

РЕЗОЛЮЦИЯ

I Всероссийской конференции с международным участием по загрязнению окружающей среды микропластиком «MicroPlasticsEnvironment-2022»

02-06 августа 2022 года на базе Национального исследовательского Томского государственного университета на оз. Шира (Хакасия) состоялась I Всероссийская конференция с международным участием по загрязнению окружающей среды микропластиком «MicroPlasticsEnvironment-2022» (МРЕ-2022). Организаторами конференции выступили Консорциум «Микропластик в окружающей среде» и Национальный исследовательский Томский государственный университет в рамках программы Приоритет-2030.

Первая всероссийская конференция по загрязнению окружающей среды микропластиком объединила результаты исследований российских научных групп и отдельных учёных, занимающихся этой тематикой. Конференция стала логическим продолжением научных мероприятий по данному направлению, прошедших в рамках двух Круглых столов на всероссийских конференциях:

- Круглый стол «Микропластик в окружающей среде: проблемы, задачи, исследования российских учёных» на Всероссийской научной конференции «Моря России: год науки и технологий в РФ – десятилетие наук об океане ООН», прошедшей 20-24 сентября 2021 г. в Севастополе (<http://conf.mhi-ras.ru/archive/2021/>).

- Круглый стол «Морской мусор и микропластик» в рамках Всероссийской конференции с международным участием «XXIX береговая конференция: натурные и теоретические исследования – в практику берегопользования», Калининград, 18-24 апреля 2022 г. (<https://www.sea-coasts.ru/>).

В работе I Всероссийской конференции с международным участием по загрязнению окружающей среды микропластиком «MicroPlasticsEnvironment-2022» приняли участие (как очно, так и в онлайн формате) более 60 исследователей. Представители научных учреждений и вузов Российской Федерации (из г. Калининград, г. Санкт-Петербург, г. Вологда, г. Москва, г. Казань, г. Ижевск, пос. Борок Ярославской области, г. Новосибирск, г. Томск, г. Барнаул, г. Иркутск) и Норвегии (г. Осло) представили 36 сообщений и докладов в ходе конференции и на круглом столе по следующим темам:

- Распространение и источники микропластика в водной среде, почвах, атмосферных осадках.

- Распределение и поведение частиц в морских и пресных водах, льдах и прибрежных грунтах.
- Методология изучения микропластика в окружающей среде.
- Биодоступность и биоаккумуляция микропластика.

Представленные материалы по исследованию микропластика в Российской Федерации показали, что в настоящее время накопленные данные не позволяют оценить динамику содержания и состав микропластика в водных объектах и участках суши страны даже на десятилетнем отрезке. Отмечена значительная фрагментарность имеющихся исследований, за исключением нескольких водоемов России, на которых регулярные исследования ведутся последние несколько лет с использованием единой методической основы: южная часть Балтийского моря и Финский залив, крупнейшие озера России (Онежское, Ладожское, Телецкое и Байкал), Баренцево море и южная часть морей СМП, реки Волга, Обь и Енисей.

Участниками конференции обозначены следующие проблемы в части исследований по распространению, эффектам и контролю количественного содержания микропластика в окружающей среде и внесены следующие предложения:

1. ОТМЕЧЕНО использование различных методов отбора проб, выделения и идентификации частиц микропластика научными коллективами и организациями, что затрудняет сопоставимость результатов анализа. На данном этапе развития исследований в Российской Федерации **выработка единых подходов пока невозможна;**

2. РЕКОМЕНДОВАНО определение конкретных методов отбора, лабораторной обработки, идентификации частиц **исходя из конкретной поставленной научной задачи** и возможностей сравнения данных с ранее полученными результатами.

3. УТВЕРЖДЕНЫ “Методические рекомендации по отбору проб и лабораторному анализу образцов”, представленные в ПРИЛОЖЕНИИ к данной РЕЗОЛЮЦИИ;

4. СЧИТАТЬ ОБЯЗАТЕЛЬНЫМ соблюдение требований к контролю загрязнения проб в процессе отбора и обработки. Необходимо контролировать внешнее загрязнение микропластиком, прежде всего текстильными волокнами, на всех этапах исследования или производственного контроля: в процессе отбора проб, в процессе лабораторной пробоподготовки и анализе образцов, а также при идентификации полимерного состава выделенных частиц. Для этого РЕКОМЕНДОВАНО использовать “Методические рекомендации по отбору проб и лабораторному анализу образцов”, представленные в ПРИЛОЖЕНИИ к данной РЕЗОЛЮЦИИ;

5. **СЧИТАТЬ обязательной идентификацию полимерного состава частиц** для подтверждения их принадлежности к синтетическим полимерным материалам во всех исследованиях, связанных с количественной оценкой содержания микропластика в окружающей среде.

6. **ОТМЕЧЕНА** необходимость дальнейшего развития подходов в наблюдении и идентификации объектов микро- и макропластика, прежде всего в применении продвинутых оптических методов и привлечении искусственного интеллекта для геометрических измерений и распознавания объектов.

7. **РЕКОМЕНДОВАНО** проводить оценку **массовой концентрации микропластика** в природных средах наряду с определением количества частиц, в связи с тем, что концентрации микропластика, выраженной **в штуках (единицах)** на объем, площадь или килограмм сухого веса **недостаточно** для достоверного определения содержания микропластика в среде и сравнения результатов разных исследовательских групп. При этом не всегда возможно определить массу частиц, извлеченных из воды, почвы, осадков, живых организмов, весовым методом. Для этого **РЕКОМЕНДОВАНО** использовать расчетный метод получения концентрации исходя из объема частиц и их плотности (в соответствии с химическим составом полимера). При количественных **оценках потоков** микропластика обязательно определять массовую концентрацию микропластика.

8. **РЕКОМЕНДОВАНО** выражение уровня загрязнения **одновременно в нескольких различных единицах измерения:**

- для выражения концентрации микропластика в воде при использовании для отбора проб проточных фильтрующих устройств: ед./м³, мг/м³;

- для выражения концентрации микропластика в воде при использовании для отбора проб нейстонных сетей: ед./км², ед./м³, мг/км², мг/ м³;

- для выражения концентрации микропластика в почвах, прибрежных грунтах и донных отложениях: ед./м², ед./кг сухого веса, мг/м², мг/кг сухого веса;

- для выражения концентрации микропластика в атмосферных осадках (снег, дождевая вода) и в кернах льда: ед./м², ед./л, мг/м², мг/л. Возможно представление в ед. или мг на см высоты слоя снегового покрова и льдов;

- для выражения содержания микропластика в живых организмах: ед./экз; мг/экз.

9. **ОТМЕЧЕНА НЕОБХОДИМОСТЬ чёткого указания исследуемого диапазона размеров частиц микропластика** в связи с тем, что в разных исследованиях рассматриваются частицы микропластика разного размера (в связи с различными используемыми методами отбора проб и разных возможностей используемого оборудования для детекции частиц). Таким образом, **РЕКОМЕНДОВАНО** при публикации

результатов исследования указание нижней границы размерного диапазона, которая соответствует размеру ячеек нейстонной сети или размеру пор фильтров. При нахождении частиц меньшего размера, не включать их в расчет концентраций, полученных по данной методике, но приводить как дополнительную информацию. При этом верхней границей диапазон размера частиц микропластика не может быть более 5 мм.

Для обеспечения сравнимости результатов с другими исследованиями при использовании **нейстонных сетей** с диаметром ячеек ~300 мкм рекомендуется **представлять результаты по двум разным размерным диапазонам микропластика**: отдельно для частиц менее 300 мкм и для диапазона 300 мкм – 5 мм).

10. РЕКОМЕНДОВАНО **подробное описание в публикациях всех применявшихся в исследовании методик**, включая меры контроля внешнего загрязнения, контроля эффективности экстракции частиц микропластика, ограничений при идентификации материала и т.п., а также характеристик водного объекта во время отбора проб (ветер, волнение, температура, соленость и пр.)

11. Конференция **СЧИТАЕТ ЦЕЛЕСООБРАЗНЫМ** проведение **межлабораторных сличительных экспериментов (интеркалибрационные исследования)** для оценки качества лабораторной обработки и анализа проб различными лабораториями для разработки единого **руководящего документа** по количественному учету микропластика.

12. ПРЕДЛОЖЕНО **выделить в отдельный класс** частиц микропластика **синтетические волокна** в связи с тем, что синтетические волокна значительно отличаются по свойствам от других видов микропластика (фрагменты, пленки, гранулы). Особое внимание присутствию микроволокон стоит уделить при использовании нейстонных сетей, исключая из результатов те волокна, из которых состоят сети и строго контролируя возможное загрязнение текстильными волокнами.

13. РЕКОМЕНДОВАНО акцентировать развитие исследований, направленных на **биодоступность, биоаккумуляцию, биомагнификацию и оценку потенциального вреда для биоты**. в связи с накопленными и опубликованными данными о возможности передачи микропластика и субмикронных частиц в трофических цепях и неблагоприятном воздействии микропластика на живые организмы. При обсуждении воздействия микропластика на живые объекты рекомендуется обратить внимание на правильное употребление **терминов**: термин **«токсичность»** используется при характеристике воздействия на молекулярном уровне (т.е. справедливо **только для наночастиц**), остальное называть – **«неблагоприятные физиологические эффекты»**, **«патологические эффекты»**.

14. ПРЕДЛОЖЕНО использовать структуру ВНИРО (Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии) для организации отбора и анализа ихтиологического материала и других гидробионтов для детекции в них микропластика.

15. РЕКОМЕНДОВАНО уделить особое внимание изучению механизмов образования, транспорта, циркуляции и эффектов **нанопластика**, так как утверждения о токсичности и накоплении пластика в организме человека справедливы главным образом для наноразмерных частиц. В связи с тем, что в настоящее время исследования нанопластика в окружающей среде, включая живые организмы, крайне ограничены методологией и приборами, имеющимися в распоряжении российских коллективов, Конференция ПРЕДЛАГАЕТ **формирование специальных государственных программ для создания и развития материально-приборной базы**, позволяющей проводить исследование наночастиц пластика в Российской Федерации.

16. ПРЕДЛОЖЕНО применять для анализа происхождения, распространения и трансформации пластиковых частиц **математические модели**, учитывающие, наряду с транспортом, трансформацию за счет взаимодействия с биотой и органическим веществом, приводящие к изменению их свойств. Это позволит синтезировать знания, получаемые при мониторинге пластикового загрязнения и оценки его источников (таких как сброс с очистных сооружений, поступление с берегов, атмосферный перенос) и получить прогностические оценки.

17. ОТМЕЧЕНА НЕОБХОДИМОСТЬ **создания специальных программ и тематических конкурсов**, направленных на поддержку исследований по микропластику в рамках существующих программ финансирования научной деятельности в Российской Федерации.

18. ПРЕДЛОЖЕНЫ следующие рекомендации в части **государственного регулирования и нормирования** загрязнения окружающей среды микропластиком:

- При организации системы экологического контроля количественного содержания микропластика в окружающей среде учитывать накопленный опыт и **обратить внимание на публикации, разработки и рекомендации научных групп в Российской Федерации**, уже проводящих исследования в этой области.
- Для контроля **работы очистных сооружений городов** рекомендовать проведение оценки содержания микропластика в воде и донных отложениях ниже спуска сточных вод.

Конференция считает необходимым принятие мер, направленных на **усиление консолидации, сотрудничества, обмена опытом и технологиями, академическую мобильность** в области исследования и контроля пластикового загрязнения и его влияния на живые организмы. К настоящему времени создан Консорциум российских организаций, выполняющих исследования по изучению микропластика в окружающей среде.

Участники конференции отмечают высокий уровень организации и проведения данного мероприятия. Конференцию по загрязнению окружающей среды микропластиком предлагается организовывать на регулярной основе. Оргкомитету предлагается начать организацию мероприятия «MicroPlasticsEnvironment-2023» в августе - сентябре 2023 года.

Поступившие на конференцию доклады опубликованы в «Сборнике материалов I Всероссийской конференции с международным участием по загрязнению окружающей среды микропластиком «MicroPlasticsEnvironment-2022», индексируемом в базе данных РИНЦ и размещенном на веб-странице конференции (раздел «Наука и инновации» сайта Консорциума «Микропластик в окружающей среде» <http://microplasticsiberia.com/conference/>).

Председатель оргкомитета конференции,
директор Биологического института
НИ ТГУ, д-р биол. наук



Д.С. Воробьев

17.08.2022 г.

Методические рекомендации по отбору проб и анализу образцов для определения содержания микропластика в природных средах

1. Отбор проб воды поверхностного слоя водных объектов.

На сегодняшний день существует два метода отбора проб для детекции микропластика в водных объектах: нейстонные сети и проточные фильтрующие устройства, в том числе со сменными фильтрами. При проведении мониторинговых исследований, связанных с учетом микропластика в воде, необходимо обратить внимание на репрезентативность объема отбираемых проб, так как учет частиц в пробах небольшого объема связан с риском значительного завышения концентрации микропластика. Недопустимо использовать для отбора проб воды поверхностных водных объектов стандартные пробоотборные устройства малой емкости (батометры/ведра), т.к. они не позволяют отобрать пробы достаточного объема и увеличивают риск загрязнения.

При отборе вод фильтрующими устройствами на открытых участках поверхностных водных объектов в Арктике, арктических и средних широт рекомендуется отбор не менее 1 м³ воды, при отборе нейстонными сетями – не менее 100 м³ воды. При этом для арктических вод, олиготрофных и мезотрофных озер и речных систем 15 минут можно считать оптимальным временем для отбора проб нейстонными сетями. Однако, в случае массового развития планктона вследствие высокой продуктивности, повышенного содержания органических частиц и т.п. параметры отбора проб (время траления сетями, объем отфильтрованной воды, прочее) целесообразно варьировать исходя из условий и ожидаемой концентрации частиц.

Во всех вышеуказанных случаях следует проводить отбор воды поверхностных водных объектов в 3-х параллельных повторностях в каждой точке для возможности учета влияния случайных факторов и последующей статистической обработки результатов.

Необходимо также фиксировать метеорологические (скорость и направление ветра, температура воздуха и пр.) и гидрофизические (волнение, температура, соленость и пр.) характеристики во время отбора проб, позволяющие оценить состояние перемешивания поверхностного слоя и тип водной массы.

2. Отбор проб почв и проб снега.

Для отбора проб почв рекомендуется следовать требованиям Государственных стандартов, регламентирующих отбор проб сельскохозяйственных почв для оценки загрязнения и контроля агрохимических показателей (ГОСТ 17.4.3.01-2017, ГОСТ

17.4.4.02-2017, ГОСТ Р 58595-2019). Рекомендуется отбирать пробы методом конверта с формированием объединенной пробы с обязательным указанием глубины отбора проб. Для количественной оценки содержания микропластика в снеговом покрове также рекомендуется отбор проб методом конверта в 5 точках с формированием объединенной пробы. При отборе проб снега необходимо также учитывать мощность снегового покрова.

3. Отбор проб донных отложений.

Для отбора проб донных отложений рекомендуется использовать дночерпатели разных модификаций или при работе на мелководье - гидробиологический скребок. Пробы отбираются в трех повторностях. При отборе необходимо учитывать площадь отбора и сырую массу пробы донных отложений.

4. Рекомендации при исследовании живых организмов.

Установить требования к размеру выборки для рыб, крупных ракообразных, и взрослых амфибий - минимум 10 экземпляров; для личинок рыб и амфибий исследовать не менее 5 совокупных выборок минимум по 5 экземпляров каждая; для макробеспозвоночных размером более 2 см (крупные моллюски, личинки стрекоз, жуков и т.д.) выборка должна составлять 10 экземпляров; размером 2-0,2 см (олигохеты, пиявки, мелкие ракообразные, личинки поденок, ручейники, мелкие моллюски и т.д.) - 30 экземпляров.

Выражать результаты количественной оценки микропластика в тканях и органах живых организмов одновременно в разных единицах (на особь, на кг массы, для бентоса на м²). Исследователям рекомендуется выдавать информацию во всех возможных единицах измерения, что со временем позволит выбрать оптимальные способы выражения;

5. Контроль загрязнения проб в процессе отбора и обработки.

Обязателен контроль загрязнения микропластиковыми частицами на каждом этапе работы при исследованиях микропластика.

Все устройства для отбора проб должны быть тщательно вымыты перед использованием, т. е. промыты большими объемами фильтрованной или сверхчистой воды. Все потенциальные источники загрязнения, включая одежду, которую носят при пробоотборе, и любой пластик, используемый на судне, включая краску должны быть приняты во внимание. Для всех видов пробоотбора всегда должны быть отобраны холостые пробы. Для контроля загрязнения из воздуха рекомендуется установка чашек Петри со смоченными профильтрованной водой GF/A фильтрами/фильтровальной бумагой в течении всего времени работы с пробой. Для получения холостой пробы рекомендуется проводить контрольный смыв с нейстонной сети/фильтров.

Пробоподготовку и лабораторный анализ необходимо проводить в условиях чистой лаборатории (“clean lab”), что означает строгое ограничение количества человек в лаборатории, ношение несинтетической одежды (х/б халаты и х/б одежда под халатом), должна использоваться стеклянная посуда, минимальное нахождение пробы в открытом виде, где возможно накрывать стеклянными крышками/стеклами или алюминиевой фольгой. По возможности все работы должны вестись в ламинарных шкафах или в помещении должна проводиться очистка воздуха с помощью устройств с НЕРА фильтрами. Все используемые химические растворы должны быть профильтрованы, вся используемая посуда тщательно промыта профильтрованной водой. При пробоподготовке также обязателен контроль загрязнения микропластиковыми частицами (загрязнение из воздуха и холостые пробы). Материал всех пластиковых частей используемого оборудования должен быть принят во внимание и исключаться из результатов.

6. Контроль правильности анализа.

Для контроля правильности методов анализа микропластика рекомендуется проводить анализ стандартных образцов микропластика и проверку степени извлечения микропластика (“recovery tests”). Контроль должен проводиться для каждого проекта/используемого метода и для каждой исследуемой матрицы (вода, донные отложения, осадки, почвы, биота и т.д.). Всем лабораториям рекомендуется участие в межлабораторных сравнительных экспериментах.

7. Идентификация частиц.

Идентификация полимерного состава всех найденных частиц для подтверждения их принадлежности к синтетическим полимерным материалам является обязательной.

8. Представление результатов.

Для возможности сравнения результатов при использовании разных методов исследования микропластика рекомендуется при представлении результатов давать подробную информацию о деталях исследования, включая как описание метода пробоотбора с обязательным указанием нижней границы исследуемого размерного диапазона и дополнительных данных условий пробоотбора (направление и сила ветра, скорость течения и т.д), так и процесса пробоподготовки, анализа и используемых методов контроля загрязнения.

- Результаты должны быть выражены в разных единицах, где это возможно (количество частиц и их масса на объем, на площадь, на массу матрицы).
- Концентрация волокон должна быть дополнительно представлена отдельно.
- Результаты должны быть по возможности выражены в двух размерных категориях, 300 мкм - 5 мм и < 300 мкм.