственно. Бумажные фильтры помещались в стеклянные воронки, чтобы избежать обсеменения фильтров микропластиком при использовании пластмассовых воронок.

После этого происходила фильтрация через фильтр синяя лента с диаметром пор 2-3 мкм.

3. Просмотр фильтров под микроскопом

Для исследования использовались высушенные и выпрямленные фильтры синяя лента, на которых гелевой ручкой оранжевого или жёлтого цветов либо простым карандашом чертилась сетка, для более удобного просмотра ячеек под микроскопом. Использовались специально яркие цвета чернил,

чтобы можно было легко отличать частицы микропластика от линий начерченной сетки.

Для подсчёта частиц микропластика использовалось руководство «Guide to microplastic identification» [8]. Подсчёт проводится с помощью цифрового микроскопа LCD Digital microscope при увеличении X1000.

Было произведен вылов рыбы в естественных условиях обитания в 2023 и 2024 гг. для дальнейшего определения микропластика. (Таб. 1, таб. 2.)

Река Нева, Финский залив и Ладожское озеро являются важными водоёмами для г. Санкт-Петербург и Ленинградской области. Они необходимы для водоснабжения города и области, а также широко используются для рыболовства. В данных водоёмах к распространённым семействам рыб относят корюшковых, карповых, окуневых, лососёвых и некоторых других, что объясняет их высокое промысловое значение и высокий спрос среди потребителей. Также по результатам исследований было установлено, что во всех пробах воды из восточной части Финского залива, Ладожского озера и реки Нева были обнаружены частицы микропластика [2,3].

В связи с этим необходимо учитывать степень загрязнения рыбы микропластиком для определения наиболее чистого водоёма для её отлова.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Этапы контроля результатов

При проведении опытов по растворению рыбы был соблюден ряд методов, которые позволили обеспечить достоверность результатов.

1. Для предотвращения попадания микропластика в образцы рыбы, она разделялась на деревянной доске или металлическом поддоне, ис-

пользовался металлический скальпель. Во избежание контаминации фильтров частицами пластика использовалась только стеклянная лабораторная посуда (а именно – колбы и воронки).

2. При фильтрации через стеклянные воронки колбы с исследуемым материалом фильтровались в вытяжном шкафу, чтобы предотвратить попадание частиц микропластика из окружающей среды. Сверху воронки накрывались дополнительным слоем фильтровальной бумаги, чтобы обеспечить более качественную защиту.

3. Во время проведения всех опытов всегда были надеты медицинский халат и шапочка, которая предотвращала попадание волос в исследуемые образцы или на фильтры.

4. Просмотр фильтров под микроскопом проводился также с использованием медицинских перчаток и шапочки.

5. Для отработки методики обнаружения частицы микропластика, а также их отличия от органических веществ (в том числе и волос), был проведён контроль – под микроскопом были просмотрены разные фильтры с частицами микропластика и с частицами органики, отработана методика их отличия.

6. Регулярно совершалась калибровка микроскопа для обеспечения точности измерений.

7. Был проведен ряд холостых определений, который заключался в просмотре пустых фильтров под микроскопом, а также фильтров, через которые была пропущена перекись водорода без растворённой органики. Холостые измерения служат основой для оценки уровня фоновых помех и обеспечения достоверности результатов.

8. При обнаружении спорных образцов под микроскопом, использовался метод раскалённой иг-

Таблица 1. Пробы рыбы из естественных условий обитания, вылов 2023 года.

Table 1. Fish samples from natural habitats, catch in 2023.

Номер пробы	Место отлова	Кол-во <i>Osmerus eperlanus</i>	Кол-во <i>Abramis brama</i>	Кол-во <i>Coregonus albula</i>	Кол-во <i>Perca fluviatilis</i>
1	Финский залив, в районе Копорской губы	40 экземпляров	10 экземпляров	–	10 экземпляров
2	река Нева в районе Дворцового моста	35 экземпляров	–	–	–
3	река Нева напротив Эрмитажа	40 экземпляров	–	–	–
4	Ладожское озеро, возле Новой Ладоги	20 экземпляров	8 экземпляров	13 экземпляров	10 экземпляров
5	Ладожское озеро, Свирская губа	20 экземпляров	10 экземпляров	20 экземпляров	10 экземпляров
6	Ладожское озеро, недалеко от Приозерска	23 экземпляра	12 экземпляров	20 экземпляров	10 экземпляров
7	река Славянка в месте впадения в реку Нева	20 экземпляров	–	–	–
8	Ладожское озеро, бухта Петрокрепость	20 экземпляров	10 экземпляров	20 экземпляров	10 экземпляров
9	Ладожское озеро, Тайпаловский залив	20 экземпляров	10 экземпляров	20 экземпляров	10 экземпляров

Таблица 2. Пробы рыбы из естественных условий обитания, вылов 2024 года.

Table 2. Fish samples from natural habitats, catch in 2024.

Номер пробы	Место отлова	Кол-во <i>Osmerus eperlanus</i>
1	река Нева напротив Эрмитажа	20 экземпляров
2	Ладожское озеро, возле Новой Ладоги	20 экземпляров
3	Ладожское озеро, бухта Петрокрепость	20 экземпляров
4	Ладожское озеро, устье реки Авлога	20 экземпляров
5	Ладожское озеро, Тайпаловский залив	20 экземпляров

Таблица 3. Количество частиц МП, обнаруженного в исследуемых образцах мышечной ткани рыб вида *Osmerus eperlanus*, вылов 2023 года.

Table 3. The amount of MP particles detected in the studied muscle tissue samples of fish of the species *Osmerus eperlanus*, caught in 2023.

Номер пробы	Пол	Общее количество МП (ед/г)	Кол-во волокон (ед/г)	Кол-во гранул (ед/г)	Кол-во плёнок (ед/г)
1	самки	0,553	0,29	0,26	0,003
	самцы	0,51	0,26	0,24	0,01
2	самки	0,683	0,36	0,32	0,003
	самцы	0,66	0,332	0,323	0,005
3	самки	0,694	0,358	0,331	0,005
	самцы	0,642	0,341	0,296	0,005
4	–	0,417	0,206	0,204	0,007
5	–	0,436	0,228	0,197	0,011
6	–	0,352	0,189	0,153	0,01
7	–	0,667	0,345	0,309	0,013
8	–	0,594	0,309	0,273	0,012
9	–	0,403	0,199	0,197	0,007

Таблица 4. Количество частиц МП, обнаруженного в исследуемых образцах желудочно-кишечного тракта рыб вида *Osmerus eperlanus*, вылов 2023 года.

Table 4. The amount of MP particles detected in the studied samples of the gastrointestinal tract of fish of the species *Osmerus eperlanus*, caught in 2023.

Номер пробы	Пол	Общее количество МП (ед/г)	Кол-во волокон (ед/г)	Кол-во гранул (ед/г)	Кол-во плёнок (ед/г)
1	самки	0,608	0,31	0,285	0,013
	самцы	0,563	0,282	0,27	0,011
2	самки	0,747	0,401	0,338	0,008
	самцы	0,712	0,378	0,325	0,009
3	самки	0,738	0,414	0,313	0,011
	самцы	0,66	0,39	0,26	0,097
4	–	0,482	0,252	0,221	0,009
5	–	0,497	0,268	0,219	0,01
6	–	0,354	0,179	0,163	0,012
7	–	0,734	0,37	0,346	0,018
8	–	0,648	0,328	0,303	0,017
9	–	0,461	0,243	0,21	0,008

Таблица 5. Количество частиц МП, обнаруженного в исследуемых образцах мышечной ткани рыб вида *Abramis brama*.

Table 5. The number of MP particles detected in the studied muscle tissue samples of fish of the species *Abramis brama*.

Номер пробы	Возраст	Кол-во	Общее количество МП (ед/г)	Кол-во волокон (ед/г)	Кол-во гранул (ед/г)	Кол-во плёнок (ед/г)
1	4-5	2	1,348	0,708	0,622	0,018
	6-7	8	1,676	0,895	0,758	0,023
4	6-7	8	1,284	0,695	0,572	0,017
5	4-5	1	1,067	0,568	0,485	0,014
	6-7	9	1,325	0,70	0,607	0,018
6	5-6	5	0,863	0,492	0,354	0,017
	7-8	7	0,978	0,516	0,437	0,025
8	6-7	10	1,752	0,923	0,808	0,021
9	5-6	4	1,189	0,631	0,544	0,014
	7-8	6	1,265	0,672	0,577	0,016

лы – при прикосновении иглы микропластик, в отличие от органики, сворачивается.

В результате анализа проб рыбы из естественных источников обитания, а также проб рыбы из искусственных источников обитания, во всех пробах были обнаружены частицы микропластика. По результатам исследования комбикорма для рыб во всех пробах был обнаружен микропластик.

По результатам исследования корюшки в мышечной ткани всех образцов был обнаружен микропластик, в среднем 0,56 частиц на грамм, чаще

всего встречались волокна, они составили 51,65% от общего количества частиц. (Таб. 3).

Во всех образцах желудочно-кишечного тракта корюшки также обнаружен микропластик, его количество превышает количество МП в мышечной ткани, в среднем 0,6 ед/г, больше всего обнаружено волокон – почти 53%. (Таб.4)

При исследовании образцов мышечной ткани и ЖКТ леща обнаружено увеличение частиц микропластика с увеличением возраста рыбы, что свидетельствует о накоплении МП в организме. В

Таблица 6. Количество частиц МП, обнаруженного в исследуемых образцах желудочно-кишечного тракта рыб вида *Abramis brama*.

Table 6. The amount of MP particles detected in the studied samples of the gastrointestinal tract of fish of the species *Abramis brama*.

Номер пробы	Возраст	Кол-во	Общее количество МП (ед/г)	Кол-во волокон (ед/г)	Кол-во гранул (ед/г)	Кол-во плёнок (ед/г)
1	4-5	2	1,401	0,723	0,658	0,02
	6-7	8	1,724	0,931	0,767	0,026
4	6-7	8	1,349	0,718	0,614	0,017
5	4-5	1	1,128	0,574	0,539	0,015
	6-7	9	1,352	0,723	0,609	0,02
6	5-6	5	0,985	0,534	0,434	0,017
	7-8	7	1,101	0,592	0,483	0,026
8	6-7	10	1,813	0,973	0,816	0,024
9	5-6	4	1,246	0,653	0,578	0,015
	7-8	6	1,323	0,714	0,591	0,018

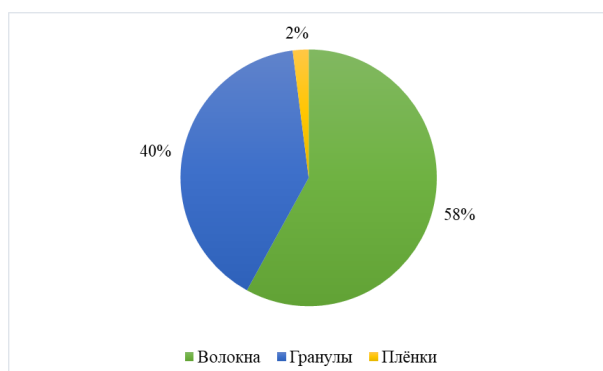


Рисунок 1. Определение формы микропластика в обнаруживаемых образцах.

Figure 1. Determination of microplastic shape in detectable samples.

среднем обнаружено 1,37 ед/г в мышцах. (Таб.5.)

Содержание частиц микропластика в образцах ЖКТ составило 1,42 ед/г. Большую долю частиц составили волокна – 61,3%. (Таб.6)

По результатам исследования рипуса в мышечной ткани всех образцов был обнаружен микропластик, чаще всего встречались волокна (52,8%), в среднем 0,48 ед/г.

В образцах мышечной ткани и ЖКТ радужной форели обнаружено значительно меньше микропластика по сравнению с другими образцами, это свидетельствует о том, что в искусственных условиях вода чище, однако полного избавления от частиц микропластика достичь не удаётся. Это может быть связано с тем, что установки состоят из пластиковых элементов.

Были исследованы пробы рыбы различных видов, пробы отбирались как из естественных условий обитания рыбы, так и из искусственных. Дополнительно были проанализированы пробы комбикорма для рыб российского производства.

Корма для рыб хранятся в мешках из синтетических тканей, которые распадаются и образуют частицы микропластика, в особенности гранулы и волокна. Это может быть одной из причин содержания частиц микропластика в исследуемых пробах. Это необходимо учитывать при упаковке корма, чтобы снизить количество микропластика, которое попадает в рыбу при искусственном содержании.

По результатам исследования во всех исследуемых образцах обнаружен микропластик.

Распределение типов микропластика наблюдается в следующем порядке: волокна, гранулы и пленки. (Рис. 1). Скорее всего, такое распределение частиц можно связать с тем, что гранулы слишком маленькие, поэтому легко заглатываются рыбой, волокна могут быть похожи на червяков, в связи с этим, они также легко заглатываются. Такое низкое наличие плёнок может свидетельствовать о том, что они слишком крупные, поэтому редко заглатываются. Также плёнки часто находятся на поверхности воды, а большинство видов исследованных рыб питается у дна или в толще воды.

В последние годы пластиковые упаковки получили широкое распространение, их используют для упаковки продуктов питания, фармацевтических препаратов, а также одежды [6].

Проводившиеся ранее исследования подтверждают, что большинство волокон микропластика попадает в воды Мирового океана из-за рыболовных лесок и сетей, сигарет, а также текстиля, где используются синтетические ткани. Так как Ладожское озеро, Финский залив и река Нева широко используются для рыболовства, в их воды попадает большое количество частиц микропластика во время рыбалки и вылова рыбы. Разложившиеся рыболовные сети в водной среде могут быть легко проглочены морскими организмами

Количество частиц микропластика, обнаруженного в образцах желудочно-кишечного тракта, превышает количество микропластика, обнаруженного в мышцах. Полученные результаты коррелируют с данными других исследований, где также были обнаружены частицы микропластика как в желудочно-кишечном тракте рыб, так и в мышечной ткани. [7]

Однако механизм попадания частиц микропластика в мышечную ткань по-прежнему остаётся не исследованным.

Выбранная методика оказалась эффективной в идентификации частиц микропластика.

В качестве реактива для растворения органических частиц выступал 30% раствор перекиси водорода, для фильтрации использовались фильтры с разным диаметром пор.

Частицы микропластика были обнаружены во всех исследованных пробах.

Выявлено, что наибольшее загрязнение рыбы микропластиком наблюдается в районах с высо-

кой антропогенной и техногенной нагрузкой. Наибольшая концентрация микропластика обнаружена в бухте Петрокрепость (около 0,98 ед/г в мышечной ткани и 1,02 ед/г в образцах ЖКТ). Наименьшая концентрация обнаружена в Приозерском районе (0,65 ед/г в мышечной ткани и 0,69 ед/г в образцах ЖКТ).

Выявлено, что частицы микропластика находятся как в желудочно-кишечном тракте рыб, так и в мышечной ткани, однако механизм попадания частиц микропластика в мышцы остаётся не исследованным.

58% обнаруженных частиц в пробах представлено волокнами, 40% – гранулы, оставшиеся 2% приходится на плёнки.

Во всех пробах преобладают частицы, окрашенные в чёрный цвет (36,4%), белые частицы составляют 32%, а синие – 22,5%, частицы других цветов занимают 9,1%.

В исследованных пробах преобладают частицы маленького размера (73,52%), а средние и большие частицы составляют 18,8% и 7,68% соответственно. Полученные результаты согласо-

уются с результатами аналогичных исследований.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью данной работы было изучение количества частиц микропластика, находящегося в различных тканях и системах органов рыб, в зависимости от места вылова рыбы. Вылов рыбы производился в следующих водоёмах: р. Нева, Ладожское озеро, р. Славянка и Финский залив.

Отбор рыбы производился в период с мая по август 2023 года и в мае 2024 года. Пробы рыбы с каждой точки производились в 3 повторностях. Всего было исследовано 105 исследований.

Таким образом, в данной работе впервые было выявлено микропластиковое загрязнение некоторых видов рыб, обитающих в Ладожском озере, р. Неве, р. Славянке и Финском заливе.

Результаты данной работы могут быть использованы в качестве аналитического или учебного материала, который может способствовать принятию правильных эколого-ориентированных решений в области сокращения употребления пластиковых изделий.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Администрация Санкт-Петербурга: официальный сайт. Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.gov.spb.ru/gov/otrasl/ecology/news/163777/> (дата обращения 30.09.2025 г)
2. Иванова Е.В., Тихонова Д.А. Оценка содержания частиц микропластика в Ладожском озере. Труды КарНЦ РАН. 2022;6:58-67. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-soderzhaniya-chastits-mikroplastika-v-ladozhskom-ozere> (дата обращения 30.09.2025 г)
3. Каурова З.Г., Карпов Д.Д. Содержание микропластика в юго-восточной части Ладожского озера. Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2021;3:с. 78
4. Федеральное агентство по туризму: Санкт-Петербург [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://tourism.gov.ru/tourists/regiony/severo-zapadnyy-fo/sankt-peterburg/> (дата обращения 30.09.2025 г)
5. Abbasi, S., Soltani, N., Keshavarzi, B., Moore, F., Turner, A., Hassanaghaci, M., 2018. Microplastics in different tissues of fish and prawn from the Musa Estuary, Persian Gulf. *Chemosphere* 205, 80–87
6. Bajt O. From plastics to microplastics and organisms. *FEBS Open Bio.* 2021;11:954–966. doi: 10.1002/2211-5463.13120
7. Di Renzo L., Mascilongo G., Berti M., Bogdanović T., Listeš E., Brkljača M., Notarstefano V., Gioacchini G., Giorgini E., Olivieri V., et al. Potential Impact of Microplastics and Additives on the Health Status of Loggerhead Turtles (Caretta caretta) Stranded Along the Central Adriatic Coast. *Water Air Soil Pollut.* 2021;232:98. doi: 10.1007/s11270-021-04994-8.
8. Jones J.I., Vdovchenko A., Cooling D., Murphy J.F., Arnold A., Pretty J.L., Spencer K.L., Markus A.A., Vethaak A.D., Resmini M. Systematic Analysis of the Relative Abundance of Polymers Occurring as Microplastics in Freshwaters and Estuaries. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2020;17:9304. doi: 10.3390/ijerph17249304.
9. Ragusa A., Svelato A., Santacroce C., Catalano P., Notarstefano V., Carnevali O., Papa F., Rongioletti M.C.A., Baiocco F., Draghi S., et al. Plasticenta: First evidence of microplastics in human placenta. *Environ. Int.* 2021;146:106274. doi: 10.1016/j.envint.2020.106274.
10. Ribeiro-Claro P., Nolasco M.M., Araújo C. Characterization of Microplastics by Raman Spectroscopy. *Compr. Anal. Chem.* 2017;75:119–151. doi: 10.1016/bs.coac.2016.10.001.

REFERENCES

1. Saint Petersburg Administration: official website. Committee for Nature Management, Environmental Protection and Ecological Safety [Electronic resource] (in Russ) Available at: <https://www.gov.spb.ru/gov/otrasl/ecology/news/163777/> (accessed September 30, 2025)
2. Ivanova E.V., Tikhonova D.A. Assessment of the content of microplastic particles in Lake Ladoga. Transactions of the Karelian Research Center of the Russian Academy of Sciences. 2022; 6: 58-67. (in Russ) Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-soderzhaniya-chastits-mikroplastika-v-ladozhskom-ozere> (accessed September 30, 2025)
3. Kaurova Z.G., Karpov D.D. Microplastic content in the southeastern part of Lake Ladoga. Issues of legal regulation in veterinary medicine. 2021; 3: p. 78 (in Russ)
4. Federal Agency for Tourism: Saint Petersburg [Electronic source] (in Russ) Available at: <https://tourism.gov.ru/tourists/regiony/severo-zapadnyy-fo/sankt-peterburg/> (accessed September 30, 2025)
5. Abbasi, S., Soltani, N., Keshavarzi, B., Moore, F., Turner, A., Hassanaghaci, M., 2018. Microplastics in

- different tissues of fish and prawn from the Musa Estuary, Persian Gulf. *Chemosphere* 205, 80–87
6. Bajt O. From plastics to microplastics and organisms. *FEBS Open Bio.* 2021;11:954–966. doi: 10.1002/2211-5463.13120
7. Di Renzo L., Mascilongo G., Berti M., Bogdanović T., Listeš E., Brkljača M., Notarstefano V., Gioacchini G., Giorgini E., Olivieri V., et al. Potential Impact of Microplastics and Additives on the Health Status of Loggerhead Turtles (*Caretta caretta*) Stranded Along the Central Adriatic Coast. *Water Air Soil Pollut.* 2021;232:98. doi: 10.1007/s11270-021-04994-8.
8. Jones J.I., Vdovchenko A., Cooling D., Murphy J.F., Arnold A., Pretty J.L., Spencer K.L., Markus A.A., Vethaak A.D., Resmini M. Systematic Analysis of the Relative Abundance of Polymers Occurring as Microplastics in Freshwaters and Estuaries. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2020;17:9304. doi: 10.3390/ijerph17249304.
9. Ragusa A., Svelato A., Santacroce C., Catalano P., Notarstefano V., Carnevali O., Papa F., Rongioletti M.C.A., Baiocco F., Draghi S., et al. Plasticenta: First evidence of microplastics in human placenta. *Environ. Int.* 2021;146:106274. doi: 10.1016/j.envint.2020.106274.
10. Ribeiro-Claro P., Nolasco M.M., Araújo C. Characterization of Microplastics by Raman Spectroscopy. *Compr. Anal. Chem.* 2017;75:119–151. doi: 10.1016/bs.coac.2016.10.001.

Поступила в редакцию / Received: 24.08.2025

Поступила после рецензирования / Revised: 19.09.2025

Принята к публикации / Accepted: 30.09.2025

По заявкам ветспециалистов, граждан, юридических лиц проводим консультации, семинары по организационно-правовым вопросам, касающихся содержательного и текстуального анализа нормативных правовых актов по ветеринарии, практики их использования в отношении планирования, организации, проведения, ветеринарных мероприятий при заразных и незаразных болезнях животных и птиц.

Консультации и семинары могут быть проведены на базе Санкт-Петербургского университета ветеринарной медицины или с выездом специалистов в любой субъект России.

**Тел/факс (812) 365-69-35, Моб. тел.: 8(911) 913-85-49,
e-mail: 3656935@gmail.com**