



## Наблюдение рек

### Пособие для общественного экологического мониторинга

#### *Приложение 9*

#### *Методика исследований загрязнения водных объектов микропластиком*



*Разработка (2016 г.): АНЭО «Друзья Балтики», Центр Экологических Решений (Беларусь).*

*Актуализация (2020 г.): Е.С. Меринова – эксперт АНЭО «Друзья Балтики» по морскому мусору и микропластику, магистр направления «Экология и природопользование» СПбГУ*

*Научный консультант: Е.В. Иванова – кандидат географических наук, научный сотрудник*

*Лаборатории комплексных проблем лимнологии Института озероведения РАН*

*Ответственный редактор: О. Н. Сенова – руководитель АНЭО «Друзья Балтики».*

## Аннотация:

Пластиковое загрязнение – один из главных вызовов современности. Пластик разлагается столетиями и, с учетом ежегодно возрастающего объема производства, еще долго останется проблемой. Более того, крупные пластиковые объекты, попадая в водную среду, «распадаются» на мелкие частицы под воздействием волн и ультрафиолетовых лучей. Таким частицам размером менее 5 мм учёные дали специальное название — микропластик.

Микропластик – невидимая проблема. С помощью гражданской науки можно показать людям эти невидимые невооруженным глазом частицы и рассказать о серьезности проблемы и путях её решения. Данная методика направлена на оценку концентрации микропластика в водных объектах и адресована каждому человеку, заинтересованному в изучении пластикового загрязнения. Активисты, педагоги и школьники, студенты, местные жители могут стать общественными наблюдателями и внести вклад в изучение проблемы. Мы будем благодарны, если вы поделитесь с нами результатами своих исследований и мы сможем нанести их на открытую карту общественных исследований микропластика в водоёмах. Свои данные в формате заполненного протокола (раздел 4) отправляйте на электронный адрес [lizaveta.sergeevna@yandex.ru](mailto:lizaveta.sergeevna@yandex.ru)

## Содержание:

Аннотация:	2
Введение.....	3
1. Подготовка оборудования для отбора проб.....	4
1.1. Материалы для сборки фильтровальной установки.....	4
1.2. Сборка фильтра: .....	4
1.3. Общие рекомендации к изготовлению фильтра:.....	4
2. Отбор проб природной воды для выявления загрязнения микропластиком .....	5
2.1. Необходимое оборудование для отбора проб.....	5
2.2. Последовательность действий .....	5
3. Лабораторные исследования проб на содержание микропластика .....	7
3.1. Необходимое оборудование для анализа проб .....	7
3.2. Хранение пробы .....	7
3.3. Работа с пробой .....	7
3.4. Определение пластиковых частиц.....	8
3.5. Правила работы для снижения вероятности загрязнения пробы во время анализа.....	8
4. Протокол отбора проб природной воды для оценки микропластикового загрязнения.....	9
5. Фото проб .....	10

## Введение

Зачем исследовать? Нам всем хочется знать, что нас окружает, насколько чист или грязен ближайший водоем. Есть ли следы пластикового загрязнения там, где я живу/отдыхаю? Тем более, если мы видим, что рядом есть потенциальные источники загрязнения – предприятия, стихийные свалки или лицензированные полигоны, сточная труба ведущая прямо в реку или стройка. И самое главное, хочется рассказать об этом другим и попробовать вместе найти решение.

Гражданская наука - это одно из редких общественных явлений, которое полезно всем. Людям нравится заниматься наукой, учёным и научным учреждениям удаётся проводить масштабные исследования, которые без участия добровольцев были бы просто невозможны. Есть, например, глобальная инициатива по оценке микропластикового загрязнения – [Adventure scientists](#). С 2013 по 2017 год обученные волонтеры со всего мира отбирали пробы. На основе этого процесса было выпущено несколько научных статей. При этом если посмотреть на карту, то на территории России не было проведено ни одного такого исследования.

Проблема микропластика для науки новая – прошло еще слишком мало времени с начала исследований, чтобы сделать какие-то выводы о распределении, скорости накопления, циркуляции микропластика в мировом океане и местных водных объектах. В России исследований микропластика проводится еще меньше, чем за рубежом, далеко не все профильные научные институты вовлечены в работу по проблеме пластикового загрязнения. Поэтому нам сейчас особенно важно создавать базу данных содержания микропластика для российских водоёмов, с которой позже смогут работать ученые, моделировать процессы и рассказывать нам - общественности – о полученных результатах.

Метод фильтрования для отбора проб и визуальной идентификации для анализа, которые являются основой этой методологии, довольно часто используются зарубежными и российскими учеными для проведения исследований микропластика, при этом такой тип исследования доступен и обычным людям. Отбор и анализ проб не требует дорогостоящего и редкого оборудования, для работы с которым важно профессиональное образование.

Эта методология довольно универсальна и подходит для исследований разных водных объектах – мы уже применяли её для канала, реки, озера и даже залива. В море или заливе можно увидеть проблему уже в «интегральном» виде – в море попало все, что идет с водотоками, а к ним добавляются еще и морские источники. В реках – интересно, что и откуда попадает в реку и что река вынесет в море. Даже в озере интересно, т.к. там могут быть локальные антропогенные источники.

Когда вы проведете исследование, не останавливайтесь на этом! Общественные исследования можно считать сигнальными для профессионалов, поделитесь и обсудите с ними результаты. Возможно, они смогут сделать более глубокие выводы о характере загрязнения или обобщить и сравнить полученные данные сразу от нескольких исследователей. Нанесите данные на [общественную карту](#). Пригласите коллег/партнеров/знакомых, поделитесь с ними информацией, покажите им проблему, о которой они, возможно, даже не задумывались. Поразмышляйте о том, как найденный микропластик мог туда попасть и что можно сделать, чтобы сократить попадание. Распространите информацию, чтобы больше людей узнали об этом и присоединились к исследованиям и решениям.

# 1. Подготовка оборудования для отбора проб

## 1.1. Материалы для сборки фильтровальной установки

- Муфта пластиковая надвижная с уплотнительными прокладками, диаметром 110 мм (единительная муфта для фановых труб) - этот вариант удобнее для фильтрования воды или 50 мм - этот вариант удобнее для анализа фильтра под микроскопом,
- Переход пластиковый (полипропилен), по диаметру плотно стыкающийся с муфтой (эти материалы продаются в магазинах сантехники) (собрать фильтр возможно и без него)
- Ткань «Мельничный газ» диаметром ячей 50-100 мкм (продаются в магазинах аквариумистики),
- и/или нейлоновые сетчатые фильтры/ ткань полиамидная с диаметром ячей 50-100 мкм. Такие ткани можно купить в магазинах продающих лабораторное оборудование.

## 1.2. Сборка фильтра:

- Вырезать из полотна газа или нейлонового фильтра квадрат (круг), размером (диаметром) на 5-10 см больше, чем диаметр фильтровальной установки – фильтрующая основа
- Накрыть ей просвет перехода или муфты (рисунок 1)
- Кусок трубы меньшего диаметра разместить над первым, накрытым фильтрующей тканью, тщательно расправить ткань и равномерно надавить на трубу так, чтобы она плотно вставилась в нижний кусок трубы. (рисунок 2)
- Проверить на просвет, что на фильтрующей основе (ткани) нет складок. Крайне желательно чтобы края фильтра не попадали внутрь трубы, т.к. в пробу с них могут попасть отдельные нити нейлона

## 1.3. Общие рекомендации к изготовлению фильтра:

Фильтровальную установку можно собрать другими способами. Ее можно изготовить из различных материалов: пластиковых сантехнических элементов, металлических конструкций (из нержавеющей стали), их комбинаций, сшить из фильтрующего материала и прочее. Например, в качестве «сита» можно использовать не только синтетическую ткань (мельничный газ), но и металлическую сетку. Главное – фильтрующий материал должен иметь одинаковые на всей своей поверхности ячейки достаточно мелкого размера для поставленных целей. Кроме того, материал должен быть достаточно прочным.

Главное, необходимо придерживаться следующих рекомендаций:

- Вся суть отбора пробы из природного водоема для обнаружения в ней частиц микропластика сводится к тому, чтобы профильтровать большое количество воды через «сито», которое эти частицы сможет задержать.
- Предназначение установки для фильтрования состоит в том, чтобы надежно зафиксировать фильтрующую основу в положении а) удобном для фильтрования через нее большого количества воды, б) не допускающем протечек и потерь при фильтрации, в) удобном извлечении фильтрующей основы («сита») исключая потери.



Рисунок 1



Рисунок 2

## 2. Отбор проб природной воды для выявления загрязнения микропластиком

### 2.1. Необходимое оборудование для отбора проб

- фильтровальная установка,
- ведро или канистра известного объема (5-10 л, оптимально),
- стеклянная банка с крышкой объемом до пол-литра,
- рыбакские резиновые сапоги (болотники) или вейдерсы, (необязательно если на месте отбора проб есть мостки или для отбора не придется заходить в воду)
- «ценник» - этикетка или клей и бумага, чтобы наклеить на банку (промаркировать пробу)
- ручка и блокнот,
- дистиллированная вода,
- лейка (если пролив воды проходит через фильтровальную установку с диаметром меньше 100 мм)
- канцелярская резинка (необязательно)

### 2.2. Последовательность действий

1. Компоненты фильтровальной установки перед первым применением обязательно тщательно промыть большим количеством водопроводной воды. Промывать следует каждую часть (кроме фильтровальной ткани) отдельно в разобранном виде. По возможности, после промывания водопроводной водой, сполоснуть все дистиллированной водой. На месте отбора пробы установку и ведро (канистру) снова выполоскать водой из водоема/водотока, чтобы избежать загрязнения установки во время транспортировки.

2. Собрать фильтровальную установку.

3. На водоеме определить место отбора проб – у берега, где возможно обеспечить глубину более 0,5 метров, или на мостках, если они расположены не высоко над водой и на них можно разместиться двум человекам.

4. Сделать запись в полевом блокноте: отметить дату отбора пробы, погодные условия, местоположение пробы. Желательно сделать отметку GPS-координат. Инструкцию о том, как снять GPS-координаты, вы найдете в Протоколе отбора проб. Описать местность: течение, характер дна, наличие растений в воде, цвет воды, наличие следов активности человека (пляж, лодки, рыбакские стоянки, мусор и прочее), по возможности выяснить наличие осадков и их мощность в течение суток до отбора пробы.

5. Для отбора пробы оптимально участие двух человек. Один участник работает с ведром или канистрой, второй – с фильтровальной установкой (рисунок 3).

6. Для сбора пробы участники входят в воду на максимально возможную глубину (не менее 0,5 м), или размещаются на мостках. Если отбор проб проводится в воде, необходимо занять удобное положение против течения, спокойно постоять некоторое время, чтобы взмученный донный грунт осел и ушел вниз по течению. При отборе проб по дну водоема не перемещаться, чтобы не поднимать муть. Если грунт взмущился по какой-либо причине, сделать перерыв, или поменять место отбора пробы.

7. Для сбора материала необходимо начерпывать воду из водоема, при этом ведро или канистра полностью погружаются в воду, чтобы в пробу попадала вода из толщи, а не с поверхности. При этом необходимо следить за тем, чтобы не задевать дно водоема и не взмучивать донные отложения.

8. Наполненное ведро или канистра (до метки объема) затем медленно проливается через фильтровальную установку. В полевом блокноте надо регистрировать объем пролитой воды.



Рисунок 3

9. Держать фильтровальную установку необходимо ниже по течению от места отбора пробы, чтобы избежать попадания профильтрованной воды в следующее ведро. Во время отбора проб фильтровальную установку всегда держать вертикально и не переворачивать до окончания сбора пробы, чтобы частицы не смогли выпасть с поверхности фильтра.

10. Если в фильтровальной установке установлен фильтр с крупной ячейей (более 100 мкм), то фильтрование продолжать до суммарного объема профильтрованной воды 100-200 л или более. Если используется фильтр с меньшей ячейей, то фильтрование продолжается до тех пор, пока вода проходит через фильтр. Как только ток воды через фильтр затрудняется (фильтр «забивается») фильтрование прекращается. Обычно, это происходит через 50-70 литров (если размер ячей фильтра 50-100 мкм), однако в летний период на некоторых водоемах возможно очень быстрое забивание фильтра водорослями. В этом случае объем профильтрованной воды может быть даже меньше 10 литров

11. В полевом блокноте фиксируется суммарный объем пролитой воды.

*Во время отбора пробы не стоит торопиться. Действия совершать спокойно, без суеты, аккуратно. Следить за тем, чтобы вода не проливалась мимо фильтра, фильтр не протекал. Фильтрование осуществляется прямо в водоеме, и профильтрованная вода непосредственно возвращается в водоем.*

12. Проба для определения содержания микропластика представляет собой все частицы, оставшиеся на фильтрующей основе. Дальнейшая задача – сохранить все частицы на фильтре, извлечь его из фильтровальной установки, транспортировать до места дальнейшей обработки. Чтобы извлечь фильтрующую основу из установки, необходимо аккуратно разобрать установку, при этом не переворачивать ее. Крепко держа нижнюю основу вместе с краями фильтра, аккуратно потянуть вверх верхнюю часть установки. Далее достать фильтр, держать его поверхностью с частицами вверх.

13. Если фильтрующая основа больше использоваться не будет, ее аккуратно сложить стороной с частицами внутрь, не прикасаясь к поверхности, где эти частицы собирались. Аккуратно положить фильтр в чисто вымытую (как и сама установка, см. п.1) стеклянную банку. Можно сложить фильтр углами вверх так, чтобы осажденные частицы были внутри, и завязать его с помощью канцелярской резинки.

14. Если же фильтрующую основу планируется использовать дальше для отбора следующих проб или других исследований, тогда в чистую стеклянную банку необходимо налить немного (до половины объема банки) фильтрованной через установку воды (стоит позаботиться об этом заранее, при отборе пробы). Фильтр опустить в банку с фильтрованной водой и тщательно выполоскать. Держать фильтр при этом следует с помощью пинцета

15. Банку закрыть крышкой (желательно металлической, новой), подписать пробу. Для этого удобно использовать магазинные «ценники» или то, что можно наклеить на банку. На «ценнике» написать дату отбора пробы, название водоема и точки отбора, объем профильтрованной воды, диаметр ячей фильтрующей основы, фамилию и имя ответственного за отбор, контактные данные (моб.телефон и е-майл). «Ценник»-этикетку приклеить к банке (не к крышке), предварительно насухо протерев место приклеивания.

16. Проба должна быть обработана в ближайшие 4 дня. При хранении пробы более суток, ее необходимо помещать в холодильник.

### 3. Лабораторные исследования проб на содержание микропластика

#### 3.1. Необходимое оборудование для анализа проб

- микроскоп,
- предметное стекло,
- чашка Петри,
- дистиллированная вода,
- пипетка,
- игла швейная,
- стеклограф или маркер по стеклу (необязательно)
- фотокамера,
- протокол.

#### 3.2. Хранение пробы

Пробы необходимо помещать в холодильник. Хранить пробы желательно непродолжительное время и стараться обработать их как можно раньше, т.к. в них содержатся и живые организмы, которые со временем умирают, разлагаются, или наоборот размножаются, проба может «протухнуть».

#### 3.3. Работа с пробой

Чтобы начать работу с пробой, выньте фильтр (сетку) из банки. Положите фильтр на предметное стекло или чашку Петри. Просматривайте фильтр в микроскопе, двигаясь членочным шагом от края к краю. Отмечайте в протоколе обнаруженные частицы пластика (цвет, форма, размер частиц).

Для удобства и организации последовательного просмотра стекло или чашку можно расчертить по квадратам с номерами (на рисунке 4 показано, как это будет выглядеть под микроскопом). Это поможет не запутаться в том, какой кусок пробы вы уже отсмотрели.

Авторы методологии в своей работе используют микроскопы с увеличением 40-1600 крат. Этого хватает для того, чтобы определить частицы размером чуть менее 1мкм и более крупные. Можно использовать любые другие микроскопы и с меньшим увеличением (есть успешный опыт исследований с микроскопами с увеличением, например, 600 крат), тогда размер обнаруживаемых частиц будет больше. Увеличение в 1600 крат помогает только уточнить материал частицы (разглядеть отсутствие клеточной структуры или увидеть переливы, например), но удобнее проводить оценку частиц в пробе на более мелком увеличении (до 1000 крат)

Просмотр пробы на сетке позволяет легко оценить размер микропластиковой частицы: если размер ячейки вашего фильтра, например, 100 мкм, частица длинной в три ячейки будет равна примерно 300 мкм. Но оценка размера частиц необходима в первую очередь для сопоставимости результатов. Разные микроскопы позволяют увидеть частицы разных размеров, разные фильтры позволяют уловить частицы разного размера. Пожалуйста, пользуйтесь предложенной в протоколе отбора проб классификацией частиц по размеру.

Если вам плохо видно пробу при просмотре, попробуйте немного намочить ее дистиллированной водой с помощью пипетки (так, сетка прилипнет к стеклу и возможно станет видно лучше). Если и после этого сетка выглядит размыто, попробуйте изменить фокусировку.

В зависимости от того, сколько было профильтровано воды через фильтр, рассчитайте концентрацию частиц на 1 литр. Фотографируйте частицы при помощи видеоокуляров, если есть возможность, не забудьте отметить на фото размер ячей, чтобы был понятен размер частицы.



Рисунок 4

### 3.4. Определение пластиковых частиц

#### Некоторые критерии для идентификации микропластика:

1. Микропластик – это твердые частицы синтетических полимеров менее 5 мм в диаметре,
2. Частицы микропластика не имеют клеточной структуры, что позволяет отличить их от органических материалов (кусочков растений, животных),
3. Если это волокна – то они должны быть одинаково толстыми/тонкими на протяжении всей длины. Часто бывают перекрученными, как лента. Иногда можно наблюдать изнашивание или рваные концы.
4. Пластиковые частицы часто имеют четкий и однородный цвет. Из этого правила есть несколько исключений: отбеленные частицы и частицы, со следами органических загрязнений.
5. Частицы пластика часто имеют неестественный для органики цвет (синий, красный и другие) и, возможно, блеск (но не перламутровое переливание, которое наблюдается у песчинок – см. фото ниже).

#### Что еще можно увидеть на фильтре:

- Водоросли
- Частицы соли и песка
- Части животных и скелетов
- Древесные частички

Чтобы не принять биологический материал за микропластик, можно сдавить подозрительную частицу с помощью, например, иглы. Если она рассыпается или распадается на части, то это не пластик. Если частица сохраняет форму, то это пластик. Также, можно проверить частицы с помощью горячей иглы – пластик от нагревания изменит форму (нитка завьётся).

В главе 5 вы найдете фото проб, которые помогут определить микропластиковые частицы. Также, предлагаем воспользоваться гидом по идентификации микропластиковых частиц:

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. *Environmental Science & Technology*, 46:3060-3075. DOI:dx.doi.org/10.1021/es2031505

### 3.5. Правила работы для снижения вероятности загрязнения пробы во время анализа

- Держите пробу закрытой, если вы не работаете с ней.
- По-возможности используйте стеклянное оборудование (чашка петри, банка для транспортировки фильтра).
- Протирайте все поверхности перед работой. Рекомендуется использовать губку или тряпку яркого цвета. Все части, найденные от губки будут более легко определены как фоновое загрязнение, которое не надо учитывать в результатах.
- При исследованиях надевайте одежду из хлопка или натурального волокна. Избегайте попадания синтетических материалов в лабораторию.

## 4. Протокол отбора проб природной воды для оценки микропластикового загрязнения

Дата отбора проб: \_\_\_\_\_

ФИО руководителя группы: \_\_\_\_\_

Образовательное учреждение: \_\_\_\_\_

E-mail и телефон руководителя группы: \_\_\_\_\_

Название водоема и ближайший адрес: \_\_\_\_\_

GPS координаты точки отбора (ниже вы найдете инструкцию, как снять GPS координаты при помощи смартфона и что делать, если у вас не получилось снять координаты): \_\_\_\_\_

Опишите местность (характер дна, течение, наличие растений в воде, цвет воды, наличие следов активности человека (пляж, лодки, рыбакские стоянки, мусор и прочее), по возможности выяснить наличие осадков и их мощность в течение суток до отбора пробы): \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Погодные условия: \_\_\_\_\_

Количество отфильтрованной воды: \_\_\_\_\_

Тип микроскопа: \_\_\_\_\_

В зависимости от цели исследования, используйте одну (желательно по размеру) или одновременно обе таблицы для фиксирования количества частиц.

Цвет/Форма частиц	Синие	Красные	Прозрачные	Белые	Черные	Зеленые	Другие цвета
Круглые							
Нитевидные							
Угловатые							
Другая форма							
Всего							

Размер частиц:	Менее 1 мкм	1 мкм – 1,5 мм	1,5 мм – 5 мм
Частиц в пробе:			

Всего частиц в пробе: \_\_\_\_\_

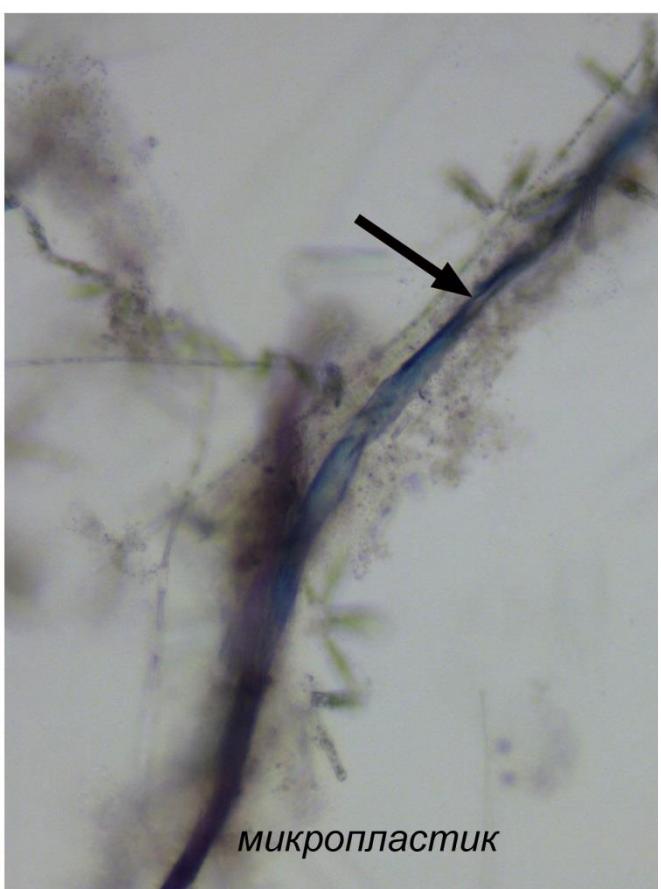
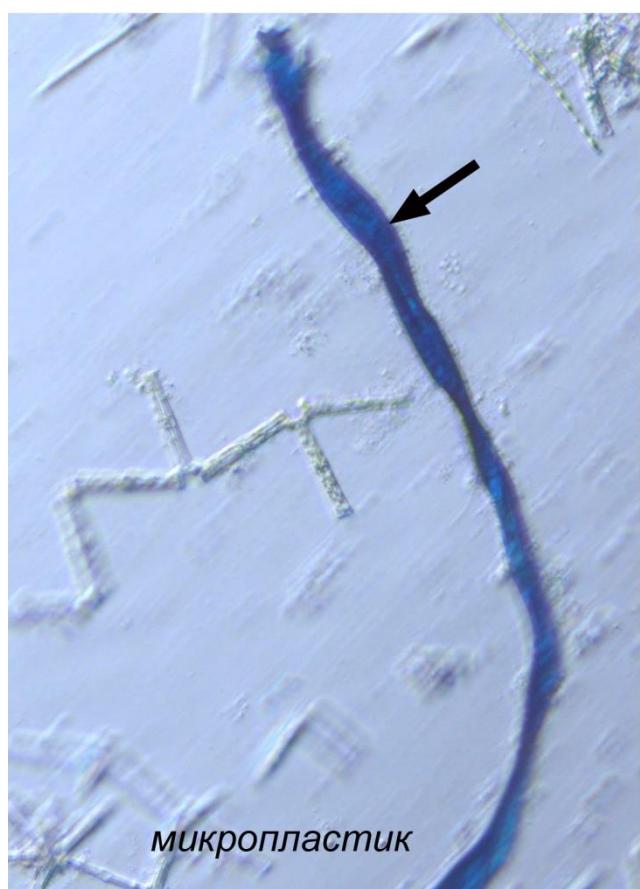
Частиц на литр: \_\_\_\_\_

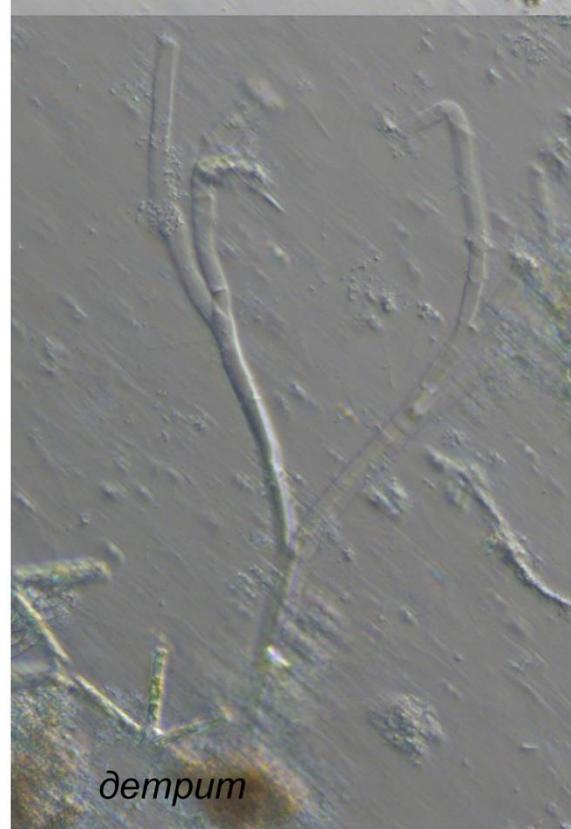
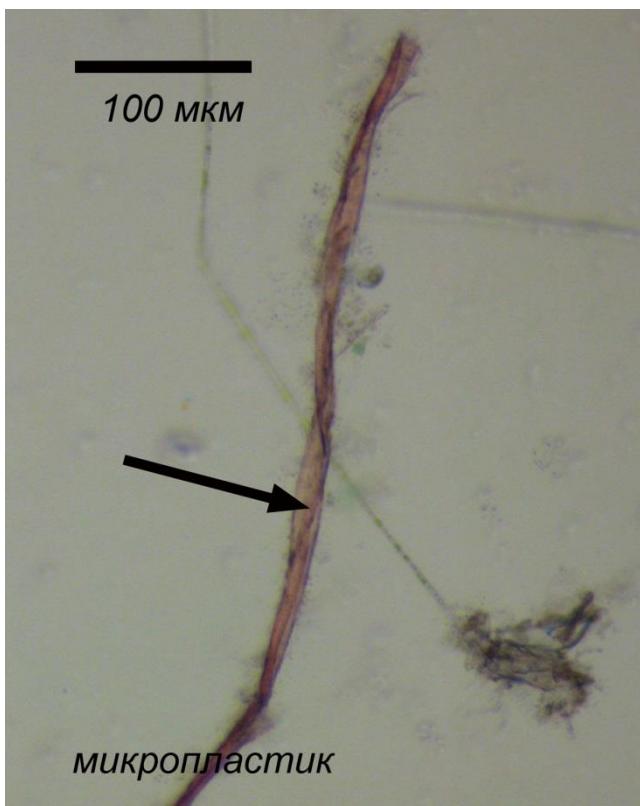
### Как снять GPS координаты при помощи смартфона или планшета

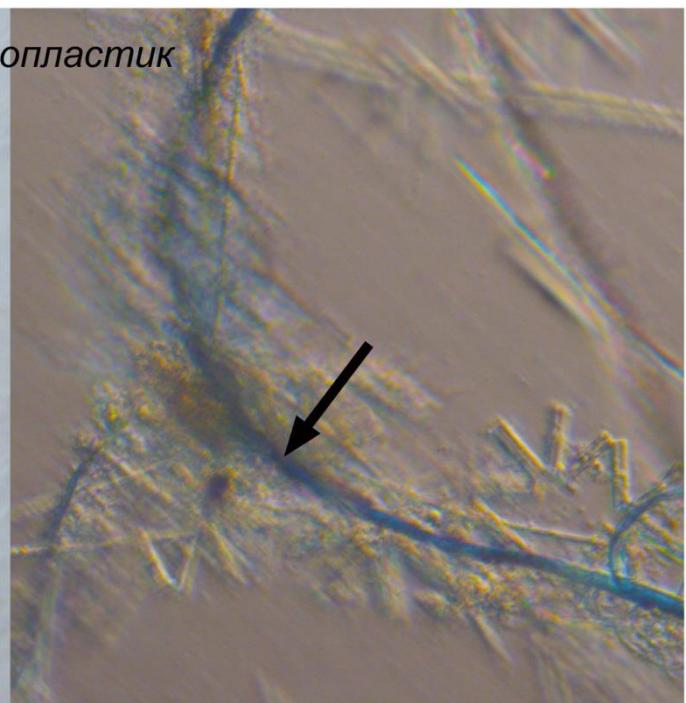
- Для iPhone.** Откройте приложение «Карты». Если вы хотите снять координаты точки, в которой вы находитесь, дождитесь момента, когда приложение покажет, где вы. Нажмите на точку и держите пару секунд. Внизу появится окно «моя геопозиция», пролистните его вниз. После адреса места будут указаны широта и долгота. Если вы уже ушли с места отбора проб, найдите его на карте в приложении и выполните те же действия.
- Для всех смартфонов.** Скачайте приложение maps.me, откройте его. Приложение покажет ваше местоположение значком «синяя стрелка». Нажмите на эту стрелку, внизу появится надпись «мое местоположение», нажмите на нее, ниже появятся ваши координаты. Если вы уже ушли с места отбора проб, найдите его на карте в приложении и выполните те же действия.
- Если у вас не получилось узнать GPS-координаты,** распечатайте карту местности, в которой произошел отбор проб и отметьте место ручкой или маркером. Фото или скан карты отправьте вместе с протоколом.

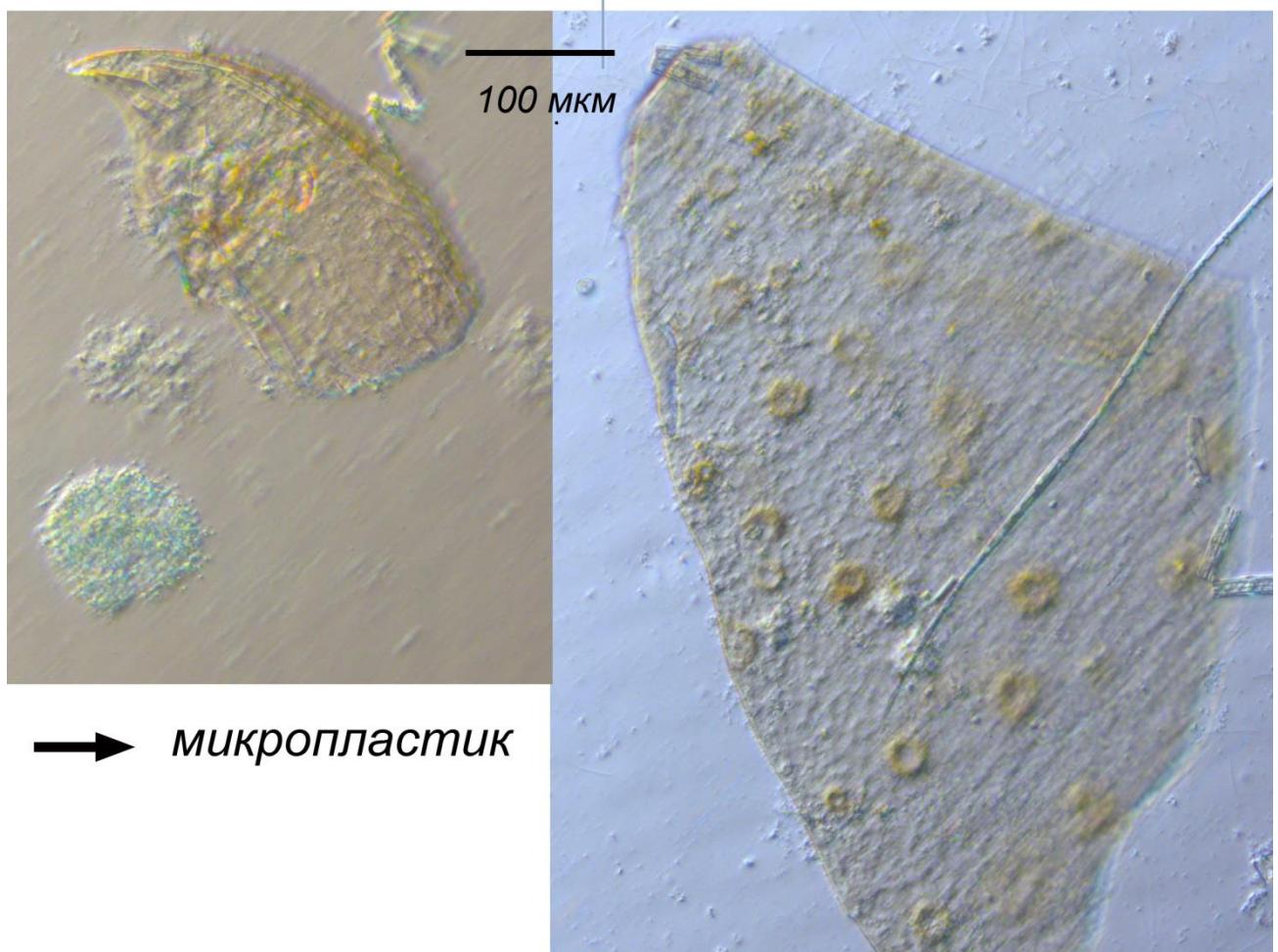
## 5. Фото проб

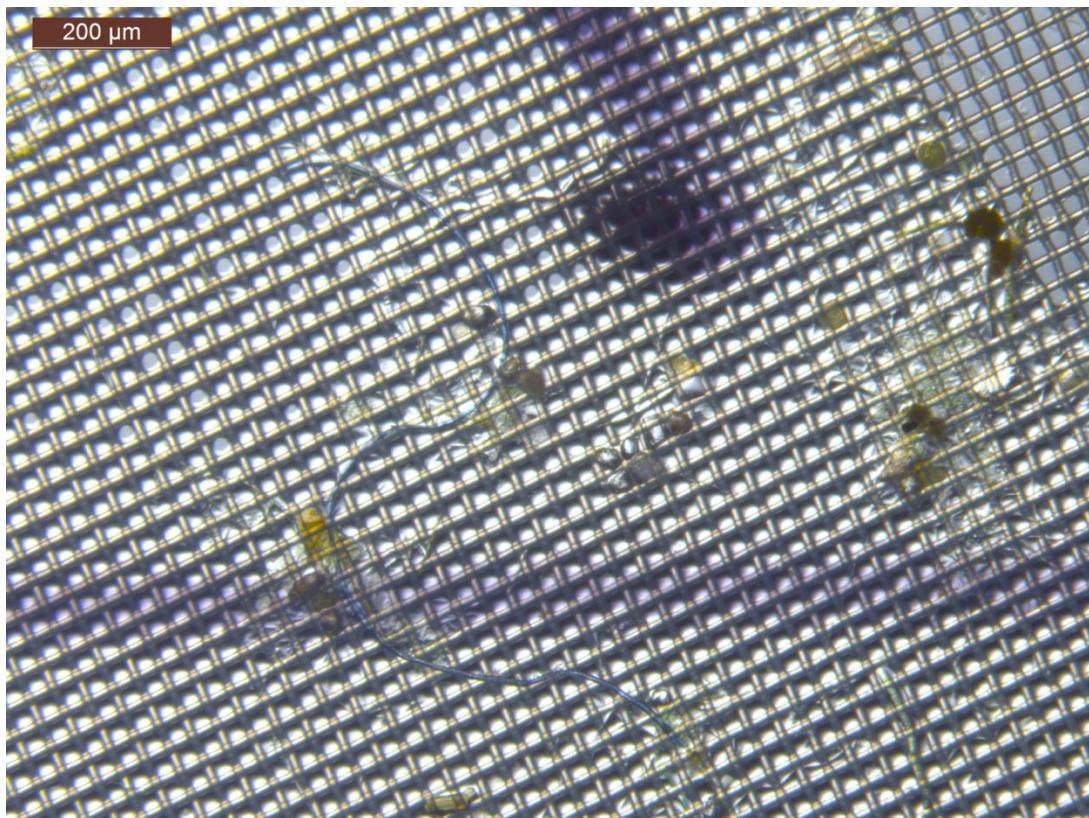
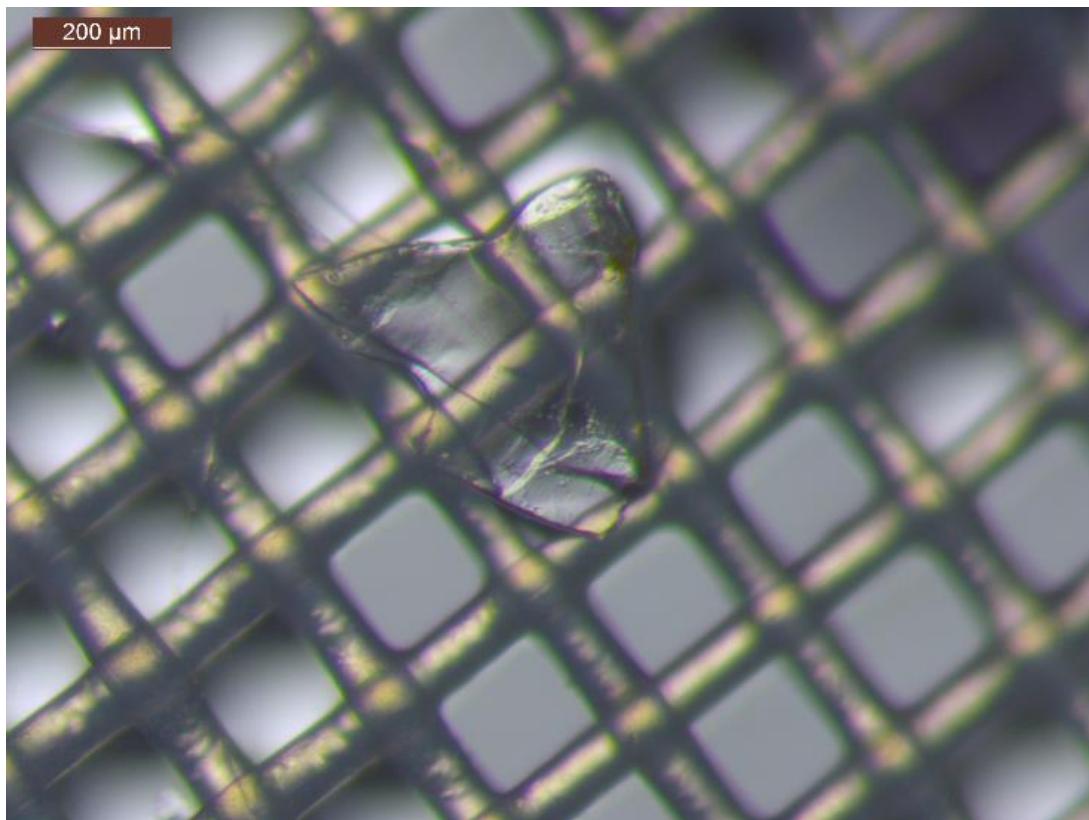
Ниже представлено несколько иллюстраций, которые помогут вам идентифицировать микропластик.











Не останавливайтесь на проведенном исследовании!  
Вернитесь к ВВЕДЕНИЮ и подумайте, что вы можете сделать с  
полученными данными.  
Успехов!