



**Методика изучения содержания частиц
микропластика в водных объектах города Бреста
[Электронный ресурс]**

**/ Г.В. Толкач, С.М. Токарчук, А.Л. Жук, К.Э. Куцко,
// Брестский государственный университет
имени А.С. Пушкина. –Брест, 2020. —
Режим доступа: <https://arcg.is/1DooDr>**



Методика изучения содержания частиц микропластика в водных объектах города Бреста

Выполнено при поддержке Неправительственного экологического фонда имени В.И. Вернадского





Авторы

Толкач Галина Владимировна - старший преподаватель кафедры зоологии и генетики Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина

Токарчук Светлана Михайловна - кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры географии и природопользования географического факультета Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина

Жук Алеся Леонидовна - студентка географического факультета Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина

Куцко Кристина Эдуардовна - студент биологического факультета Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина



Рецензенты

Литвинова А.Г. - к.б.н., научный сотрудник лаборатории гидроэкологии и экотехнологий Полесского аграрно-экологического института НАН Беларуси

Трофимчук Д.А. - к.г.н., старший преподаватель кафедры туризма и страноведения Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина

Выходные данные

Методика изучения содержания частиц микропластика в водных объектах города Бреста [Электронный ресурс] / Г.В. Толкач, С.М. Токарчук, А.Л. Жук, К.Э. Куцко, // Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина. – Брест, 2020. — Режим доступа: <https://arcg.is/1DooDr>



Описание

Электронное учебное пособие разработано для проведения гидроэкологических исследований для учащихся биологического и географического факультета БрГУ имени А.С. Пушкина.

Является авторской разработкой, составлен на основании существующих методик выполнения полевых исследований и геоинформационного сопровождения научного исследования.

Разработка включает подробное описание нескольких этапов исследования, таких как выбор репрезентативных водоемов для исследования, этап разработки методики анализа содержания частиц микропластика в водоемах Бреста, подбор оборудования, методику проведения полевого этапа исследования, оценки содержания микропластика, визуализации данных и др.

Электронное издание используется в учебном процессе биологического факультета Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина для поддержки преподавания учебной дисциплины «Гидроэкология». Разработка используется в процессе чтения лекций и проведения лабораторных занятий.

Может быть использовано в научно-исследовательской деятельности студентов (при написании курсовых, дипломных работ, магистерских диссертаций).

Выполнено при поддержке Неправительственного экологического фонда имени В.И. Вернадского (Жук Алесь - стипендия Фонда на учебный 2019-2020 год)



Введение

Микропластик - это твердые частицы синтетических полимеров, размером от 100 нм до 5 мм.

Профессор *Ричард Томпсон (Richard Thompson)*, морской биолог из университета в Плимуте, первым придумал термин «микропластик» еще в 2004 году [1].

С тех пор множество ученых с разных стран мира находят частицы в микропластика в воде, почве, питьевой воде и живых организмах [1-5].

Источники поступления микропластика в окружающую среду разнообразны: пластиковые пакеты и бутылки в воде, распадающиеся под действием солнца и влаги, пыль автомобильных шин, фрагменты синтетических волокон при стирке одежды, гранулы в составе косметики и бытовой химии и др.

Частицы микропластика отличаются по размерам, форме, цвету, но данные зарубежных ученых свидетельствуют о том, что микропластик вызывает негативные влияния на организмы животных и человека [1, 2, 4].

Существует очень много **видов и форм** пластикового загрязнения.



Пластиковое загрязнение отрицательно влияет на земную поверхность, водные пути и океаны. Усилия по сокращению пластикового загрязнения предпринимаются в различных регионах и включают в себя попытки снизить потребление пластмасс и поощрение их переработки. Распространение пластикового загрязнения коррелирует с невысокой ценой и долговечностью пластмасс, что определяет высокий уровень их использования человеком.

Важной частью также является выявление загрязнения микропластиком, путем изучения проб воды из выбранных водоемов.

Изучение загрязнения водной среды микропластиком и другим микромусором может распространяться **в двух основных направлениях**:

- 1) исследования непосредственных источников микромусора;
- 2) выявления последствий загрязнения в водной среде.

Обнаружение и изучение источников загрязнения микромусором окружающей среды предполагает, как поиск конкретных веществ, содержащих микрочастицы пластика (средства бытовой химии, личной гигиены и пр.), так и поиск конкретных (точечных) источников поступления частиц в водоемы, а именно — обнаружение частиц в стоках очистных сооружений. Однако, стоит помнить, что многие загрязнения попадают в водоемы с диффузным стоком, который сложно определить точно. Под выявлением последствий загрязнения водной системы микромусором предполагается оценка общего уровня загрязнения микромусором водоема или водотока.



Материал и методика исследования

Этап 1. Изучение водоемов Бреста, выбор репрезентативных водоемов для исследования

Проведена инвентаризация водоемов города (выделено 432 водоема).

Выполнена полная инвентаризационная карта водоемов города, а также их классификация с учетом размера, происхождения котловины, назначения, состояния водосборов и других факторов.

Этап 2. Разработка методики анализа содержания частиц микропластика в водоемах Бреста

Выбрано 30 репрезентативных водоемов в черте города, для целей изучения содержания микропластика в их водах.

Разработаны особенности отбора проб в условиях городской среды и анализа полученных материалов с использованием микроскопа.

Выполнена инструкция по реализации исследования в виде интерактивного документа, размещенного в свободном доступе в сети Интернет.



Этап 3. Проведение полевого этапа исследования

Проводились отборы проб в весенне-летний период в выбранных репрезентативных водоемах.

В результате полевых исследований проводилось фотографирование водоема в месте отбора проб, определение GPS-координат мест отбора, краткое описание водоема, берега возле которого осуществлялся отбор, а также особенностей воды.

Составлена интерактивная карта мест отбора проб с использованием полученных данных

Этап 4. Оценка содержания микропластика

Проводилось изучение полученных фильтров под микроскопом.

Осуществлялся общий подсчет частиц микропластика, подсчет частиц по видам (гранулы, нити, пленки, фрагменты, шарики), а также фотографирование фильтра и микропластика на нем.

Составление интерактивной карты содержания частиц микропластика в местах отбора проб.

Этап 5. Визуализация данных

Составлена серия интерактивных карт с использованием облачной платформы картографирования ArcGIS Online, отображающих пространственные особенности результатов исследования.



Этап 6. Анализ полученных результатов

Выполнено описание полученных результатов.

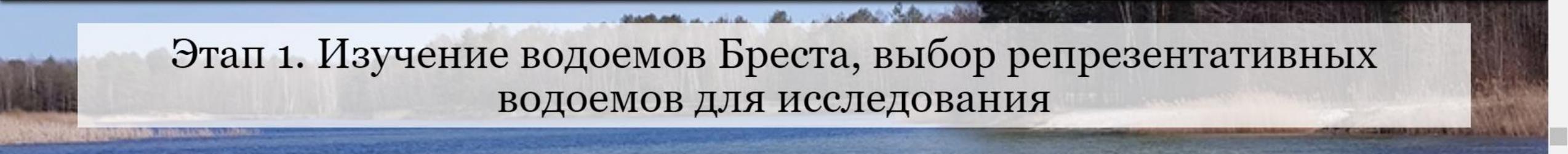
Даны попытки определения причин полученной картины распределения микропластика в водоемах.

Оборудование

1. Фильтровальная установка (две трубы-муфты, соединяющиеся между собой и мельничный газ - 100 микрон)
2. Ведро известного объема (5–10 л)
3. Банка с крышкой, рыбацкие резиновые сапоги (болотники), «ценник»-этикетка, ручка, полевой блокнот, дистиллированная вода, блокнот для записей, телефон или другое устройство (для определения GPS-координат и фотографий места отбора проб).

Фильтрующую основу заранее нарезать на кусочки (круг, квадрат) размером больше чем диаметр фильтровальной установки.

Между отбором проб, пластиковый корпус упаковывать в чистый целлофановый пакет, а фильтрующую основу, нарезанную хранить в чистой стеклянной банке, закрытой металлической крышкой. Такие действия необходимы для исключения загрязнения проб посторонними частицами и частицами микропластика не из водоема, где отбирается проба. Необходимо помыть банки для отобранных проб и наклеить этикетки на них (для дальнейшего удобства отбора проб и нумерации проб)



Этап 1. Изучение водоемов Бреста, выбор репрезентативных водоемов для исследования

На данном этапе была проведена инвентаризация водоемов города с использованием космических снимков, планов и топографических карт города, данных земельной информационной системы Беларуси и др.

В итоге для территории города был выделен 432 водоема. Далее была выполнена полная инвентаризационная карта водоемов города.



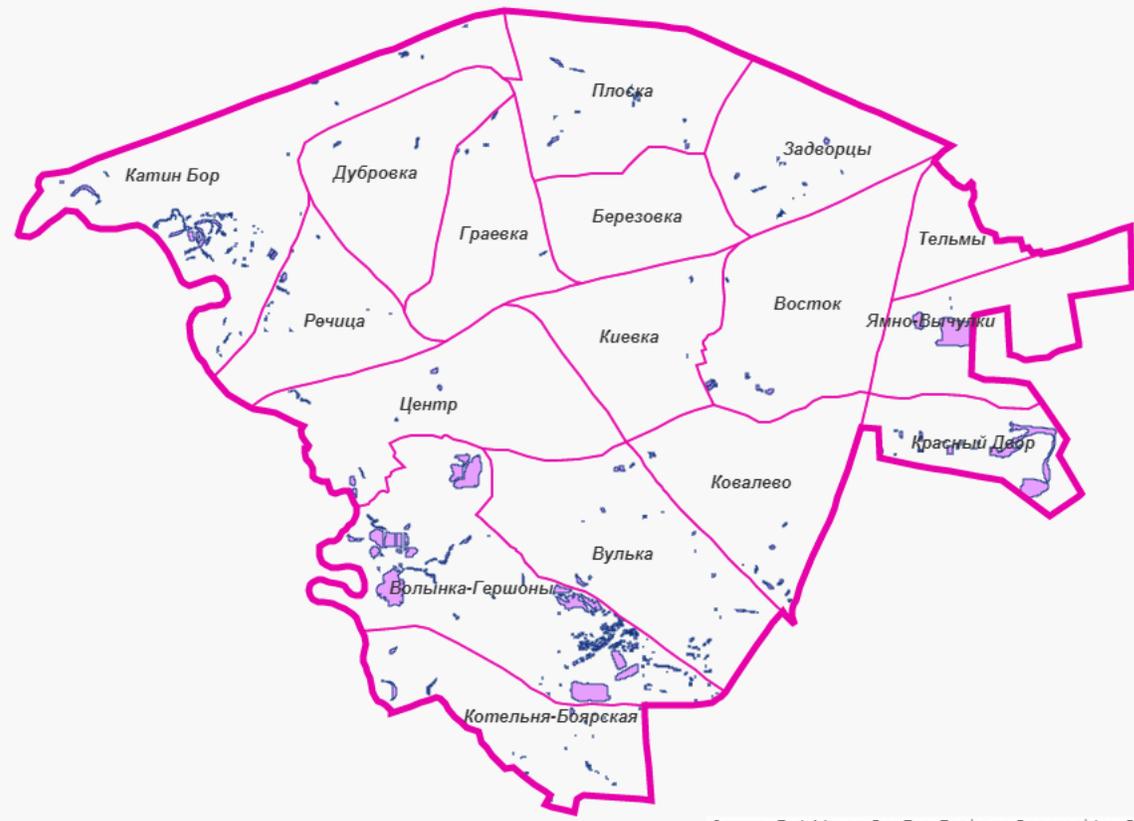
Методика изучения содержания частиц микропластика в водных объектах города Бреста

База данных "Водоемы Бреста"

БД водных объектов Бреста с нумерацией по микрорайонам



ЛЕГЕНДА



Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Водоемы города Бреста (полная инвентаризационная карта)

Изучить



С использованием основных классификационных признаков водных объектов, для водоемов Бреста составлена **схема их типизации** по базовым показателям.

Признак	Тип водоема	
	Индекс	Характеристика
Размер	М	Малый (площадь: от 21 м ² до 110 000 м ²)
	С	Средний (площадь: от 110 001 м ² до 222 000 м ²)
	Б	Большой (площадь: от 222 001 м ² до 322 810 м ²)
Происхождение	И	Искусственный
	Е	Естественный
Назначение	Р	Рекреационный
	ЛД	Ландшафтно-декоративный
	ВХ	Водохозяйственный (оросительные, пожарные и др.)
	ГП	Рекультивированный (водоемы, образовавшиеся в результате рекультивации карьеров по добыче полезных ископаемых)
	МФ	Многофункциональный
	ч	Водоем на участках личного пользования, с разными типами назначения
	П	Водосбор с доминированием природных и природно-антропогенных систем, с крайне низкой антропогенной нагрузкой (леса, сады, территории с древесно-кустарниковой растительностью, луга и др.)
Особенности водосбора	Ав	Водосбор с доминированием антропогенных систем с высокой степенью преобразованности (застроенные, промышленные и др. территории)
	Ас	Водосбор с доминированием антропогенных систем со средней степенью преобразованности (пляжи, сельскохозяйственные земли и др. территории)
	С	Водосбор со смешанным типом (сочетание систем природного и антропогенного типа)

Классификационные признаки типизации водоемов Бреста



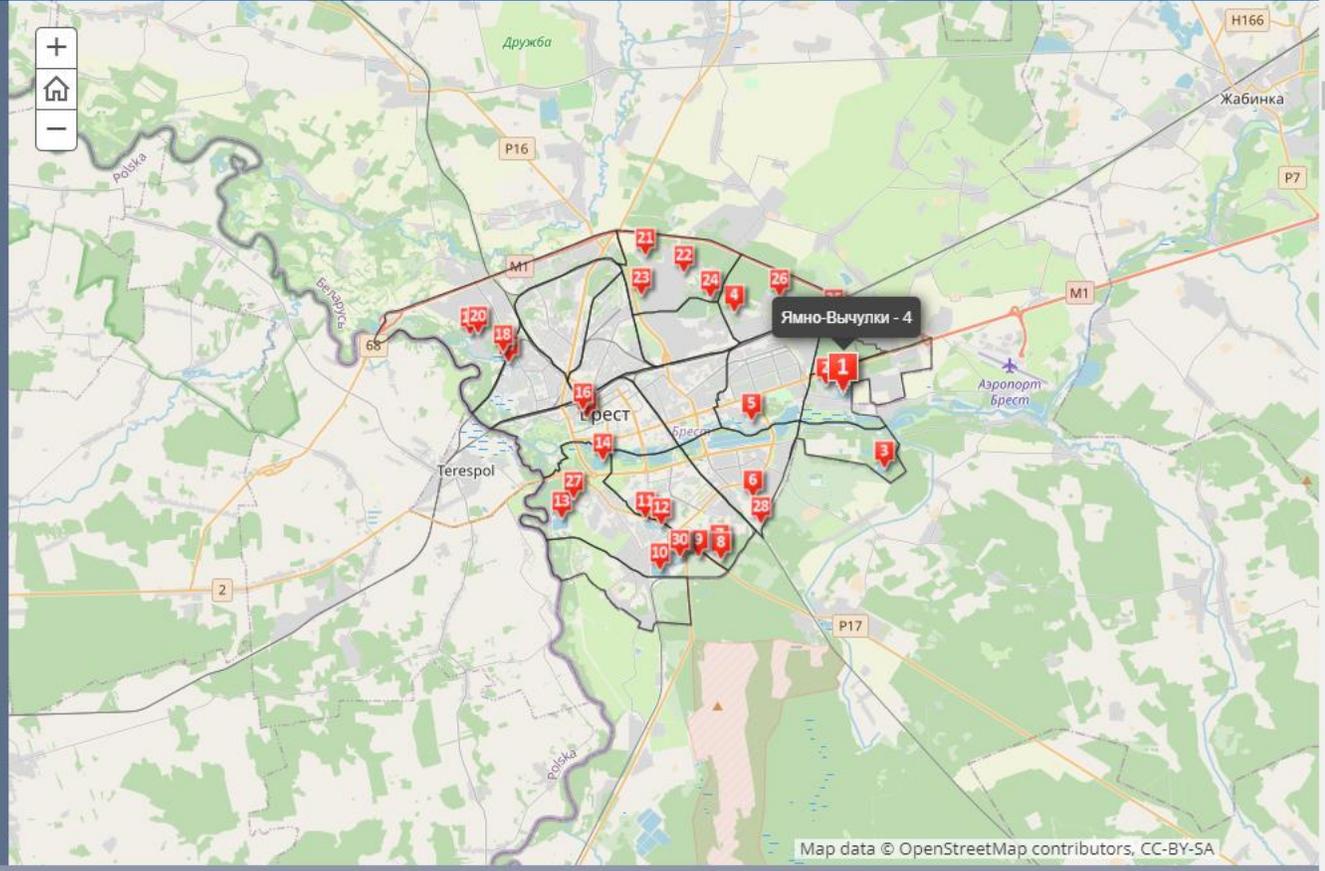
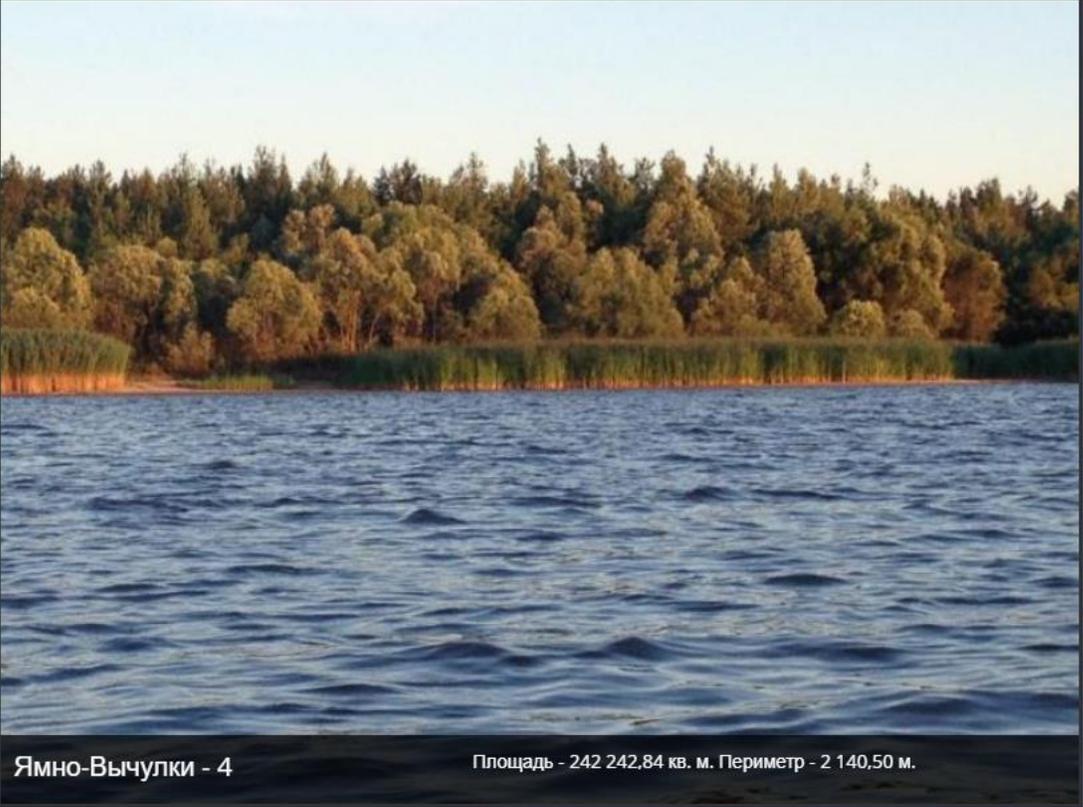
Этап 2. Разработка методики анализа содержания частиц микропластика в водоемах Бреста

Среди водохранилищ и прудов было отобрано 30 репрезентативных водоемов в черте города. Репрезентативные водоемы отбирались по нескольким признакам:

- 1) равномерное распределение по территории города (в пределах каждого планировочного микрорайона города отобраны не менее одного водоема; чем больше водоемов в микрорайоне – тем больше репрезентативных водоемов там выбиралось);
- 2) наличие водоемов разных типов (по площади, назначению и др.);
- 3) возможность открытого доступа к водоему, а также отбора образцов воды, в объемах необходимых для исследования.

Репрезентативные водоемы Бреста ГИС-сообщество БрГУ имени А.С. Пушкина 

Для целей изучения содержания частиц микропластика в воде 





Для проведения исследования был разработан протокол отбора проб природной воды для выявления загрязнения микропластиком.

**ПРОТОКОЛ ОТБОРА ПРОБ ПРИРОДНОЙ ВОДЫ
ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ МИКРОПЛАСТИКОМ**

Дата отбора проб: _____

ФИО руководителя группы: _____

Образовательное учреждение: _____

Е-mail руководителя группы: _____

Телефон: _____

Название водоема и ближайший адрес: _____

GPS координаты точки отбора: _____

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

Погодные условия: _____

Количество отфильтрованной воды: _____

Тип микроскопа: _____

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

Всего частиц в пробе: _____

Частиц на литр: _____



Этап 3. Проведение полевого этапа исследования

В то же время проведение полевых исследований привело к некоторому изменению списка репрезентативных водосборов. Данные изменения были обусловлены следующими моментами:

1. Доступ к некоторым водоемам оказался ограниченным либо вообще не возможным. В частности, нет возможности отобрать образцы из большинства естественных старичных озер, что связано с тем, что практически все эти водоемы находятся в пойме Западного Буга в пределах пограничной территории. Также часть водоемов находится на территории промышленных предприятий, в том числе не функционирующих, но их площадки являются закрытыми. Также значительное число водоемов находятся на территории частных земельных участков. Отбор образцов из данных водоемов был затруднен в связи с нежеланием большинства владельцев участков обследовать свои водоемы.
2. Некоторые водоемы, которые были идентифицированы по космическим снимкам и картам подложкам, на самом деле либо отсутствуют (чаще всего это характерно для малых водоемов) либо крайне мелкие, что не дает возможность провести исследование по разработанной методике.



3. Для больших по площади водоемов, а также малых и средних водоемов с неправильными очертаниями и значительной длиной береговой линии, проводился отбор образцов в нескольких местах.

Выполнение полевых исследований, направленных, как на сбор данных, так и на отбор образцов содержания частиц микропластика выполнялось с использованием специальной фильтровальной установки, состоящей из двух труб и фильтра, и проводилось в весенне-летний период на репрезентативных водосборах.

Места отбора образцов

В результате полевого этапа образцы для оценки содержания частиц микропластика были отобраны из 30 мест.

Нумерация мест отбора образцов из водотоков проводилась с учетом микрорайона города, в котором находится водоем, и порядкового номера репрезентативного водоема в пределах данного микрорайона. Если из водоема отбиралось несколько образцов – это указывалось как дополнительный номер (в скобках).



Методика изучения содержания частиц микропластика в водных объектах города Бреста

Введение

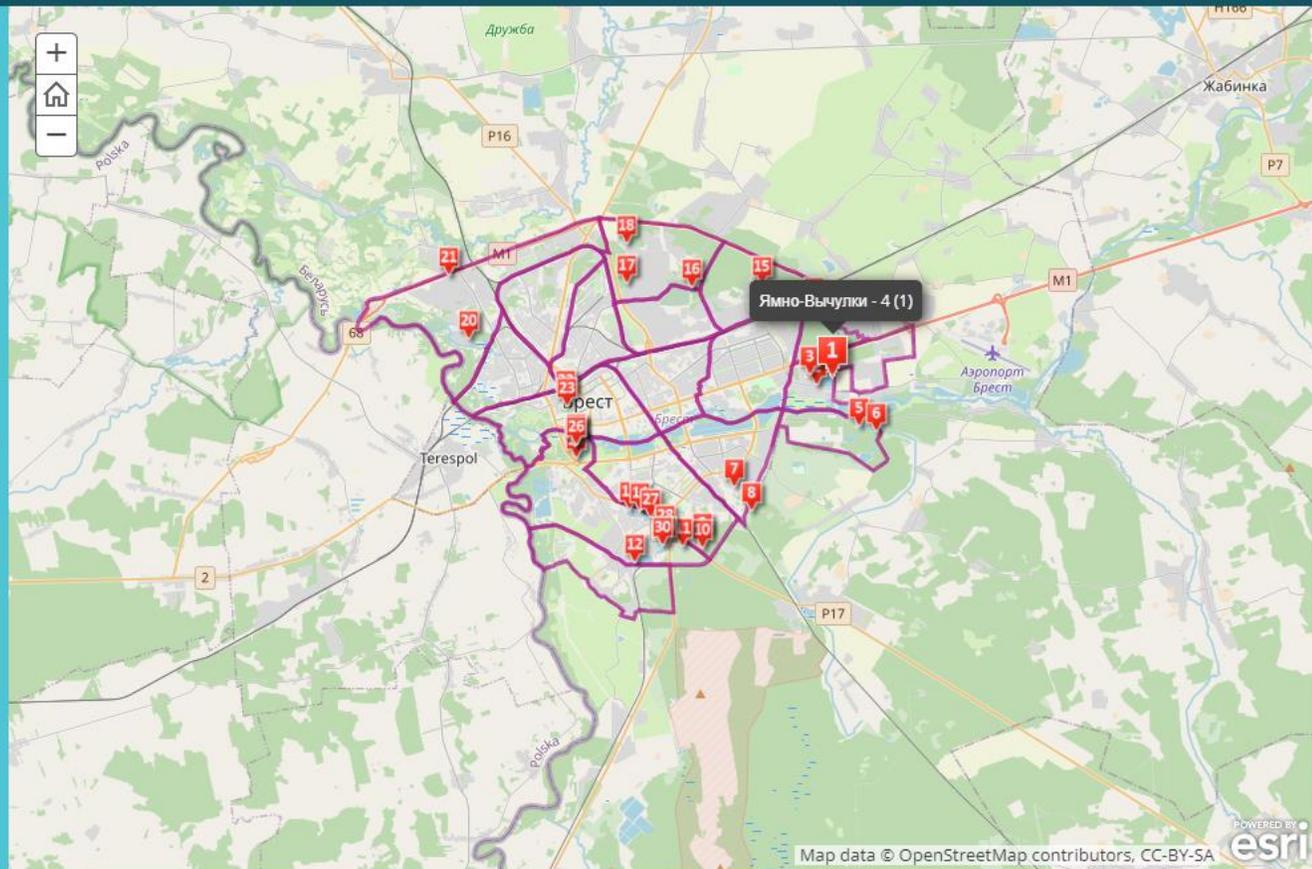
ГИС-сообщество БрГУ имени А.С. Пушкина



Для целей проведения анализа содержания частиц микропластика



Ямно-Вычулки - 4 (1)



Map data © OpenStreetMap contributors, CC-BY-SA

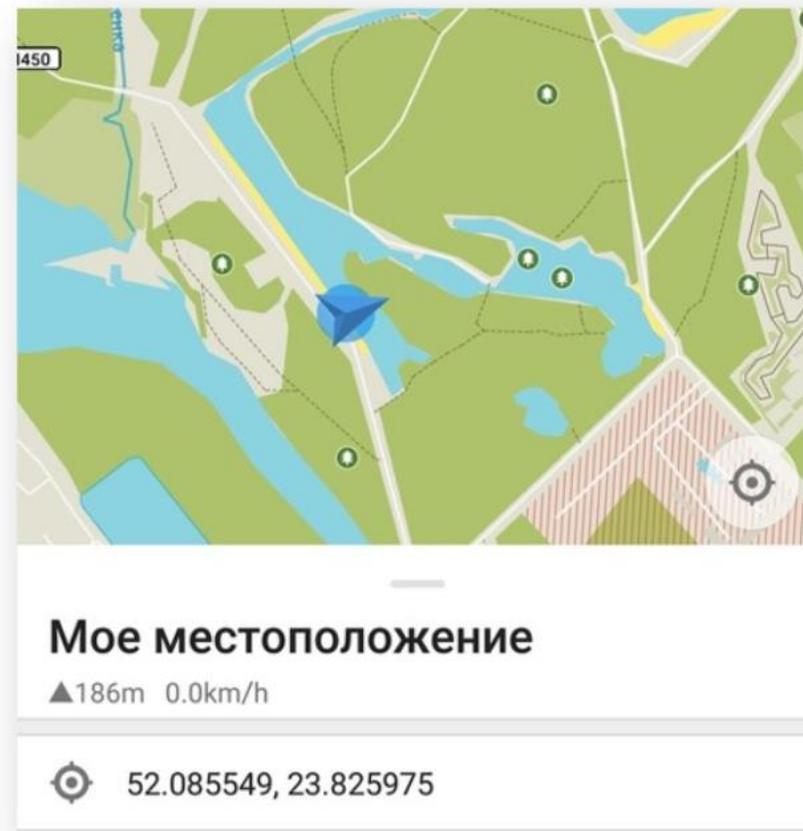
- Ямно-Вычулки - 4 (1)
- Ямно-Вычулки - 4 (2)
- Ямно-Вычулки - 1
- Тельмы
- Красный двор - 16 (1)
- Красный двор - 16 (2)
- Ковалево - 4
- Ковалево - 12
- Вулька - 32
- Вулька - 34
- Волянка-Гершоны - 166
- Воляны

Изучить



Алгоритм отбора образцов

1. Фильтровальную установку промыть перед первым применением. Сначала проточной, а затем дистиллированной водой. Перед отбором пробы промыть еще раз водой из водоема. Также необходимо промыть ведро.
2. Определить место для отбора пробы из водоема. Необходимо зайти в воду на 0,5 м, либо осуществлять забор пробы с мостков.
3. Отметить дату отбора пробы. И место отбора с помощью телефона (или другого устройства). 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. Можно использовать и другие приложения, где можно определить GPS- координаты.



4. Собрать фильтровальную установку: соединить две трубы установки, между которыми находится фильтрующая основа (мельничный газ).



Методика изучения содержания частиц микропластика в водных объектах города Бреста

Введение ☰

ГИС-сообщество БрГУ имени А.С. Пушкина





5. 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 взмутился по какой-либо причине, сделать перерыв, или поменять место отбора пробы.

6. 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 его.

7. Наполненное ведро или канистра затем проливается через фильтровальную установку. При отборе проб лучше всего проливать через фильтр одинаковое количество воды на всех обследуемых водоемах.

8. 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).

9. Если в фильтровальной установке установлен фильтр с крупной ячейей, 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.



10. Следить за тем, чтобы вода не проливалась мимо фильтра, фильтр не протекал. Фильтрация осуществляется прямо в водоеме, и профильтрованная вода непосредственно возвращается в водоем.

11. 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. Достать фильтр, держать его поверхностью с частицами вверх.

12. 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 стеклянную банку (Фото 5). Если же фильтрующую основу планируется использовать дальше для отбора следующих проб, 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.



13. Банку закрыть крышкой (желательно металлической, новой), подписать пробу (пронумеровать). Для этого удобно использовать магазинные «ценники» (пластырь в катушках, если на банке пишется только номер пробы) или то, что можно наклеить на банку. На «ценнике» написать дату отбора пробы, название водоема и точки отбора, объем профильтрованной воды, диаметр ячеи фильтрующей основы, фамилию и имя ответственного за отбор, контактные данные (моб.телефон и e-майл). Либо написать номер, в блокноте под данным номером записать все данные. «Ценник»-этикетку приклеить к банке (не к крышке), предварительно насухо протерев место приклеивания.



Методика изучения содержания частиц микропластика в водных объектах города Бреста





Этап 4. Оценка содержания микропластика

Пробы обрабатывались в ближайшие 4 дня. При хранении пробы более суток она помещалась в холодильник.

Оборудование

Микроскоп, предметное стекло, металлическая игла, линейка, фотокамера, протокол (блокнот для записей).

Хранение:

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».

Работа с пробой:

чтобы начать работу с пробой, выньте фильтр (сетку) из банки. Положите фильтр на предметное стекло. Просматривайте фильтр в микроскопе, двигаясь челночным шагом от края к краю. Отмечайте в протоколе обнаруженные частицы пластика (цвет, форма, размер частиц). 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 подложить линейку и указать увеличение, при котором сделано фото.

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 на протяжении всей длины. Иногда можно наблюдать изнашивание или рваные концы.
4. Частицы должны иметь четкий и однородный цвет. Из этого правила есть несколько исключений: отбеленные частицы и частицы, заросшие органикой (не часто встречаются).
5. Частицы пластика часто имеют неестественный для органики цвет (синий, красный и другие) и, возможно, блеск.



6. При надавливании частицы микропластика не распадаются на кусочки в отличии от органики.

7. При плавлении частицы микропластика, нагретой металлической иглой возможно выделение характерного запаха.

Другие элементы которые можно увидеть на фильтре

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

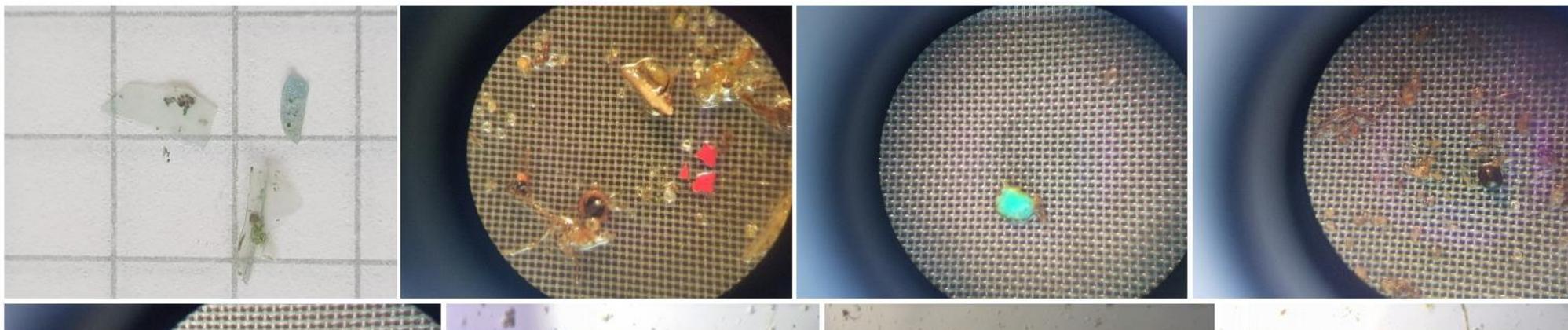
Обнаруженные водоросли и древесные частички и т.д. при визуальной обработке проб можно удалить (если планируется дальнейшее хранение пробы).

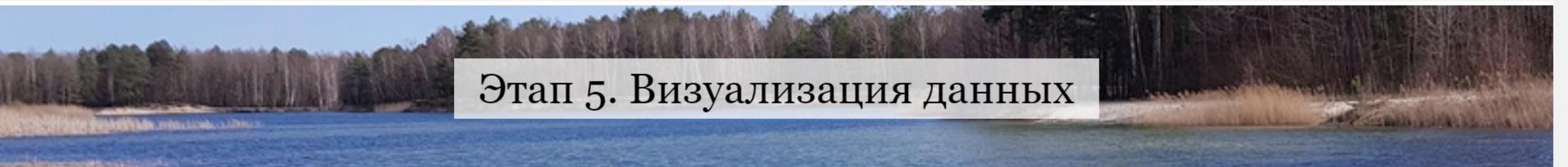


Несколько правил, которые помогут вам снизить вероятность загрязнения пробы:

- Держите пробу закрытой, если вы не работаете с ней.
- По-возможности используйте стеклянное (чашка петри, банка для транспортировки фильтра) или металлическое оборудование (пинцет, металлическая игла).
- 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.

Фотографии частиц микропластика:





Этап 5. Визуализация данных

При проведении полевого этапа исследования использовалась программа для сбора полевых данных Survey 123. С использованием этого приложения была создана анкета, которая заполнялась в два этапа.



Содержание частиц микропластика в водоемах города Бре...

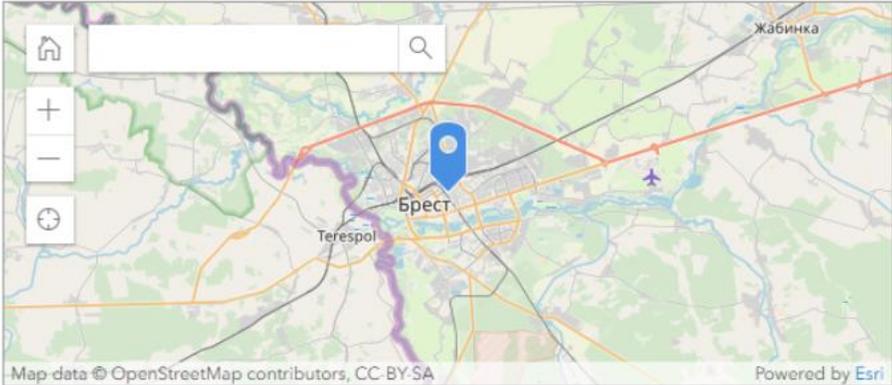
База данных для сбора результатов исследования

Название водоема*

Номер водоема согласно инвентаризационной базе данных
Пример: Козловичи - 12

Место отбора образца*

Точное место отбора пробы



📍 Широта: 52.09931 Долгота: 23.7066

Фотография водоема*

Тип водоема по особенностям водосбора*

- Водосбор с доминированием природных и природно-антропогенных систем, с крайне низкой антропогенной нагрузкой
- Водосбор с доминированием антропогенных систем с высокой степенью преобразованности
- Водосбор с доминированием антропогенных систем со средней степенью преобразованности
- Водосбор со смешанным типом

Количество гранул микропластика*

Количество нитей микропластика*

Количество пленок микропластика*



Методика изучения содержания частиц микропластика в водных объектах города Бреста

Введение ☰

ГИС-сообщество БрГУ имени А.С. Пушкина ↗

Первая часть анкеты заполнялась по время сбора образцов, что позволило поставить точную локализацию места отбора на карте и привязать общие сведения о водоеме. Вторая часть анкеты заполнялась по время проведения лабораторных исследований.

В итоге, после заполнения анкеты автоматически была сформирована карта мест отбора образцов с привязанной к ней таблицей, база данных



Методика изучения содержания частиц микропластика в водных объектах города Бреста

На главную ▾ Содержание частиц микропластика в водоемах Бреста (карта результатов) ✎

Новая карта ▾ Создать презентацию Svetlana ▾

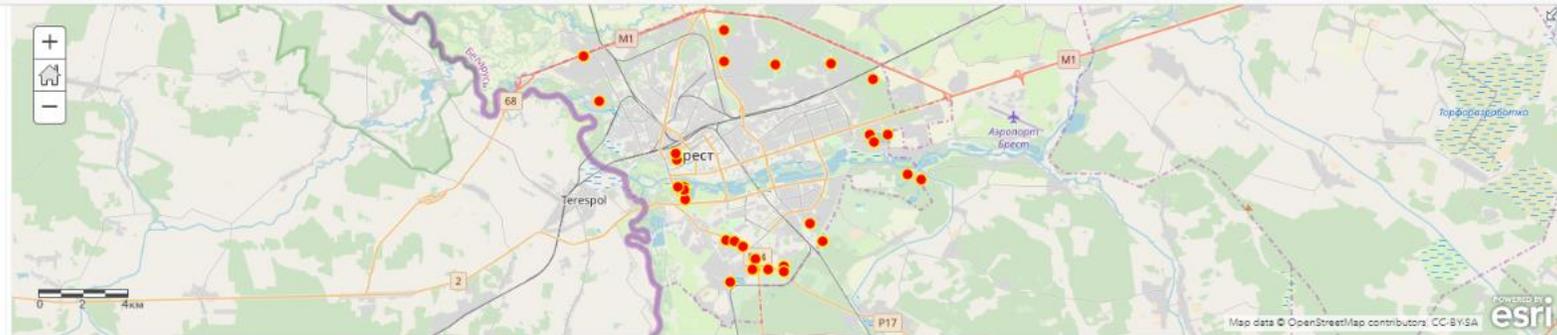
Детали Добавить ✎ Редактировать Базовая карта Анализ

Сохранить Общий доступ Печать Маршруты Измерить Закладки Найти адрес или место 🔍

О карте Содержание Легенда

Ресурсы

- Содержание частиц микропластика в водоемах города Бреста fieldworker
- OpenStreetMap
- survey123 26fba4b0cc7a4b7cae2e0dd536f3bac4 fieldworker - metadata



Содержание частиц микропластика в водоемах города Бреста fieldworker (Объекты: 30, Выбрано: 0)

Название водоема	Площадь водоема, м2	Длина береговой линии, м	Тип водоема по размеру	Тип водоема по происхождению	Тип водоема по назначению	Тип водоема по особенностям водосбора	Количество гранул микропластика	Количество нитей микропластика	Количество пленок микропластика
Вулька - 32	1 350,64	230,49	Малый	Искусственный	Многофункциональный	Водосбор с доминированием антропогенных систем с высокой степенью преобразованности	0,00	0,00	0,00
Ямно-Вычулки - 4 (1)	242 242,84	2 140,50	Большой	Искусственный	Рекреационный	Водосбор с доминированием антропогенных систем с высокой степенью преобразованности	0,00	4,00	9,00
Ямно-Вычулки - 1	46 489,27	817,68	Малый	Искусственный	Многофункциональный	Водосбор с доминированием антропогенных систем с высокой степенью преобразованности	4,00	0,00	1,00
Задворцы - 7	4 456,98	296,51	Малый	Искусственный	Ландшафтно-декоративный	Водосбор с доминированием природных и	0,00	3,00	0,00



Задворцы - 7	4 456,98	296,51	Малый	Искусственный	Ландшафтно-декоративный	Водосбор с доминированием природных и	0,00	3,00	0,00
--------------	----------	--------	-------	---------------	-------------------------	---------------------------------------	------	------	------

Центр управления безопасностью Связаться с ЕЭП
Сообщить о неправомерном использовании Связаться с нами

С использованием представленной базы данных была реализована серия тематических (аналитических и оценочных) картосхем, которые отображают результаты проведенных полевых и лабораторных работ с использованием конструктора легенды облачной платформы картографирования ArcGIS Online.

Легенда отображает значение символов, использованных для представления объектов на карте. Легенды состоят из примеров символов карты с подписями, содержащими пояснительный текст. В легенде имеются небольшие фрагменты – образцы символов на карте. Часто такими образцами являются точки, прямые линии или прямоугольники, соответствующие символам карты.

Мастер легенды облачной платформы картографирования ArcGIS Online предоставляет простой и быстрый способ добавить легенду на карту. С помощью мастера можно выбрать слои карты, которые будут входить в легенду; создать и подобрать символы для заголовка легенды; создать и подобрать символы для границы и фона легенды; настроить размеры и форму образцов легенды и др.

Используя тип легенды «Уникальное значение» была реализована серия карт типизации репрезентативных водоемов.

Выполненные интерактивные гидрографические карты имеют ряд особенностей, которые связаны с возможностями облачной платформы картографирования ArcGIS Online и еще раз подчеркивают преимущества реализации веб-карт:



1) все варианты карт наложены на карты-подложки, преимущественно в качестве подложки использовался космический снимок с надписями либо карта Openstreetmap; в то же время, любой пользователь имеет возможность изменить карту подложку (например, на карту дорожной сети или светло-серое полотно) самостоятельно;

2) каждая интерактивная карта имеет легенду, некоторые карты имеют также подписи; например, большинстве карт подписаны планировочные микрорайоны города;

3) каждая интерактивная карта имеет настроенное всплывающее окно, при открытии которого можно получить основные данные (название, площадь, периметр и т.д.) о каждом из водоемов;

4) к каждой карте привязана таблица, включающая качественные и количественные характеристики водоемов либо мест отбора образцов; таким образом, открывая данные карты в своей учетной записи ArcGIS Online можно реализовывать выборки и работать с ними, а также создавать на их основе новые интерактивные карты.

На заключительном этапе была реализована база данных «Результаты анализа содержания частиц микропластика в местах отбора». В пределах данной интерактивной карты к локализациям мест отбора образцов привязаны численные значения результатов исследования, в частности указаны такие показатели как общее число частиц, число частиц на литр, количество гранул, нитей, пленок, фрагментов и шариков.



Этап 6. Анализ полученных результатов

Результаты исследования количества микропластика в репрезентативных водоемах представлены в таблице.

№	Название водоема	Координаты места отбора пробы		Количество элементов микропластика					
		долгота	широта	гранулы	нити	пленки	фрагменты	шарики	всего
1	Волынка-Гершоны-1 (1)	23,67945	52,08055	0	10	0	0	0	10
2	Волынка-Гершоны-1 (2)	23,67904	52,07947	0	8	0	1	0	9
3	Волынка-Гершоны-2	23,67974	52,07550	0	5	2	0	0	7
4	Волынка-Гершоны-3	23,72390	52,04747	0	0	0	0	0	0
5	Волынка-Гершоны-4	23,72502	52,04742	0	0	0	0	0	0
6	Волынка-Гершоны-5	23,72582	52,05149	0	0	2	0	0	2
7	Волынка-Гершоны-6	23,70683	52,05910	1	0	0	0	0	1
8	Волынка-Гершоны-7 (1)	23,71228	52,05849	0	1	0	1	0	2
9	Волынка-Гершоны-7 (2)	23,71768	52,05639	0	0	1	0	0	1
10	Волынка-Гершоны-8	23,67537	52,08048	0	5	1	0	0	6
11	Волынка-Гершоны-9	23,73444	52,04711	0	0	2	0	0	2
12	Волынка-Гершоны-10	23,70980	52,04209	2	6	0	0	0	8
13	Вулька-1	23,74446	52,04869	0	0	0	0	0	0
14	Вулька-2	23,74455	52,04650	1	2	0	0	0	3
15	Задворцы-1	23,77554	52,13061	0	3	0	1	0	4
16	Ковалево-1	23,77021	52,05874	0	0	1	2	4	7
17	Ковалево-2	23,76157	52,06604	0	0	0	3	0	3
18	Козловичи-1	23,62395	52,11538	0	0	0	0	0	0
19	Козловичи-2	23,61347	52,13333	0	0	2	0	0	2



30	Ямно-Вычулки-2 (2)	23,80351	52,09873	2	2	0	0	0	4
----	--------------------	----------	----------	---	---	---	---	---	---

В репрезентативных водоемах города обнаружено всего 12 частиц **гранул**, в среднем это составляет 0,4 гранулы на водоем. В большинстве водоемов (23) гранул обнаружено не было. Наибольшее число гранул (4) было обнаружено в водоеме Ямно-Вычулки – 1 (озеро Зеркалка), большую роль в загрязнении микропластиком данного водоема играет его использование в рекреационных целях.

Количество **нитей** микропластика в водоемах составляет 53 частицы. В среднем 1,8 частиц нитей на водоем. Нити микропластика встречаются в 12 водоемах города. В основном водоемы, в которых встречаются нити микропластика представлены карьерами, которые в настоящее время используются для водного отдыха, а также другими водными объектами, используемыми в рекреационных целях. Лидерами по количеству являются Волынка-Гершоны-1 (водохранилище Малые Сои) где оба образца содержали 10 и 8 нитей микропластика соответственно. Среднее количество нитей микропластика было обнаружено в более крупных водных объектах, таких как Волынка-Гершоны – 2 (Большие Сои) – 5 частиц, Ямно-Вычулки-2 (1,2) (озеро Вычулки) – 6 частиц, Волынка-Гершоны-10 – 6 частиц. На данный показатель также влияет рекреационная нагрузка на водоемы.

В репрезентативных водоемах города обнаружено 25 частиц **пленок**, в среднем это составляет 0,88 частиц пленок на водоем. В большей части водоемов (18) пленок микропластика не обнаружено. Максимальное количество пленок (9) было обнаружено в водоеме Ямно-Вычулки-2 (озеро Вычулки). Данный водоем является самым большим на территории города Бреста. В остальных водоемах количество нитей микропластика составляет 1-2 частицы.



Фрагменты микропластика обнаружены всего лишь в 6 водоемах в количестве 9 частиц, в среднем это составляет 0,3 частиц фрагментов микропластика на водоем. Данные частицы были обнаружены только в малых по размеру водоемах в разных частях города.

В репрезентативных водоемах города было обнаружено 4 **шарика** микропластика. В среднем это составляет 0,18 частиц шариков на водоем. Данный вид частиц микропластика был обнаружен всего лишь в одном водоеме – Ковалево – 1, в пределах жилой застройки.

Всего в репрезентативных водоемах было обнаружено 103 частицы микропластика, это в среднем 3,4 частицы на водоем.

Максимальное количество частиц микропластика (более 15 учитывая два места отбора образцов) было обнаружено в водоемах Волынка-Гершоны–1 и Ямно-Вычулки–2. Среднее количество элементов микропластика (7-8) было зарегистрировано в таких водоемах как Волынка-Гершоны–2, Волынка-Гершоны–10 и Ковалево–1. В пяти водоемах было обнаружено только по одной частице микропластика и пяти водоемах – частиц микропластика вообще обнаружено не было.

В среднем в репрезентативных водоемах встречается 1-2 типа микропластика. Наиболее часто встречаемые типы — это частицы нитей и пленок микропластика.



Литература

Список используемых источников

1. Classify plastic waste as hazardous / Rochman, C. M., Browne M. A., Halpern B. S., Hentschel B. T., Hoh E., Karapanagioti H. K., Rios-Mendoza L. M., Takada H., The S., Thompson R. C. Policy // Nature. 2013. V. 494. P. 169–171.
2. Microplastic Abundance, Characteristics, and Removal in Wastewater Treatment Plants in a Coastal City of China / Long, Z. [etc.] Water Research, Volume 155, 2019, Pages 255-265.
3. The Deposition and Accumulation of Microplastics in Marine Sediments and Bottom Water from the Irish Continental Shelf / Martin, J., Lusher, A., Thompson, R.C. et al. Sci Rep 7, 10772 (2017) doi:10.1038/s41598-017-11079-2
4. Есюкова Е.Е. Особенности распределения микропластика на песчаных пляжах Калининградской области (Балтийское море) / Е.Е. Есюкова, И.П. Чубаренко // Региональная экология. – 2018. - № 1 (51). – С. 108-121.
5. Зобков, М.Б. Микропластик в морской среде: обзор методов отбора, подготовки и анализа проб воды, донных отложений и береговых наносов // Зобков, М.Б., Есюкова, Е.Е. Океанология. – 2017. – Т. 58. – № 1. – С. 149-157.



6. Румянцев В.А. К вопросу о проблеме микропластика в континентальных водоемах / В.А. Румянцев, Ш.Р. Поздняков, Л.Н. Крюков // Российский журнал прикладной экологии. – 2019. - № 2 (18). – С. 60-62.

7. Микропластик невидимая проблема : информационный бюллетень // Plastic Free Baltic [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <https://ecoidea.by/ru/media/microplastic> . – Дата доступа: 23.10.2019

8. Верес Ю.К. Руководство по общественному мониторингу микропластика в водных объектах // Издательство Центр экологических решений / Минск. 2017. – 38 с.

Список публикаций авторов по теме исследования

Статьи в научных журналах перечня ВАК

1-А. Изучение и визуализация содержания частиц микропластика в водоемах города Бреста с использованием ГИС-технологий / Г. В. Толкач, С. М. Токарчук, А. Л. Жук, К. Э. Куцко // Журнал Белорусского государственного университета. Экология. – 2019. – № 3. – С. 32–40.

2-А. Содержание элементов микропластика в водных объектах города Бреста / С. М. Токарчук, Г. В. Толкач, А. Л. Жук, К. Э. Куцко // Веснік Брэсцкага ўніверсітэта. Серыя 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі. – 2020. – № 1.



Статьи и тезисы в сборниках материалов научных конференций

3-А. Жук, А. Л. Water objects of the city of Brest / А. Л. Жук // Беларусь и славянский мир : сборник материалов международной научной конференции студентов, магистрантов, аспирантов, Брест, 15 марта 2018 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: Л.М. Максимук [и др.]. – Брест : БрГУ, 2018. – С. 75-77.

4-А. Жук, А. Л. Опыт создания реестра водоемов города Бреста / А. Л. Жук // Устойчивое развитие: региональные аспекты : сборник материалов X Международной научно-практической конференции молодых ученых, Брест, 25 апреля 2018 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: И. В. Абрамова, М. А. Богдасаров, Т. А. Шелест. – Брест : БрГУ, 2018. – С. 25-27.

5-А. Жук А. Л. Геоэкологические аспекты изучения состояния водных объектов города Бреста / А. Л. Жук // Демографические риски XXI в (к Международному дню народонаселения) : тез. докл. V межвуз. студенческой конф. с междунар. участием, Минск, 18 мая 2018 г. / Белорус.гос. ун-т ; редкол.: Е. А. Антипова (гл. ред.), Л. О. Жигальская (отв. секретарь). – Минск, 2018. – С. 198–200.

6-А. Жук, А. Л. Создание интерактивных информационных продуктов для целей выполнения гидроэкологических исследований / А.Л. Жук, К.Э. Куцко // Устойчивое развитие : региональные аспекты : сб. материалов междунар. науч.-практ. конф., Брест, 24–26 апреля 2019 г. / Брест. гос. техн. ун-т ; под ред. А. А. Волчека и [др.]. – Брест : БрГТУ, 2019. – С. 245 – 248.



7-А. Куцко, К. Э. Классификация, общая характеристика и идентификация частиц микропластика в пробах воды / К.Э. Куцко, А.Л. Жук // Устойчивое развитие : региональные аспекты : сб. материалов междунар. науч.-практ. конф., Брест, 24–26 апреля 2019 г. / Брест. гос. техн. ун-т, ; под ред. А. А. Волчека и [др.]. – Брест : БрГТУ, 2019. – С. 492 – 494.

8-А. Куцко, К. Э. Опыт определения частиц микропластика в водоемах города Бреста / К.Э. Куцко, А.Л. Жук // XXI Республиканская научно-практическая конференция молодых ученых, 10 мая 2019 г. : в 2 ч. / Брест. гос. ун-т им. А.С. Пушкина ; под общ. ред. А. Е. Будько. – Брест, 2019. – Ч. 1. – С. 118 – 120.

9-А. Жук, А. Л. Создание интерактивных карт содержания частиц микропластика в водоемах Бреста средствами облачной платформы картографирования ArcGIS Online / А. Л. Жук, С. М. Токарчук // ГИС-технологии в науках о Земле [Электронный ресурс] : материалы респ. науч.-практ. семинара студентов и молодых ученых, Минск, 13 ноябр. 2019 г. / Белорус. гос. ун-т ; редкол. : Н.В. Жуковская (отв. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2019. – С. 44-48.

10-А. Жук, А. Л. Возможности применения ГИС-технологий для геоэкологических исследований состояния водных объектов города / А. Л. Жук // Устойчивое развитие: региональные аспекты : сборник материалов XII Международной научно-практической конференции молодых ученых, Брест, 24 апреля 2020 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: И. В. Абрамова, М. А. Богдасаров, Т. А. Шелест. – Брест : БрГУ, 2020. – (в печати)

Авторы

Толкач Галина Владимировна	старший преподаватель кафедры зоологии и генетики биологического факультета Брестского государственного университета
Токарчук Светлана Михайловна	к.г.н., доцент, доцент кафедры географии и природопользования географического факультета Брестского государственного университета
Жук Алеся Леонидовна	студентка географического факультета Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина
Куцко Кристина Эдуардовна	студентка биологического факультета Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина