

УДК 556

DOI: <https://doi.org/10.26456/2226-7719-2024-1-36-54>

## АНАЛИЗ ИЗУЧЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ МИКРОПЛАСТИКОМ В РАБОТАХ РОССИЙСКИХ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ

**О.Ю. Сурсимова, Л.В. Муравьева, А.Р. Сергеев**

ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», г. Тверь

Проблема загрязнения окружающей среды пластиковыми отходами привлекает внимание ученых всего мира. Особое внимание уделяется частицам микропластика, которые проникают практически во все среды и накапливаются в них. В работе представлены результаты обобщения и анализа публикаций российских ученых, содержащихся на крупнейшем российском информационно-аналитическом портале eLIBRARY.RU. Рассмотрены основные результаты определения микропластика в воде, донных отложениях и береговых грунтах российских морей, озер и рек, а также в снеге, почвах, сточных водах, живых организмах и питьевой воде. Наиболее изучено пластиковое загрязнение поверхностных вод и донных отложений. Оно сильно варьирует в разных водных объектах и регионах, однако объективная оценка затруднена из-за отсутствия систематической сети мониторинга.

**Ключевые слова:** микропластик, пластиковое загрязнение окружающей среды.

### **Введение**

Актуальной экологической проблемой современности является загрязнение окружающей среды пластиковыми отходами. Пластик является одним из наиболее востребованных материалов, который используется во всех отраслях хозяйства. Физико-химические свойства пластика делают его, практически, незаменимым в производстве изделий различного назначения. Общемировой выпуск пластика неуклонно растет. В 1950-х гг. производилось 1,5–2,0 млн т, в 2022 г. объем производства увеличился в 200 раз, составив 400,3 млн т пластика (<https://www.statista.com>). Ведущие производители полимеров – Китай, страны Северной Америки и Европы (<https://plasticseurope.org>). На долю России приходится около 2,7% мирового выпуска, производство составило в 2023 г. 10,7 млн т (<https://rosstat.gov.ru>). Большая часть (около 44%) производимой продукции – упаковочные материалы (<https://iims.hse.ru>). Низкая восприимчивость и устойчивость пластмасс к

© Сурсимова О.Ю.,  
Муравьева Л.В.,  
Сергеев А.Р., 2024

воздействию экзогенных факторов является одним из важнейших достоинств данного материала, однако одновременно с этим возникает необходимость в создании технологически проработанной системы по обращению с пластиковыми отходами и их дальнейшей переработке. Часть пластиковых отходов перерабатывается, большая часть направляется на свалки, попадает в окружающую среду, где в результате механических воздействий, процессов фотоллиза и гидролиза распадается на микрочастицы (Barnes et al., 2009) [74].

Первые исследования по распространению пластиковых отходов в окружающей среде относятся к 1970-м гг. Они были посвящены загрязнению океанических вод (Carpenter E. J, 1972; Wong C. S, 1974) [75,81]. В последующие десятилетия проблема распространения пластиковых отходов не привлекала большого внимания научного сообщества.

В 2004 г. английский биолог Р.С. Томпсон (Thompson, 2004) [80] ввел понятие «микропластик», закрепившееся в дальнейшем в научной терминологии. Большинство ученых к микропластику (МП) относят частицы размером менее 5 мм (Cole et. al., 2011; Hidalgo-Ruz et. al., 2012) [76]. Такой размер частиц был утвержден Национальным управлением океанических и атмосферных исследований (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) (Arthur, C et al., 2009) [73]. Наиболее мелкие частицы относят к нанопластику. Микрочастицы имеют широкий спектр морфологических признаков и низкую плотность, в результате легко переносятся на большие расстояния с воздушными и водными потоками, а также способны перемещаться и накапливаться в трофических цепях (Каурова, 2021) [27].

К 2004 г. количество публикаций достигло нескольких десятков. Дальнейший быстрый рост их числа свидетельствует об увеличении научного интереса к данной проблеме. В течение последующий двух десятилетий с 2004 по 2024 гг. были проведены многочисленные исследования, охватывающие различные природные объекты, расширена их география. Были разработаны методики извлечения микропластика и его анализа. В России изучение распространения микропластика началось с 2015 г. (Панкова, 2015; Казмирук, 2015) [47, 24], и в дальнейшем количество публикаций по этой тематике неуклонно росло.

Целью работы является систематизация информации о направлениях и результатах исследования распространения микропластика в окружающей среде в России.

#### **Результаты исследования распространения микропластика**

Нами была проанализирована публикационная активность по проблеме загрязнения микропластиком окружающей среды. С этой целью мы использовали одну из крупнейших электронных библиотек русскоязычного сегмента интернета – eLIBRARY.RU, а также «Google

Академия» для изучения зарубежных публикаций. Запрос велся по названиям статей и ключевым словам.

Изучение доступной литературы позволило систематизировать публикации по направлениям и объектам исследования. Нами были выделены следующие направления: количественная и качественная характеристика содержания микропластика в различных средах, пути переноса и накопления микропластика, влияние микропластика на живые организмы и человека, разработка методик выделения и анализа микропластика. Основными объектами исследования стали моря и их заливы, водотоки и водоемы на суше (реки, озера, водохранилища), сточные воды, почвы, живые организмы (исследуется накопление микропластика в органах и тканях), питьевая вода.

Анализ публикаций по распространению микропластика в водных объектах показал, что основное внимание уделяется изучению содержания микрочастиц в воде, в донных и прибрежных отложениях, а также исследованию путей переноса и деградации частиц микропластика. Основными объектами изучения российских исследователей являются моря Северного Ледовитого океана, Тихого – Берингово и Японское моря, Атлантического – Балтийское, Чёрное и Азовское моря. В работах рассмотрены количественное накопление, пути переноса частиц, вертикальное и горизонтальное распределение микропластика, механизмы его деградации. Наиболее изучены моря и заливы Европейской части России.

В работе И.Ю. Бочериковой и др. (2022) [3] представлены результаты анализа количества частиц микропластика в кернах льда, образцах снега и подлёдной воды Куршского залива (Балтийское море), наиболее высокое загрязнение характерно для льда (90,5 шт./л талой воды), особенно его поверхностного слоя (до 281 шт./л); 66,4 шт./л для снега, и 9,1 шт./л для подлёдных вод. При этом среди частиц преобладали волокна (95%). В толще воды Балтийского моря содержание микропластика оказалось на два порядка меньше (0,03 шт./л), чем в заливе, что подтверждает общую тенденцию аккумуляции частиц микропластика в заливах и эстуариях рек, имеющих ограниченный водообмен с морем. Исследование Е.Е. Есюковой и И.П. Чубаренко (2019) [10] показало, что наибольшее количество частиц, отобранных из всех сред (пляж, дно, водная толща) для всех форм МП (фрагментов, пленок и хлопьев, волокон) наблюдается в размерном диапазоне 0,5–1 мм, что близко к значениям содержания в поверхностных водах в различных районах Мирового океана. По результатам рейса научно-исследовательского судна «Академик Николай Страхов» в юго-восточной части Балтийского моря установлено значительное содержание микропластика в поверхностном слое донных осадков, более 90 % частиц при этом составляют волокна (Кривошлык, 2023) [30].

Лобчук О.И. др. (2018) [33] отмечают содержание пластиковых частиц размером 1,5–3 мм в пляжевых отложениях Куршской косы. Вертикальное распределение микропластика в водной толще Балтийского моря рассмотрено в работе Л.И. Хатмуллиной [2020] [67]. А.В. Багаев и др. (2017) [2] моделируют перенос микропластика в поверхностном слое воды, отмечают, что активная зимне-весенняя циркуляция способствует обновлению вод везде, кроме Финского залива, который напротив несколько активнее обновляется летом, предположительно из-за ослабления влияния «запирающих течений».

Ряд публикаций посвящен изучению распространения микропластика в Азовском и Черном морях. Исследования А.Е. Глушко и др. (2021) [6] показывают содержание частиц в пляжевых отложениях в количестве от 12 до 112 шт. на м<sup>2</sup> пляжа. Среди них преобладают полупрозрачные волокна и пленки. Самыми частыми по встречаемости являются частицы размером 0,2 мм. Анализируются также источники поступления микропластика. Так, в атмосферных выпадениях выявлено в среднем 388 шт./м<sup>2</sup>/сут., с максимумом в г. Таганроге (561 шт./м<sup>2</sup>/сут.), в устьевых областях рек – 8 шт./л, наибольшее количество в р. Дон – 14 шт./л. Микропластик, обнаруженный в ходе исследования, в основном состоял из полипропилена, акрила, полиамида (нейлона), термопластичных полимеров, полиэтилена, полиэстера и полистирола (Глушко, 2023) [5]. Результаты микропластикового загрязнения пляжевых отложений юго-западного побережья Крыма, а также донных отложений акваторий, примыкающих к зонам отдыха Севастопольского региона, содержатся в работах Е.Н. Сибирцевой и др. 2021–2022 гг. [64, 44]. Отмечено наибольшее распространение фрагментов (50–83%) и волокон (33%), среднее содержание в донных отложениях – 13,4 шт./кг сухого веса.

Есть публикации по накоплению микропластика в Японском море. В работе О.И. Лобчук и др. (2021) [32] приводятся данные о содержании микропластика в кернах льда Амурского залива.

Распределение микропластика на акватории арктических морей изучалось во время Трансарктической экспедиции ФГБНУ «ВНИРО» в 2019 г. Его количество в пробах не превышало 0,067 ед./м<sup>3</sup>. В структуре полимеров доминировал поливинил, также отмечены полипропилен, полистирен, полиэтилен (Педченко, 2020) [49]. В результате международной съемки содержания микропластика в Баренцевом море в 2021 г. отмечена невысокая степень загрязнения [36–37]. Результаты наблюдения в Карском море опубликованы в работе А.П. Педченко (2023) [48]. Содержанию микропластика в береговом грунте арктических и дальневосточных морей посвящена работа Я.Ю. Блиновской и др. (2020) [17]. Исследованиями установлено, что концентрация микропластика на побережье составляет около 1 частицы на 1 кг грунта,

что существенно ниже показателей в других регионах мира. Вместе с тем, отмечается, что вследствие труднодоступности районов отбор проб осуществляется дискретно, что не позволяет представить объективную картину.

Деградация пластика в прибойной зоне моря рассматривается в работах И.В. Ефимовой и др. (2018) [11, 39]. Отмечается, что полное разрушение образцов пенополистирола до микрочастиц (<5 мм) в прибойной зоне моря с грубым осадочным материалом происходит уже спустя 3–6 дней. Разрушение ПЭТ в донных осадках моря Лаптевых рассмотрено в публикации А.А. Карпенко и др. (2023) [25].

Исследования микропластикового загрязнения в водных объектах суши посвящены в основном его накоплению в озерах и реках. Наиболее изучены Ладожское и Онежское озера. Полученные данные свидетельствуют о многократном превышении содержания микропластика в донных отложениях по сравнению с его концентрацией в водной толще (2020) [20]. В донных отложениях Ладожского озера количество выявленных частиц составило от 1,3 до 5 ед./100 г пробы (Каурова, 2020) [26]. Поздняков Ш.Р. и др. (2018) [50] отмечают, что происходит активная сорбция различных органических веществ на поверхности плавающих в воде частиц микропластика. Связанное с этим увеличение плотности обеспечивает ускорение процессов осаждения частиц микропластика и накопление их в донных отложениях. Концентрация частиц микропластика в донных отложениях Ладожского озера превысила значения в воде в среднем в 100 раз. Это свидетельствует о важной роли донных отложений как активной зоны накопления и депонирования микропластика. Зафиксировано наиболее высокое содержание микропластика в воде и донных отложениях Ладожского озера вблизи городских поселений и промышленных территорий, а также в местах впадения некоторых рек (Иванова, 2022) [16]. Отмечается преобладание волокон (98%), максимальное количество приходится на частицы, размером 0,06–1 мм. Авторами не обнаружена статистически значимая корреляция между гранулометрическим составом донных отложений и концентрациями микропластиковых частиц. Спектральный анализ химического состава частиц показал, что наиболее часто встречающимся типом микропластика в Ладожском озере является полиэтилентерефталат, а также были обнаружены частицы полиакрилатов, полипропилена и полиэтилена. При исследовании вод и донных отложений Онежского озера (2023) [56] установлено активное аккумулятивное накопление микропластика в донных осадках, содержание в которых в 2 раза выше по сравнению с Балтийским морем. М.Б. Зобков и др. (2021) [45] отмечают преобладание волокон в донных осадках в зонах с низкой гидродинамической активностью с глубинами более 40 м в

открытой части Онежского озера. При этом доля волокон микропластика в осадках озер меньше, чем в море.

Имеется ряд статей по накоплению микропластика в оз. Байкал: Ильина, 2021[19]; Цветова, 2022 [69]; Загрязнение озера..., 2023[12], создана база данных о содержании микропластика в верхних и нижних слоях льда Байкала (2022) [63], отмечается большое количество частиц в нижней части льда с преобладанием волокон. Исследования А.В. Ястребовой и др. (2023) [72] показывают присутствие частиц микропластика в озерах Марий Эл; Малыгиной и др. (2022) [41] – в Телецком озере; А.Ю. Поповой (2022) [52] – в оз. Ханка.

Активно ведется изучение микропластикового загрязнения в реках Сибири. В работах Ю.А. Франк, Е.Д. Воробьева и др. (2021–2022) [13,65] установлено содержание частиц в воде от 2,58 ед./м<sup>3</sup> для удаленного притока Енисея, р. Нижняя Тунгуска, до 51,2 ед./м<sup>3</sup> для р. Обь. Микропластик обнаружен и в речных донных отложениях. Детекция микропластика в Оби и Енисее подтверждает возможность переноса частиц с речным стоком в Карское море. Концентрации микропластика в р. Тобол, Томь, Тура, Иртыш, Ишим, Вятка, Кама, Чусовая и Печора измеряются единицами и десятками частиц на кубический метр. преобладают частицы размером 0,30–1,00 мм, наиболее широко представлены вторичные формы (фрагменты и пленки). Определение содержания микропластика проводилось в р. Неве (Штейн, 2023) [71], отмечено превышение концентрации микропластика по сравнению Ладожским оз. и Финским заливом более, чем в 2 раза. Исследования А.А. Лисиной и др. (2022) [57] посвящено накоплению микропластика в р. Онега и р. Северная Двина. В малых реках Калининградской области (Кривопускова, 2022) [29] содержание микропластика составило от 20 до 120 ед./м<sup>3</sup>. Имеются отдельные сообщения о накоплении микропластика в р. Дон и Цимлянском водохранилище (Анциферова, 2023) [1], определена концентрация частиц в воде от 8 до 57 шт./л. В донных отложениях р. Меши (правый приток р. Камы) выявлено до 109 ед./кг частиц микропластика в местах массового любительского рыболовства, фоновый уровень – 8,6 ед./кг (Шевчук, 2023) [70]. Донные отложения водных объектов г. Казани содержат от 4 до 11 ед./кг микропластика [46]. Пластиковое загрязнение р. Волги от истока до устья было исследовано учеными географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова (Lisina, 2020) [78]. Наибольшая концентрация установлена в районах крупных городов Тверь, Нижний Новгород, Казань, Волгоград и составила от 1,9 до 4,1 шт./м<sup>3</sup>. По данным А.А. Ершовой (2023) [9] среднее содержание микропластика в реках бассейна р. Волги в районе г. Нижнего Новгорода составило 600 шт./м<sup>3</sup>. Обзорная схема распределения микропластика в природных водах и донных отложениях в морях, реках и озерах России представлена в работе ученых МГУ им. Ломоносова (Казак, 2022) [21].

Вопросы изучения закономерностей распространения частиц микропластика в водных объектах рассматриваются практически во всех работах, касающихся их количественной оценки. В ряде работ рассматривается влияние зарослей макрофитов на удержание и накопление микропластика. Морские макрофиты на подводном склоне Балтийского моря удерживают в 1,7 раза больше частиц, чем вне зарослей [58]. Работы В.Д. Казмирука (2021) [23] показывают, что в пресноводных объектах степень задержания пластиковых микрочастиц макрофитами зависит от материала их происхождения, жесткости, размера, концентрации, а также густоты, морфологических и экологических особенностей растений. Для различных видов макрофитов степень перехвата ими микрочастиц в размерном диапазоне 1–5 мм колеблется в пределах 22–100 %. Основные механизмы: появление дополнительных сопротивлений перемещению водных и воздушных масс, изменение кинематической структуры потоков воды и воздуха, гашение кинетической энергии ветровых волн и дождевых капель, механическое задержание микрочастиц ситоподобными структурами из переплетений стеблей и листьев, адгезия поверхностей растений и микрочастиц, усиливаемая липкими поверхностями перифитона, взаимодействие электрических полей.

Изучение загрязнения микропластиком приземного слоя воздуха, рассматривается в совокупности с исследованием снежного покрова. Исследования, проведенные в Якутске (Захарова, 2023) [14] показали накопление микропластика в снежном покрове в течение зимы. На северо-западе Кольского полуострова М.В. Митяевым и др. (2022) [51] установлено среднее количество полимерных частиц в литре талой снеговой воды: волокон – 783, фрагментов – 5890. Количество частиц за один снегопад составляет 796 шт./м<sup>2</sup>, из них более 85% – это полимерные фрагменты размером менее 100 мкм. В г. Мурманске в среднем выпадает на 30% больше полимерных частиц, чем в фоновых районах региона. Имеются работы по детекции микропластика в снежном покрове в бассейне верхнего течения р. Оби (Рахматуллина, 2022) [54].

Запрос в систему eLIBRARY показал единичные публикации по содержанию микропластика в почвах. К.В. Ручкина (2021, 2022) [59, 60] изучала накопление микропластика в серых лесных почвах. Выявлено содержание частиц в основном в форме волокон длиной от 0,3 до 4,7 мм белого прозрачного, черного и желтого цвета. Ряд работ посвящен оценке влияния микропластика на минерализацию органического вещества в серых лесных почвах (Сабитовский, 2023) [51], разработке методик детекции микропластика в агропочвах Западной Сибири (Мерзляков, 2022) [38], рассматриваются источники поступления микропластика в почвы (Морачевская, 2022) [42]. Особенно выделяются пластиковая мульча, осадки сточных вод, бытовые отходы, ирригационные воды,

удобрения. Загрязнению почв промышленных площадок при производстве пенополистирола посвящена работа Т.И. Кухарчик и др. (2022) [31].

Содержание микропластика в сточных водах исследуется в работе Г.А. Панковой и др. (2015) [47]. Это одно из первых исследований по определению микропластика в России, проведенное в рамках реализации проекта «Выполнение Плана действий ХЕЛКОМ по Балтийскому морю» (проект BASE) на объектах ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга». Установлено, что один литр исходной сточной воды содержал 467 волокон, 160 синтетических частиц и 3160 черных частиц. После механической очистки показатели составляли соответственно – 33 волокна, 21 синтетическая частица и 302 черных частицы; после полного цикла очистки в одном литре воды было обнаружено 16 волокон, 7 синтетических частиц и 125 черных частиц. Из полученных результатов следует, что частицы микропластика осаждаются или удерживаются илом в процессе очистки, но часть из них попадает в водную среду вместе с очищенными сточными водами. В сточных водах г. Архангельска (Резвый, 2022) [55] среди обнаруженных видов пластиков преобладали полиэтилен и полипропилен, что обусловлено их меньшей плотностью; показано, что с уменьшением размера частиц повышается доля и других пластиков, что вызвано легкостью их переноса через очистные фильтры. В ряде работ предлагаются методы удаления микропластика из сточных вод: Лукин, 2023-[35] и Саванина, 2022 [62].

Часть работ посвящена накоплению микро- и нанопластика в живых организмах. Основные объект исследования – рыбы, ракообразные, амфибии, личинки насекомых. Обнаружено накопление пластика в желудочно-кишечном тракте пресноводных рыб различных регионов (работы 2022–2023): [7]; Тропин, 2022 [66]; Колончин, 2023 [28]; [40]; Доценко, 2023 [8]; Рахматуллина, 2023 [54]. Количество обнаруженных в рыбах пластиковых частиц минимально в реках, удаленных от урбанизированных и промышленных районов. Так в р. Нижней Тунгуске 60% исследованных экземпляров ельца содержали частицы пластика, в среднем 1,55 ед./особь. В желудочно-кишечном тракте окуня, плотвы и леща, выловленных в Кубенском озере Вологодской области, частицы пластика выявлены в 43–60% экземпляров. В обитателях арктических морей наличие фрагментов и волокон найдено в некоторых особях. В р. Неве все выловленные экземпляры корюшки содержали пластик. Наиболее часто встречающимся типом пластика были волокна. Делаются попытки выявления влияния частиц пластика на состояние и функционирование организмов (2022–2023) [18, 43, 68].

Ряд работ посвящен идентификации микропластика и нанопластика в питьевой воде (2023) [4, 34], а также методам его

выявления. В основном работы связаны с медицинскими аспектами экологии человека.

Отдельно, можно выделить публикации, посвященные методикам отбора проб, выявления, идентификации и определения химического состава пластиковых частиц (Казимирук, 2015 [24]; Зобков, 2018 [15]). Необходимо отметить, что практически во всех статьях о накоплении и распределении микропластика содержатся подробные описания примененных методик.

### **Выводы**

1. Наибольшее количество публикаций по изучению загрязнения окружающей среды микропластиком приходится на исследование водных объектов. Как показывают результаты обзора количество выявленных пластиковых частиц в природных водах сильно варьирует. Наиболее загрязнены воды и грунты в районах размещения крупных городов и промышленных центров. Однако исследования носят в основном выборочный характер. Объективную картину пластикового загрязнения установить сложно из-за отсутствия единой систематической сети наблюдений.

2. Моря Северного Ледовитого океана менее загрязнены микропластиком по сравнению с Балтийским, Азовским и Черным морями, а также другими регионами мира.

3. При изучении водных объектов определялось количество микропластика в водной толще, донных отложениях, береговых грунтах, во льду. В составе микрочастиц преобладали волокна. Установлено, что в донных отложениях морей, озер и рек наблюдается многократное превышение количества микропластика по сравнению с поверхностным слоем воды, что связано с активной сорбцией различных органических веществ на поверхности плавающих в воде частиц микропластика, увеличением их плотности и ускоренным оседанием. Таким образом, донные отложения являются зоной активного накопления микропластика, и могут быть источником вторичного загрязнения.

4. Открытость заливов и течения играют большую роль в перемещении микропластика. Макрофиты способствуют его улавливанию и накоплению. Механическая деградация пластиковых частиц быстро происходит в прибойной зоне моря, особенно с грубым осадочным материалом.

5. При изучении содержания пластиковых частиц в живых организмах фиксировался в основном факт наличия микро и наночастиц в тканях и органах гидробионтов, а также оценивались возможности переноса пластика по цепям питания.

6. Публикации по накоплению микропластика в снеге, почве, а также в сточных водах и питьевой воде представлены небольшим количеством работ. Отмечается наличие выпадений частиц пластика из

атмосферы, их перенос и накопление в снеге и почве. Сточные воды, даже после очистки содержат большое количество частиц микропластика. Мельчайшие частицы пластика обнаружены в бутилированной воде. Делаются попытки изучения влияния пластиковых частиц на состояние и функционирование живых организмов.

### Список литературы

1. Анциферова М. А. Мониторинг загрязнения микропластиком вод Нижнего Дона и Цимлянского водохранилища / М. А. Анциферова // Экология. Экономика. Информатика. Серия: Системный анализ и моделирование экономических и экологических систем. 2023. Т. 1, № 8. С. 70–73. DOI 10.23885/2500-395X-2023-1-8-70-73.
2. Багаев А. В. Моделирование поверхностного транспорта легкого микропластика в юго-восточной части Балтийского моря / А. В. Багаев, А. И. Мизюк // Комплексные исследования Мирового океана: материалы II Всероссийской научной конференции молодых ученых, г. Москва, 10–14 апреля 2017 года. Москва: Институт океанологии им. П. П. Ширшова Российской академии наук, 2017. С. 34–35.
3. Бочерикова И. Ю. Содержание микропластика во льду, снеге и подлёдной воде Куршского залива зимой 2021 г / И. Ю. Бочерикова, И. П. Чубаренко // Океанологические исследования. 2022. Т. 50, № 3. С. 102–117. DOI 10.29006/1564-2291.JOR-2022.50(3).6.
4. Влияние микро- и нанопластика на слизистую оболочку желудочно-кишечного тракта и кишечный микробиом / Н. Н. Беседнова, М. Ю. Щелканов, Т. С. Запорожец [и др.] // Вопросы питания. 2023. Т. 92, № 6(550). С. 6–17. DOI 10.33029/0042-8833-2023-92-6-6-17.
5. Глушко А. Е. Анализ источников поступления микропластика в Азовское море / А. Е. Глушко, Л. А. Беспалова, Е. В. Беспалова // Успехи современного естествознания. 2023. № 4. С. 38–42. DOI 10.17513/use.38022.
6. Глушко А. Е. Микропластик в пляжевых отложениях Азовского моря: морфологические и морфометрические особенности / А. Е. Глушко, Л. А. Беспалова // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2021. № 1. С. 99–110. DOI 10.22449/2413-5577-2021-1-99-110.
7. Детекция микропластика в желудочно-кишечном тракте пресноводных рыб на примере обитателей речной системы Оби / С. Н. Рахматуллина, Я. Р. Лемешко, Е. Д. Воробьев [и др.] // Материалы I Всероссийской конференции с международным участием по загрязнению окружающей среды микропластиком, Шира, Хакасия, 02–06 августа 2022 года. Шира, Хакасия: Изд-во Томск. гос. ун-та, 2022. С. 24–28.
8. Доценко Т. Ю. Определение количества микропластика, найденного в *Osmerus eperlanus*, выловленной в реке Нева / Т. Ю. Доценко, М. С. Салова // Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2023. № 4. С. 148–150. – DOI 10.52419/issn2782-6252.2023.4.148.
9. Ершова А. А. Микропластик в поверхностных и подземных водах крупного города в бассейне р. Волги (на примере Нижнего Новгорода) / А. А. Ершова,

- И. Н. Макеева, С. В. Ясинский // Вопросы географии. 2023. № 157. С. 402–420. DOI 10.24057/probl.geogr.157.21.
10. Есюкова Е. Е. Микропластик в водной толще, донных осадках и песках пляжей юго-восточной части Балтийского моря: концентрации, распределение частиц по размерам и формам / Е. Е. Есюкова, И.П. Чубаренко // Региональная экология. 2019. № 2(56). С. 16–29. DOI 10.30694/1026-5600-2019-2-16-29.
  11. Ефимова И. В. Фрагментация пластикового мусора в прибойной зоне моря: лабораторный эксперимент на примере пенополистирола / И.В. Ефимова, И. П. Чубаренко // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Науки о Земле. 2018. Т. 18, № 1. С. 10–13. DOI 10.18500/1819-7663-2018-18-1-10-13.
  12. Загрязнение озера Байкал микропластиком / Л. Б. Бухаева, С. А. Бирицкая, М. А. Масленикова [и др.] // Современное состояние водных биоресурсов и аквакультуры: Материалы VII Научно-практической международной конференции, Новосибирск, 08–09 ноября 2023 года. Новосибирск: Издательский центр НГАУ «Золотой колос», 2023. С. 136–140.
  13. Загрязнение сибирских рек микропластиком: путь в арктические моря / Ю.А. Франк, Е. Д. Воробьев, О. А. Кайлер [и др.] // ARCTIC DAYS IN ST. Petersburg - 2021: INTERNATIONAL SCIENTIFIC cooperation IN the ARCTIC IN the ERA of CLIMATE CHANGE: International Scientific and Practical Conference: Abstracts, St. Petersburg, 25–26 ноября 2021 года. St. Petersburg: Российский государственный гидрометеорологический университет, 2021. С. 160–165.
  14. Захарова С. Н. Химия и микропластики снежного покрова Г. Якутска / С.Н. Захарова, Л. Н. Адамов, Т. П. Трофимова // Природные опасности: связь науки и практики: материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной 150-летию Михаила Ивановича Сумгина, Саранск, 18–19 мая 2023 года. Саранск: Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, 2023. С. 148–157.
  15. 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. DOI 10.7868/S0030157418010148.
  16. Иванова Е. В. Оценка содержания частиц микропластика в Ладожском озере / Е. В. Иванова, Д. А. Тихонова // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. 2022. № 6. С. 58–67. DOI 10.17076/lim1582.
  17. Идентификация микропластика в береговом грунте арктических и дальневосточных морей / Я. Ю. Блиновская, О. А. Куликова, Е.А. Мазлова, М. В. Гаврило // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2020. № 1(292). С. 35–38. DOI 10.33285/2411-7013-2020-1(292)-35-38.
  18. Изучение влияния частиц микропластика на эндемичных амфипод озера Байкал / С. А. Бирицкая, Л. Б. Бухаева, Е. М. Долинская [и др.] // Байкальский зоологический журнал. 2022. № 1(31). С. 134–135.
  19. Ильина О. В. Пластиковое загрязнение прибрежных поверхностных вод среднего и южного Байкала / О. В. Ильина, М. Ю. Колобов, В.В. Ильинский

- // Водные ресурсы. 2021. Т. 48, № 1. С. 42–51. DOI 10.31857/S0321059621010181.
20. Исследование частиц микропластика в финском заливе и Ладожском озере / А. В. Гузева, П. С. Зеленковский, Е. В. Иванова, Д. А. Тихонова // Комплексные исследования Мирового океана: Материалы V Всероссийской научной конференции молодых ученых, Калининград, 18–22 мая 2020 года. Калининград: Атлантическое отделение федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук», 2020. С. 414–415.
  21. Казак Е. С. Микро- и нанопластик в природных водах России и проблемы его определения / Е. С. Казак, Е. А. Филимонова, А. Е. Преображенская // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. 2022. № 6. С. 110–123.
  22. Казмирук В. Д. Барьерная роль макрофитов при загрязнении водных объектов микропластиком / В. Д. Казмирук // Наука. Инновации. Технологии. 2021. № 3. С. 133–149. DOI 10.37493/2308-4758.2021.3.9.
  23. Казмирук В. Д. Механизмы перехвата пластиковых микрочастиц буферными зонами из макрофитов / В. Д. Казмирук // Геосистемы переходных зон. 2021. Т. 5, № 4. С. 378–388. DOI 10.30730/gtrz.2021.5.4.378-388.
  24. Казмирук В. Д. Об определении микропластика в донных отложениях / В. Д. Казмирук, Т. Н. Казмирук // Современные проблемы гидрохимии и мониторинга качества поверхностных вод: Материалы научной конференции с международным участием, Ростов-на-Дону, 08–10 сентября 2015 года / Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Федеральное государственное бюджетное учреждение «Гидрохимический институт». Том Часть 2. Ростов-на-Дону: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Гидрохимический институт», 2015. С. 16–20.
  25. Карпенко А. А. Оценка деградации микропластика в донных осадках с помощью рамановской микроспектроскопии и атомно-силовой микроскопии / А. А. Карпенко, В. С. Одинцов // Биология моря. 2023. Т. 49, № 4. С. 236–244. DOI 10.31857/S0134347523040058.
  26. Каурова З. Г. Количественная оценка микропластика в донных отложениях в Южной части Ладожского озера / З. Г. Каурова, Д. Д. Карпов // Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны: Материалы международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Санкт-Петербург, 19–20 ноября 2020 года. СПб.: Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, 2020. С. 176–177.
  27. Каурова З. Содержание микропластиковых частиц в воде в верхнем и среднем течении реки Нева // Norwegian Journal of Development of the International Science. 2021. № 76-1. С. 3–5.
  28. Колончин К. В. Исследования содержания микропластика в воде и промысловых рыбах: от научного поиска к масштабному мониторингу / К.В. Колончин, А. П. Педченко, В. А. Беляев // Труды ВНИРО. 2023. Т. 193. – С. 162–173. DOI 10.36038/2307-3497-2023-193-162-173.

29. Кривоускова Е. В. Первые результаты оценки концентраций микропластика в приустьевых участках некоторых малых рек Калининградской области / Е. В. Кривоускова, С. В. Шибяев // Балтийский морской форум: материалы X Международного Балтийского морского форума: в 7 т., Калининград, 26 сентября – 01 2022 года. Том 3. Калининград: Обособленное структурное подразделение «Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Калининградский государственный технический университет», 2022. С. 208–214.
30. Кривошлык П. Н. Данные о содержании микропластика в донных отложениях юго-восточной части Балтийского моря по данным 39 рейса НИС «Академик Николай Страхов» / П. Н. Кривошлык, И. П. Чубаренко // LXXVI Герценовские чтения. География: развитие науки и образования: Материалы Международной научно-практической конференции. В 2-х томах, Санкт-Петербург, 19–21 апреля 2023 года. Том II. СПб.: Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, 2023. С. 49–52.
31. Кухарчик Т. И. Загрязнение почв микропластиком при производстве пенополистирола / Т. И. Кухарчик, В. Д. Чернюк // Почвоведение. 2022. № 3. С. 370–380. DOI 10.31857/S0032180X2203008X.
32. Лобчук О. И. Микропластик в керне льда бухты Новик (Амурский залив, японское море) / О. И. Лобчук, А. Ю. Лазарюк, И. П. Чубаренко // Комплексные исследования Мирового океана: Материалы VI Всероссийской научной конференции молодых ученых, Москва, 18–24 апреля 2021 года. М.: Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук, 2021. С. 470–471.
33. Лобчук О. И. Особенности распределения микропластика в различных зонах песчаных пляжей в районе Куршской косы (Балтийское море) / О. И. Лобчук, Е. Е. Есюкова, И. П. Чубаренко // Моря России: методы, средства и результаты исследований, Севастополь, 24–28 сентября 2018 года. Севастополь: Морской гидрофизический институт РАН, 2018. С. 157.
34. Лукин А. А. Идентификация микропластика в бутилированной питьевой воде / А. А. Лукин, М. А. Тихоненко // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. 2023. Т. 20, № 4. С. 70–76.
35. Лукин А. А. Современные методы очистки сточных вод от микропластика / А. А. Лукин // Экологический Вестник Северного Кавказа. 2023. Т. 19, № 3. С. 54–59.
36. Международная съемка микропластика в Баренцевом море в 2021 году: первый опыт крупномасштабной количественной оценки / А. П. Педченко, М. Ю. Анциферов, М. А. Губанищев, М. Ю. Двинин // Морские исследования и образование (MARESEDU-2021): Труды X Международной научно-практической конференции, Москва, 25–29 октября 2021 года. Том III (III). Тверь: Общество с ограниченной ответственностью «ПолиПРЕСС», 2021. С. 336–340.
37. Международная съемка микропластика в Баренцевом море в 2021 году: первый опыт крупномасштабной количественной оценки / А. П. Педченко,

- М. Ю. Анциферов, М. А. Губанищев, М. Ю. Двинин // Морские исследования и образование (MARESEDU-2021): Труды X Международной научно-практической конференции, Москва, 25–29 октября 2021 года. Том III (III). Тверь: Общество с ограниченной ответственностью «ПолиПРЕСС», 2021. С. 336–340.
38. Мерзляков О. Э. Микропластик в почвах: разработка методик детекции на примере агропочв Западной Сибири / О. Э. Мерзляков, К. В. Ручкина // Материалы I Всероссийской конференции с международным участием по загрязнению окружающей среды микропластиком, Шира, Хакасия, 02–06 августа 2022 года. Шира, Хакасия: Изд-во Томск. гос. ун-та, 2022. С. 91–94.
39. Механическая деградация микропластика в прибойной зоне моря / И. В. Ефимова, И. П. Чубаренко, М. А. Багаева, Л. И. Хатмуллина // Процессы в геосредах. 2018. № 3(17). С. 91–93.
40. Микропластик в желудочно-кишечном тракте некоторых рыб Кубенского озера / Н. Ю. Тропин, С. Н. Рахматуллина, Е. Д. Воробьев [и др.] // Антропогенное влияние на водные организмы и экосистемы: Сборник материалов VIII Всероссийской конференции по водной экотоксикологии, посвященной 85-летию со дня рождения Бориса Александровича Флёрова, Борок, 17–20 октября 2023 года / Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН. Борок: Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, 2023. С. 60–63.
41. Микропластик в поверхностных водах Телецкого озера: первые результаты / Н. С. Малыгина, Р. Ю. Бирюков, К. Г. Грибанов [и др.] // Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии: Материалы IV Всероссийской научной конференции с международным участием. В 3-х томах, Барнаул, 29 августа – 03 2022 года. Том 3. Барнаул: ООО «Пять плюс», 2022. С. 256–258.
42. Морачевская Е. В. Источники и пути транслокации микропластика в почве и растениях / Е. В. Морачевская, Л. П. Воронина // Проблемы агрохимии и экологии. 2022. № 1. С. 41–50. DOI 10.26178/AE.2022.61.22.003.
43. Морфологическая характеристика внутренних органов мышей при длительном потреблении микропластика / Н. А. Золотова, Д.Ш. Джалилова, И. С. Цветков [и др.] // Клиническая и экспериментальная морфология. 2023. Т. 12, № 3. С. 82–92. DOI 10.31088/СЕМ2023.12.3.82-92.
44. Накопление микропластикового загрязнения в пляжевых отложениях юго-западного побережья Крыма / Е. Н. Сибирцова, М. И. Силаков, А.В. Темных, А. В. Завьялов // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2022. № 2. С. 37–47.
45. Озера как аккумуляторы микропластика на пути с суши в Мировой океан: обзор исследований / М. Б. Зобков, И. П. Чубаренко, Е. Е. Есюкова [и др.] // Известия Русского географического общества. 2021. Т. 153, № 4. С. 68–86. DOI 10.31857/S0869607121040054.
46. Оценка содержания частиц микропластика в донных отложениях водных объектов города Казани / О. В. Никитин, В. З. Латыпова, Т. Я. Ашихмина [и др.] // Технологии переработки отходов с получением новой продукции: материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с

- международным участием, Киров, 30 ноября 2022 года. Киров: Вятский государственный университет, 2022. С. 243–247.
47. Панкова Г. А. Оценка качественного состава хозяйственно-бытового стока на примере Санкт-Петербурга / Г. А. Панкова, О. Н. Рублевская, Л.В. Леонов // Водочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2015. № 12(96). С. 46–53.
  48. Педченко А. П. Предварительные результаты наблюдений микропластика в период ледообразования в Карском море / А. П. Педченко // Рыбное хозяйство. 2023. № 6. С. 23–27. DOI 10.37663/0131-6184-2023-6-23-27.
  49. Педченко А. П. Распределение микропластика на акватории Арктических морей / А. П. Педченко, Я. Ю. Блиновская // Современные проблемы гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды на пространстве СНГ: Сборник тезисов Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию Российского государственного гидрометеорологического университета, Санкт-Петербург, 22–24 октября 2020 года. СПб.: Российский государственный гидрометеорологический университет, 2020. С. 404–406.
  50. Поздняков Ш. Р. Оценка концентраций частиц микропластика в воде и донных отложениях Ладожского озера / Ш. Р. Поздняков, Е. В. Иванова // Региональная экология. 2018. № 4(54). С. 48–52. DOI 10.30694/1026-5600-2018-4-48-52.
  51. Полимерные частицы в твердых атмосферных осадках на Северо-Западе Кольского полуострова в 2020–2021 гг / М. В. Митяев, М. В. Герасимова, Е. И. Дружкова, Г. Г. Матишов // Доклады Российской академии наук. Науки о Земле. 2022. Т. 505, № 2. С. 207–212. DOI 10.31857/S2686739722080126.
  52. Попова А. Ю. Микропластик в поверхностных водах трансграничного озера Ханка / А. Ю. Попова, А. Н. Качур // Географические и геоэкологические исследования на Дальнем Востоке, Владивосток, 18 ноября 2022 года. Владивосток: Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, 2022. С. 44–52.
  53. Рахматуллина С. Н. Детекция микропластика в снежном покрове в бассейне верхнего течения Р. Обь / С. Н. Рахматуллина, А. А. Трифионов, Е. Д. Воробьев // Химия и химическая технология в XXI веке: Материалы XXIII Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых имени выдающихся химиков Л.П. Кулёва и Н.М. Кижнера. В 2-х томах, Томск, 16–19 мая 2022 года. Том 2. Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2022. С. 181–182.
  54. Рахматуллина С. Н. Микропластик в желудочно-кишечном тракте сибирского ельца в реке Нижняя Тунгуска / С. Н. Рахматуллина // Молодёжная Наука: сборник статей IX Международной научно-практической конференции, Пенза, 27 июня 2023 года. Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2023. С. 15–17.
  55. Резвый Т. В. Изменение морфологического состава частиц микропластика в зависимости от их размера в сточных водах Г. Архангельска / Т.В. Резвый, А. Ю. Кожевников, А. В. Белесов // Биомониторинг в Арктике: Сборник материалов III международной конференции, Архангельск, 11–12 октября

- 2022 года. Архангельск: Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, 2022. С. 104–106.
56. Результаты междисциплинарных исследований загрязнения акватории Онежского озера частицами микропластика / М. Б. Зобков, Н. М. Калинин, В. В. Ковалевский [и др.] // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. 2023. № 6. С. 32–52. DOI 10.17076/lm1707.
57. Результаты экспедиционных исследований 2021 Г. По изучению стока микропластика в реках Северная Двина и Онега / А. А. Лисина, А.А. Сазонов, М. М. Платонов [и др.] // Связь климатических изменений с изменениями биологического и ландшафтного разнообразия Арктики и Субарктики: Тезисы докладов международного симпозиума, Салехард, 02–03 декабря 2021 года / Отв. редактор А.Ю. Левых, ред. перевода Н.В. Ганжерли. Ишим: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Тюменский государственный университет» в г. Ишиме, 2022. С. 19–20.
58. Роль морских макрофитов в удержании микропластика в Балтийском море / Е. Е. Есюкова, О. И. Лобчук, А. А. Володина, И. П. Чубаренко // Моря России: Год науки и технологий в РФ – Десятилетие наук об океане ООН: Тезисы докладов Всероссийской научной конференции, Севастополь, 20–24 октября 2021 года. Севастополь: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Морской гидрофизический институт РАН», 2021. С. 400–401.
59. Ручкина К. В. Микропластик в агрогенных серых лесных почвах Томского района / К. В. Ручкина // Старт в науку: Материалы LXX научной студенческой конференции Биологического института, Томск, 26–30 апреля 2021 года. – Томск: Национальный исследовательский Томский государственный университет, 2021. С. 41.
60. Ручкина К. В. Основные этапы детекции микропластика в почвах / К. В. Ручкина // Экология России сопредельных территорий: Материалы XXV Международной экологической студенческой конференции, Новосибирск, 25 ноября 2022 года – 27 2023 года. Новосибирск: Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, 2022. С. 8.
61. Сабитовский А. Э. Оценка влияния микропластика на минерализацию органического вещества серых лесных почв / А. Э. Сабитовский, И.А. Сахабиев // Эволюция биосферы, биогеохимические циклы и биогеохимические технологии: связь фундаментальных и прикладных исследований: Материалы XIII Международной биогеохимической школы-конференции, посвященной 160-летию со дня рождения В.И. Вернадского, Пущино, Московская обл., 25–29 сентября 2023 года. Пущино: ООО «Товарищество научных изданий КМК», 2023. С. 153–155.
62. Саванина Я. В. Биогибридные материалы на основе цианобактерий для очистки сточных вод от ионов ТМ и микропластика / Я. В. Саванина // Перспективные технологии и материалы: Материалы Международной научно-практической конференции, Севастополь, 21–23 сентября 2022 года. – Севастополь: Федеральное государственное автономное образовательное

- учреждение высшего образования "Севастопольский государственный университет", 2022. С. 128–131.
63. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2022621126 Российская Федерация. Обнаружение частиц микропластика с разной морфологической структурой в зимний период во льду озера Байкал (бухта Большие Коты, Южный Байкал): № 2022620989: заявл. 12.05.2022: опубл. 19.05.2022 / Д. Ю. Карнаухов, С. А. Бирицкая, В. А. Пушница [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский государственный университет».
  64. Сибирцова Е. Н. Контроль микропластикового загрязнения донных отложений рекреационных зон Севастопольского региона / Е.Н. Сибирцова, А. В. Темных, М. И. Силаков // Системы контроля окружающей среды. 2021. № 4(46). С. 91–101. DOI 10.33075/2220-5861-2021-4-91-101.
  65. Скрининг содержания микропластика в поверхностных водах российских рек / Ю. А. Франк, Е. Д. Воробьев, С. Н. Рахматуллина [и др.] // Экология и промышленность России. 2022. Т. 26, № 9. С. 67–71. DOI 10.18412/1816-0395-2022-9-67-71.
  66. Тропин Н. Ю. Пищевые стратегии пресноводных рыб и потребление ими микропластика / Н. Ю. Тропин // Материалы I Всероссийской конференции с международным участием по загрязнению окружающей среды микропластиком, Шира, Хакасия, 02–06 августа 2022 года. Шира, Хакасия: Изд-во Томск. гос. ун-та, 2022. С. 106–109.
  67. Хатмуллина Л. И. Свойства частиц морского микропластика и его вертикальное распределение в водной толще Балтийского моря: специальность 25.00.28. Океанология: диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук / Хатмуллина Лилия Ильдусовна, 2020. 134 с.
  68. Хорина Д. А. Влияние микропластика различных видов на выживаемость дождевых червей / Д. А. Хорина // В мире научных открытий: Материалы VII Международной студенческой научной конференции, Ульяновск, 14–15 марта 2023 года / Редколлегия: Богданов И.И. [и др.]. – Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2023. С. 4538–4542.
  69. Цветова Е. А. Транспортная модель: микропластик в озере Байкал / Е.А. Цветова // Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы: XXVIII Международный симпозиум, Томск, 04–08 июля 2022 года. Томск: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева Сибирского отделения Российской академии наук, 2022. С. 328–331. DOI 10.56820/OAOPA.2022.41.68.001.
  70. Шевчук К. А. Микропластик в донных отложениях реки Мёши / К.А. Шевчук, Н. Ю. Степанова // Экология родного края: проблемы и пути их решения: Материалы XVIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Киров, 24–25 апреля 2023 года. Том Книга 1. Киров: Вятский государственный университет, 2023. С. 182–185.

71. Штейн С. А. Содержание частиц микропластика в поверхностных водах дельты Невы / С. А. Штейн, Ю. А. Кублицкий // Научный аспект. 2023. Т. 3, № 5. С. 332–340.
72. Ястребова А. В. Исследование озер Республики Марий Эл на наличие в них частиц микропластика / А. В. Ястребова, О. В. Малюта // Флагман науки. 2023. № 3(3). С. 72–76.
73. Arthur C., Baker, J., Bamford, H. (2009). Proceedings of the international research workshop on the occurrence, effects, and fate of microplastic marine debris. NOAA marine debris program. Technical memorandum NOS-OR&R-30.
74. Barnes D.K.A. (2009). Francois Galgani, Richard C. Thompson, Morton Barlaz. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments // Philosophical Transactions of the Royal Society B Biological Sciences. V. 364. P. 1985–1998.
75. Carpenter E. J., Smith K. L. (1972). Plastics on the Sargasso sea surface // Science. 1972. Vol. 175(4027). P. 1240–1241. DOI: 10.1126/science.175.4027.1240.
76. Cole M., Lindeque P., Halsband C., Galloway T. S. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: A review // Mar. Pollut. Bull. V. 62. P. 2588–2597.
77. Hidalgo-Ruz V., Gutow L., Thompson R.C., Thiel M. (2012). Microplastics in the marine environment: a review of the methods used for identification and quantification // Environ. Sci. Technol. V. 46. P. 3060–3075.
78. Lisina A.A., Platonov M.M., Lomakov O.I. et al. (2020). Microplastic abundance in Volga River: results of a pilot study in Summer 2020 // Geography, Environment, Sustainability. 2020. Vol. 14. P. 82–93
79. Microplastic abundance in Onega and Northern Dvina Rivers: results of summer 2021 field survey / A. A. Lisina, A. Sazonov, M. Platonov // Связь климатических изменений с изменениями биологического и ландшафтного разнообразия Арктики и Субарктики: Тезисы докладов международного симпозиума, Салехард, 02–03 декабря 2021 года / Отв. редактор А.Ю. Левых, ред. перевода Н.В. Ганжерли. – Ишим: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Тюменский государственный университет» в г. Ишиме, 2022. С. 20–21.
80. Thompson R.C. et al. (2004). Lost at sea: where is all the plastic? Science, 304 (5672) (2004), p. 838, 10.1126/science.1094559.
81. Wong C. S., David R. G., Cretney W. J. (1974) Quantitative tar and plastic waste distributions in the Pacific Ocean // Nature. 1974. Vol. 247. P. 30–32.

*Об авторах:*

СУРСИМОВА Ольга Юрьевна – кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой физической географии и экологии ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет» (170021, г. Тверь, ул. Прошина, д. 3 корп. 2); e-mail: voroni-olga@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-0993-3144, SPIN-код: 4111-8066.

МУРАВЬЕВА Любовь Валерьевна – кандидат географических наук, доцент кафедры физической географии и экологии ФГБОУ ВО «Тверской

государственный университет» (170021, г. Тверь, ул. Прошина, д. 3 корп. 2); e-mail: lmuraviova@mail.ru, ORCID: 0000-0002-6434-2056, SPIN-код: 4091-7957.

СЕРГЕЕВ Антон Романович – студент 2-го курса магистратуры факультета географии и геоэкологии ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет» (170021, г. Тверь, ул. Прошина, д. 3 корп. 2); e-mail: arsergeev2000@gmail.com, ORCID: 0000-0002-5963-4126, SPIN-код: 7848-7262.

## **ANALYSIS OF THE STUDY OF ENVIRONMENTAL POLLUTION BY MICROPLASTICS IN THE WORKS OF RUSSIAN RESEARCHERS**

**O.Yu. Sursimova, L.V. Muraveva, A.R. Sergeev**

Tver State University, Tver

The problem of environmental pollution with plastic waste attracts the attention of scientists around the world. Particular attention is paid to microplastic particles, which penetrate and accumulate in almost all environments. The paper presents the results of a generalization and analysis of publications by Russian scientists contained on the largest Russian information and analytical portal elibrare.ru. The main results of determining microplastics in water, bottom sediments and coastal soils of Russian seas, lakes and rivers, as well as in snow, soils, wastewater, living organisms and drinking water are considered. Plastic pollution of surface waters and bottom sediments has been the most studied. It varies greatly in different water bodies and regions, but an objective assessment is difficult due to the lack of a systematic monitoring network.

**Keywords:** *microplastics, plastic pollution.*

Рукопись поступила в редакцию 9.02.2024

Рукопись принята к печати 16.02.2024