

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ РЫБАЛКА КАК ИСТОЧНИК ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИБРЕЖНЫХ ЗОН ПРЕСНОВОДНЫХ ВОДОЕМОВ И ВОДОТОКОВ ПЛАСТИКОМ

Т. И. Кухарчик, А. А. Мелешко, М. Л. Синицкая

Институт природопользования НАН Беларуси, Минск, Беларусь

Аннотация. В статье рассматриваются особенности загрязнения прибрежных зон водоемов и водотоков отходами пластика в местах любительской рыбалки. Полевые исследования выполнены в летний период 2023 и 2024 г. на водохранилищах Чижовское, Дрозды, Цнянское, Слепянской водной системе, реке Свислочь (г. Минск), озерах Жлобинское, Светиловичское и озере без названия (г. Барановичи). Для оценки количества отходов пластика использованы два метода исследований: маршрутный метод и метод площадок.

Показано, что отходы пластика обнаруживаются на всех объектах при вариабельности от 0,03 до 13,3 шт/м². Наибольшее количество отходов выявлено на участках, где проводится обустройство мест рыбалки с использованием пенопластика, полиэтилена и других полимерных материалов. Установлено, что отходы пластика в местах рыбалки представлены отходами бытового назначения (66 % общего их количества), рыболовными принадлежностями (19 %) и табачными изделиями (15 %). Основное количество отходов пластика (73 % случаев) встречается на берегу непосредственно в месте рыбалки или вблизи от этого места, примерно 27% – в воде. Рассмотрено соотношение отходов пластика по размерам. Показано, что на большинстве объектов преобладают фрагментированные отходы. Обсуждена необходимость выявления факторов аккумуляции отходов пластика и их перераспределения.

Ключевые слова: отходы пластика; прибрежная зона; любительская рыбалка; типы полимеров.

Для цитирования. Кухарчик Т. И., Мелешко А. А., Синицкая М. Л. Любительская рыбалка как источник загрязнения прибрежных зон пресноводных водоемов и водотоков пластиком // Природопользование. – 2024. – № 2. – С. 61–69.

RECREATIONAL FISHING AS A SOURCE OF POLLUTION OF COASTAL ZONES OF FRESHWATER RESERVOIRS AND WATERCOURSES WITH PLASTIC

Т. И. Кухарчик, А. А. Мелешко, М. Л. Синицкая

Institute of Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus

Abstract. The article discusses the features of pollution of coastal areas of reservoirs and watercourses with plastic waste in places of recreational fishing. Field studies were carried out in the summer of 2023 and 2024 at the reservoirs. Chizhovskoye, Drozdy, Tsnyanskoye, Slepanskaya water system and the Svisloch river (Minsk) and Lake Zhlobinskoye, Svetilovichskoye and Lake untitled (Baranovichi). Two research methods were used to estimate the amount of plastic waste: the route method and the site method.

It is shown that plastic waste is found at all sites with a variability from 0.03 to 13.3 pcs/m². The largest amount of waste was found in areas where fishing sites are being equipped using foam, polyethylene and other polymeric materials. It was found that plastic waste in fishing areas is represented by household waste (66 % of the total amount), fishing accessories (19 %) and tobacco products (15 %). The plastic waste (73% of cases) is found on the shore directly at the fishing spot or near this place, approximately 27% – in the water. The ratio of plastic waste by size is considered. The need to identify the factors of accumulation of plastic waste and their redistribution is discussed.

Keywords: plastic waste; coastal zone; amateur fishing; types of polymers.

For citation. Kukharchyk T. I., Meleshko A. A., Sinitskaya M. L. Recreational fishing as a source of pollution of coastal zones of freshwater reservoirs and watercourses with plastic. *Nature Management*, 2024, no. 2, pp. 61–69.

Введение. Загрязнение пресноводных аквальных систем пластиком в последние годы признается одной из важных экологических проблем, заслуживающих более пристального внимания и изучения с точки зрения как уровней их загрязнения, так и выявления источников поступления пластика [1, 2]. В отличие от Мирового океана исследования озер и рек начаты недавно, при этом преимущественно с акцентом на их загрязнение микропластиком. Вместе с тем полученные за относительно короткий период данные свидетельствуют о важной транспортной роли водотоков в перемещении отходов пластика и микропластика с суши в океан [3, 4].

Отходы пластика зафиксированы на береговых линиях по всему миру [5–7], и получены доказательства их аккумуляции в прибрежной растительности, поймах, эстуариях и озерах, поскольку интенсивный вынос отходов и, соответственно, очищение аквальных систем происходит лишь при экстремальных гидрологических условиях – штормах, наводнениях и т. д. [1].

Согласно [8, 9], отходы пластика (или макропластик) еще недостаточно осознаны как источник загрязнения пресноводных систем, несмотря на явное их доминирование по весу и размеру. Негативное воздействие макропластика, задокументированное для морских видов живых организмов, может быть аналогичным и для пресноводных видов в случае их запутывания пластиком, использовании пластика для гнездований, проглатывания и т. д. Следствием замусоривания прибрежных зон является снижение их ландшафтной ценности и эстетической привлекательности, а также ухудшение санитарно-гигиенических условий.

Одним из источников загрязнения аквальных систем пластиком, как и другими отходами, является рыболовство. Выброшенные или потерянные рыболовные снасти или их фрагменты, ящики для рыбы, упаковка продукции, буи и другие предметы, изготовленные в основном из пластика, являются типичными отходами [10, 11]. По результатам обобщения всемирной базы данных по морскому мусору [12] в 2018 г. в толще воды примерно 22,9 % пластика было представлено рыболовными предметами, на пляжах – 8,3 % [13]. Появившийся термин «призрачная рыбалка», связанный с продолжающейся способностью выброшенных (или потерянных) рыболовных сетей ловить рыбу и морских животных, свидетельствует о важности учета данного вида воздействия.

Особый интерес с точки зрения воздействия на пресноводные аквальные системы представляет любительская рыбалка, определяемая как рыбалка для удовольствия, еды или спорта, а не для продажи. В Беларуси развитие любительской рыбалки обусловлено большим количеством рек, озер и искусственных водоемов, а также их разнообразием и хорошей доступностью. Наиболее распространенной формой любительской рыбалки является рыбалка, которая осуществляется с помощью крючковых видов снастей (удочки, спиннинга и др.). Можно предположить, что, как и для морских акваторий, рыбалка на пресноводных водоемах сопровождается образованием отходов и их поступлением в окружающую среду. Вместе с тем, в отличие от морских акваторий и их побережий, которым посвящено большое количество публикаций, пресноводные системы, включая прибрежные зоны, практически не исследованы.

В нашей стране изучение прибрежных зон аквальных систем начато недавно в Институте природопользования НАН Беларуси, и полученные результаты свидетельствуют об актуальности проблемы [14]. Цель данной работы – получить первые оценки загрязнения пластиком прибрежных зон водоемов и водотоков для территории Беларуси. В качестве потенциального источника загрязнения рассмотрена любительская рыбалка с использованием крючка и лески, осуществляемая с берега.

Объекты и методы исследования. Исследования проводили в летний сезон 2023 и 2024 г. в прибрежных зонах водохранилищ Чижовское, Дрозды, Цнянское, Слепянской водной системе (районе ул. Ф. Скорины), на участке реки Свислочь ниже водохранилища Дрозды (г. Минск) и на озерах Жлобинское, Светиловичское и озере без названия (г. Барановичи).

Выбирали участки, на которых имелись явные признаки присутствия рыбаков: расчищенные в тростниковых зарослях подступы к воде, места установки удочек и др. Следует отметить, что выбор места для рыбалки зависит в том числе от природных особенностей водоема/водотока, их береговой зоны, заболоченности, наличия растительности, зарастания и других факторов. Для ряда городских водоемов и водотоков характерна обустроенностъ их береговой зоны с бетонированием и (или) подсыпкой, что повышает их комфортность для рыбаков без необходимости дополнительной организации доступа к воде (при условии лова рыбы с берега). Однако большинство водоемов характеризуется наличием древесно-кустарниковой растительности на берегах и (или) тростниковых зарослей в прибрежной зоне. В таком случае места для рыбалки представляют собой расчищенные от растительности прибрежные участки шириной до 5–6 м. Типичная картина их расположения характерна для озера Жлобинское, где на дамбе по обеим ее сторонам насчитывается более двух десятков таких мест (рис. 1). Такие же места организованы по юго-восточному и восточному берегам озера.

В зависимости от природных особенностей береговой зоны использовали два метода учета отходов пластика: маршрутный метод и метод заложения площадок. Маршрутный метод применяли для оценки ситуации вдоль выбранной прибрежной зоны в случае расположения рыбаков практически в любом месте. Данный метод использовали при обследовании участков Слепянской водной системы, Цнянского водохранилища (г. Минск), озера Светиловичское (г. Барановичи). Длина маршрутов варьировалась от 190 до 2000 м. При маршрутном методе учитывали пластик, визуально диагностируемый по ходу движения, с примерной шириной охвата местности около 3 м. Данный метод, хотя и приводит к некоторой неопределенности данных из-за сложности выявления небольших отходов или их фрагментов [15], но тем не менее обеспечивает быструю оценку уровня загрязнения на больших участках [16].



Рис. 1. Общий вид озера Жлобинское (а) и его юго-восточной части (б) с организованными местами для любительской рыбалки

Fig. 1. General view of Lake Zhlobinskoe (a) and its southeastern part (b) with organized places for recreational fishing

Метод заложения площадок использовали для учета пластиковых отходов в местах размещения рыбаков и (или) при наличии признаков ведения рыбалки. Размеры площадок на участках любительской рыбалки варьировали от $2\text{ м} \times 2\text{ м}$ до $5\text{ м} \times 6\text{ м}$, что определялось размерами зоны скошенного тростника для доступа к открытой воде (в том числе для лодок), наличием специальных сооружений для доступа к воде и другими факторами. Этот метод позволил более детально исследовать рыболовные места для обнаружения мелких рыболовных снастей, таких как приманки и лески, которые могли остаться незамеченными при использовании маршрутного метода.

Полевые исследования носили как разовый, так и неоднократный характер, что является необходимым для сбора информации и оценки динамики уровня загрязнения.

Учитывали отходы пластика с их дифференциацией по наименованию изделий, размеру и целостности. Особое внимание уделяли выделению отходов, связанных с рыболовной деятельностью, к которым помимо рыболовных снастей отнесены изолента, скотч, фрагменты пенопласта, контейнеры и посуда для прикорма и (или) хранения улова. Приняты следующие размеры отходов пластика: менее 1 см, 1–2 см, 2–5 см, 5–10 см и более 10 см. В последнюю категорию отходов попадали фрагменты полиэтиленовой пленки, полиэтиленовые пакеты, бутылки. Тип полимера определяли при камеральной обработке данных с учетом назначения изделий и применяемых для этого полимеров.

Результаты и их обсуждение. Результаты исследования показали, что отходы пластика обнаруживаются повсеместно. Всего в ходе полевых работ зафиксировано около 6,5 тыс. отходов пластика. Их количество в местах рыбалки варьирует от 0,03 до 13,3 шт/м² (см. таблицу). Максимальное зафиксированное количество отходов характерно для локальных участков на южном берегу Чижовского водохранилища.

Обследованные водоемы и водотоки по количеству отходов пластика в порядке их убывания (в расчете на 1 м²) ранжируются следующим образом: водохранилище Чижовское > река Свислочь > озеро Жлобинское > озеро без названия > озеро Светиловичское > водохранилище Дрозды > Слепянская водная система > Цнянское водохранилище. Выявлено, что наибольшее количество отходов пластика обнаруживается в местах с заболоченными и (или) закустаренными берегами, которые использованы для организации места пребывания на берегу, например на берегу Чижовского водохранилища. Высокий уровень загрязнения места рыбалки на реке Свислочь ниже плотины обусловлен отсутствием проведения здесь работ по сенокошению и уборке. В целом недостаток соответствующей инфраструктуры, в первую очередь урн и контейнеров для мусора, способствует накоплению отходов. В ряде случаев отсутствует регулярная уборка территории. Можно предположить, что отходы на рыболовных местах остаются неубранными и по той причине, что культура поведения рыбаков из-за уединенности таких мест не регламентируется общественным мнением. На Слепянской водной системе часть бетонного ограждения оказалась нарушенной, в результате чего были созданы благоприятные условия для аккумуляции пластика.

Всего обнаружено 107 наименований отходов пластика. В большинстве случаев доминируют отходы бытового назначения, на долю которых приходится 66 % общего их количества с максимальными значениями до 97 %. В данную категорию отходов попадают одноразовая упаковка для еды и напитков (29 % случаев), полиэтиленовые пакеты для транспортировки различных принадлежностей (22), пластиковые крышки бутылок (15), фрагменты полиэтиленовой пленки (15 % случаев). Бутылки встречаются в 6,5 % случаев.

Количество и структура отходов пластика в прибрежных зонах водоемов и водотоков в местах любительской рыбалки

Quantity and structure of plastic waste in coastal areas of reservoirs and watercourses in places of amateur fishing

Водоем/водоток	Дата обследования	Обследованная площадь участка, м ²	Всего отходов, шт/м ²	Структура отходов пластика, %		
				бытовые отходы	рыболовные принадлежности	табачные изделия
Водохранилище Цнянское	15.06.2023	591	0,03	90,0	5,0	5,0
	29.09.2023	1470	0,05	43,6	32,1	24,4
	06.06.2024	1470	0,06	66,7	7,4	25,9
	10.09.2024	1470	0,08	27,9	8,1	64,0
Водохранилище Чижовское	31.05.2023	4	11,50	21,7	78,3	0,0
	11.04.2024	7,5	13,33	76,7	16,9	6,4
	26.06.2024	700	1,08	53,9	13,6	32,5
Водохранилище Дрозды	16.06.2023	60	0,32	89,5	0,0	10,5
Озеро Жлобинское	18.07.2023	126	1,87	69,9	4,2	25,8
Озеро без названия	18.07.2023	72	0,93	97,0	3,0	0,0
Озеро Светиловичское	18.07.2023	234	0,42	83,8	8,1	8,1
Река Свислочь	16.06.2023	14	2,79	61,5	23,1	15,4
Слепянская водная система	09–10.04.2024	5589	0,24	62,8	30,4	6,8
	30.04.2024	5589	0,14	74,2	18,5	7,3
	27.05.2024	5589	0,14	73,8	15,3	10,8
	07.06.2024	5589	0,18	67,0	18,7	14,3

Вклад отходов пластика, относящихся к рыболовным принадлежностям, в среднем оценивается в 19 %. Среди данной категории отходов встречаются фрагменты рыболовных сетей и лески, поплавки, куски пенополиуретана и монтажной пены, пенопласт, шпагат, лента оградительная, упаковка от прикорма, различные контейнеры или пластиковые стаканы и т. д. Максимальные зафиксированные значения достигают 78 % и характерны для рыболовного места на Чижовском водохранилище, где очевидно обустройство мест рыбаки с помощью подручных средств. Достаточно высокий вес рыболовных отходов (от 15 до 30 %) на Слепянской водной системе. В то же время на водохранилище Дрозды при обследовании двух участков рыболовных принадлежностей не обнаружено.

Третью значительную группу отходов в местах рыбаки образуют табачные изделия, представленные фильтрами от сигарет, упаковками от них и другими изделиями. На отдельных участках, например, на Цнянском водохранилище, доля табачных изделий достигает 64 %.

Примеры некоторых видов отходов пластмасс приведены на рис. 2.

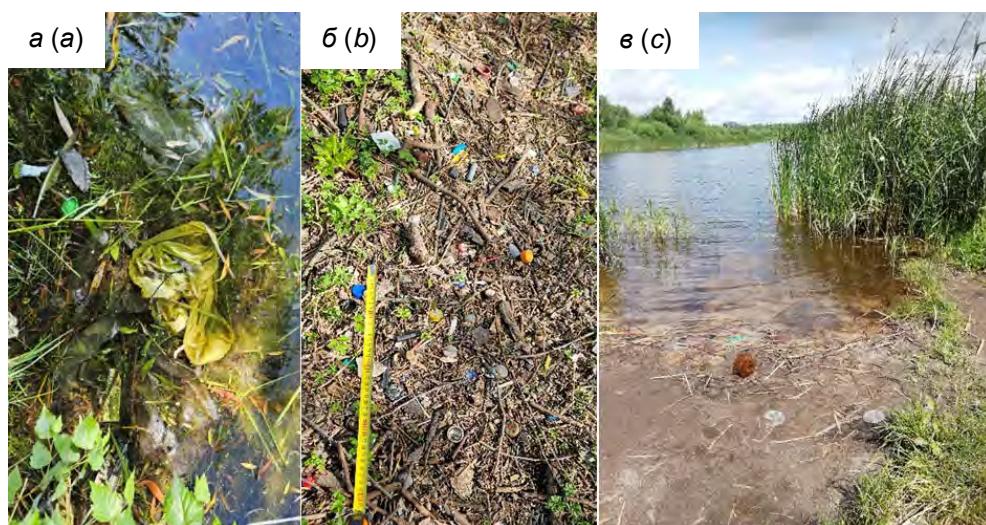


Рис. 2. Примеры отходов пластика на рыболовных местах: а – полиэтиленовый пакет; б – крышки, фильтры от сигарет и другие виды пластика; в – фрагмент бутылки и крышки от стаканов

Fig. 2. Examples of plastic waste in fishing grounds: a – a plastic bag; b – caps, cigarette filters and other types of plastic; c – a fragment of a bottle and a lid from glasses

Отходы пластика встречаются на берегу непосредственно в месте рыбалки или вблизи от него (73 % случаев), а также в воде (27 % случаев). При этом если в отношении бытовых отходов и рыболовных принадлежностей это соотношение примерно одинаковое, то табачные изделия обнаруживаются преимущественно на берегу (95 % случаев). По количеству обнаруженных отходов на берегу доминируют фильтры от сигарет (18 % случаев), упаковка пищевая (14), полиэтиленовая пленка (11) и полиэтиленовые пакеты разного назначения (11 % случаев) (рис. 3). В структуре отходов в воде преобладают полиэтиленовые пакеты (23 % случаев), упаковка пищевая (21) и пенопласт (15 % случаев). Присутствие в воде различных видов отходов свидетельствует о ветровом перемещении отходов с берега, что особенно характерно для легких полиэтиленовых пакетов и упаковочных материалов.

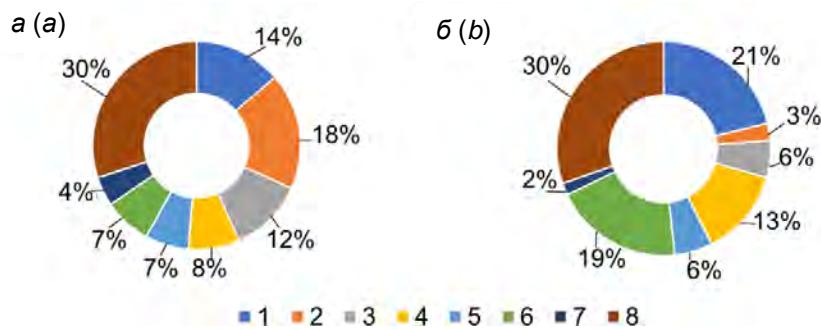


Рис. 3. Процентное соотношение отходов пластика в местах любительской рыбалки, обнаруженных на берегу (а) и в воде (б): 1 – упаковка пищевая; 2 – фильтры от сигарет; 3 – полиэтиленовая пленка; 4 – пенопласт; 5 – крышки от бутылок; 6 – полиэтиленовые пакеты; 7 – бой пластмассы; 8 – прочее

Fig. 3. Percentage of plastic waste in recreational fishing sites found on the shore (a) and in the water (b):
1 – food packaging; 2 – cigarette filters; 3 – plastic film; 4 – foam; 5 – bottle caps; 6 – plastic bags;
7 – plastic fragments; 8 – other

Следует отметить, что отходы пластика в воде фиксировали только с берега, что не всегда является достаточным с точки зрения оценки загрязнения. Это визуально диагностируемые отходы либо на мелководье (частично перекрытые песком) непосредственно в местах рыбалки, либо в прибрежной растительности рядом. Важность же их учета определяется потенциальной опасностью воздействия.

Разнообразие зафиксированных отходов пластика обусловлено также типами полимеров, из которых изготовлены изделия. Как в воде, так и на суше отходы пластика представлены различными полимерами, в том числе полиэтиленом (различные виды упаковок), полипропиленом (крышки бутылок, контейнеры), полистиролом (пенопласт), полиэтилентерефталатом (бутылки) и др.

Установлено, что отходы пластика в местах рыбалки представлены как целыми изделиями (бутылки, контейнеры, пакеты, стаканы, крышки, обертки), так и их фрагментами. На большинстве объектов фрагментированные отходы преобладают: в среднем на их долю приходится примерно 62 % общего количества отходов. Исключением является рыболовное место на реке Свислочь, где соотношение целых изделий и фрагментов примерно одинаково, а также на озере Светиловичское и озере без названия, где преобладают целые отходы (63 и 64 % соответственно).

Размеры обнаруженных отходов пластика варьируют от нескольких миллиметров до десятков сантиметров. Целые изделия, как правило, характеризуются значительными размерами. Это в первую очередь касается полиэтиленовых пакетов, размер которых достигает десятков сантиметров, а также бутылок, представленных диапазоном объемов от менее чем 0,5 до 2,0 л. В прибрежной зоне Цнянского водохранилища обнаружена емкость для воды объемом 5,0 л. Кроме того, встречаются такие отходы, как изолента, скотч, оградительные ленты, леска и прочие, которые имеют вытянутую форму значительной длины. Разнообразный состав крупных отходов по размерам подчеркивает их различие по потенциальному воздействию на окружающую среду. Загрязнение такими отходами может быть опасным из-за большой площади контакта с окружающей средой. Кроме того, как и другие полимерные материалы, они могут содержать различные химические вещества, включая пластиковые добавки или другие загрязнители, которые при контакте с водой, воздухом или почвой будут высвобождаться, создавая потенциальные риски для живых организмов и экосистем.

В целом анализ отходов по их величине показал, что при размере отходов более 10 см на долю целых отходов приходится 54 % их количества, при размере менее 1 см и 1–2 см – около 1 % (рис. 4). Практически все отходы размером менее 2 см представляют собой фрагменты (обрывки, обломки,

куски), что является следствием нарушения целостности изделий при их использовании либо разрушения уже после попадания в окружающую среду под воздействием природных и антропогенных факторов. Поскольку рыболовные места подвержены частым посещениям, оказавшиеся под ногами отходы разламываются и (или) деформируются. В свою очередь, любые повреждения целостности пластиковых изделий (трещины, выемки, хлопья, ямки и др.) повышают интенсивность химического выветривания [17]. Разрушение и фрагментация макропластика сопровождаются образованием частиц микропластика, которому в последние годы уделяется повышенное внимание из-за его опасности для живых организмов [1, 2].

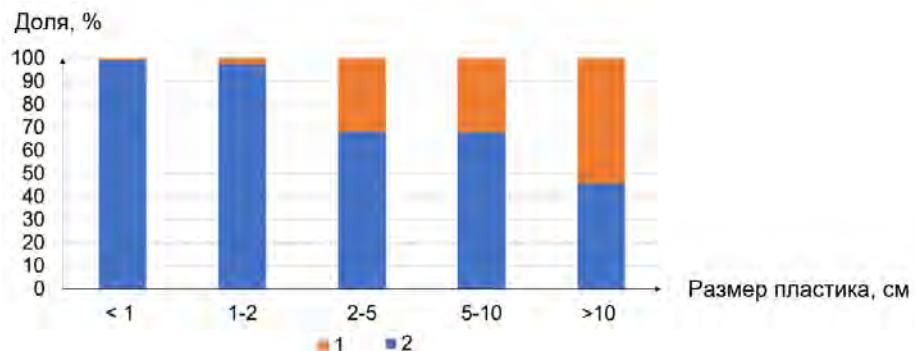


Рис. 4. Соотношение целых и фрагментированных отходов пластика на рыболовных местах в зависимости от размера

Fig. 4. The ratio of whole and fragmented plastic waste in fishing grounds, depending on the size

На обследованных участках отсутствует четкая закономерность распределения отходов по их размерам (рис. 5). На Слепянской водной системе, озере Светиловичское, озере без названия) доминируют отходы размером более 10 см, на водохранилище Дрозды – 5–10 см, на озере Жлобинском – примерно одинаковое количество отходов размером 2–5 см и более 10 см. Повторные исследования, выполненные на Чижовском и Цнянском водохранилищах, свидетельствуют об изменении соотношения отходов по размерам. Это объясняется периодической или регулярной уборкой прибрежных зон. Вероятно, мелкие фрагменты чаще остаются незамеченными при проведении уборки. Что касается минимального количества обнаруженных отходов размерами менее 1 см и 1–2 см, то, по-видимому, это связано с методом учета отходов. Как указано выше, при маршрутном методе мелкие фрагменты, оказавшиеся в густой траве или перекрытые листвой, могут остаться неучтеными. Часть отходов загрязняется или втаптывается, особенно на заболоченных участках, и также не учитывается.

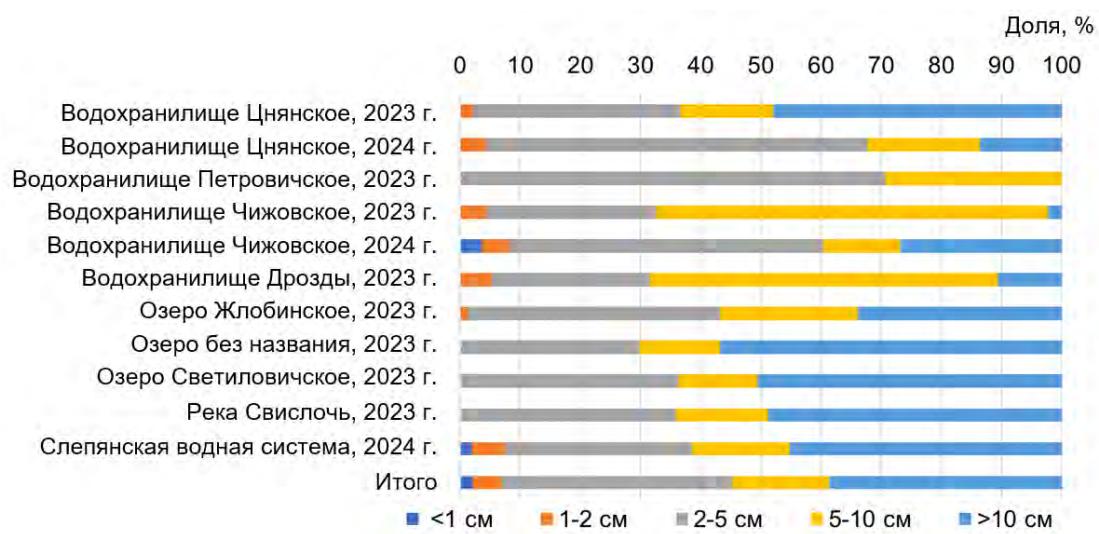


Рис. 5. Процентное соотношение отходов пластика в рыболовных местах по их размерам

Fig. 5. Percentage of plastic waste in fishing areas by their size

Полученные данные пока не позволяют оценить тренды в накоплении отходов пластика (макропластика) в местах рыбалки. Как известно, не все прибрежные зоны водоемов и водотоков даже в городах охвачены регулярными уборками; обычно проводятся ежегодные весенние акции по очистке территорий от мусора. Обнаруженные нами в ряде случаев полиэтиленовые пакеты были покрыты водорослевой пленкой, бутылка – ракушками, некоторые фрагменты упаковок или полиэтиленовой пленки перекрыты почвой, что свидетельствует о продолжительном их нахождении в окружающей среде. Однако для оценки аккумуляции пластика необходимы дополнительные исследования.

Несомненно, такие отходы пластика, как бутылки, пакеты, упаковка от пищевых продуктов, сложно отнести к конкретному виду пользователей прибрежной зоны. Организация пикников, прогулки вдоль берега, отдых на берегу – все это может накладываться одно на другое и перекрываться в случае неправильной организации сбора мусора или неправильной утилизации отходов отдыхающими. По мнению [18], рыбаки-любители более осведомлены о негативных последствиях воздействия отходов на аквальные системы и способны проявлять большую близость к окружающей среде в отношении утилизации отходов. Согласно действующим в Беларуси правилам любительского рыболовства [19], рыбаки обязаны «...поддерживать надлежащее санитарное состояние рыболовных угодий, не оставлять на их берегах, а также на льду мусор и другие отходы, не допускать засорения и загрязнения рыболовных угодий иным образом» (п. 39). Однако высокий уровень загрязнения ряда рыболовных мест – явное подтверждение вклада данного вида рекреации в общую картину загрязнения водоемов и прибрежных зон пластиком и свидетельство необходимости повышения культуры поведения.

Заключение. Выполненные исследования позволяют заключить, что прибрежные зоны водоемов и водотоков в местах любительской рыбалки загрязнены отходами пластика, который нашел широкое применение для различных целей, в том числе рыболовных снастей. Установлено, что их доля в общем количестве отходов пластика составляет 19 %, тогда как вклад отходов бытового назначения достигает 66 %. Доминирование в местах рыбалки последней категории отходов связано с использованием одноразовой упаковки и посуды. Количество макропластика в местах рыбалки существенно различаются: от 0,03 до 13,3 шт/м².

Судя по перечню обнаруженных видов изделий (103 наименования), рыбаки используют вспомогательные материалы из пластика для организации мест рыбалки (пенопласт, полиэтиленовая пленка), а также для подготовки снастей и (или) их мелкого ремонта. Особого внимания заслуживают места рыбалки, где уровень их загрязнения макропластиком определяется использованием подручных средств (включая бутылки, пенопласт, полиэтиленовую пленку) и других материалов для организации подходов к воде. Не исключен также привнос пластиковых изделий и, соответственно, отходов на берега рек и водоемов другими категориями отдыхающих.

Пластиковые предметы или отходы на берегу могут перемещаться в воду, загрязняя мелководную зону и прибрежную растительность и тем самым представляя угрозу водоплавающим птицам и другим обитателям аквальных систем. Аккумуляции пластика в прибрежной зоне способствует травянистая/болотная или кустарниковая растительность, где отходы закрепляются и с течением времени перекрываются листвой и опадом.

В целом результаты работы свидетельствуют о загрязнении мест любительской рыбалки и подтверждают необходимость дальнейших исследований для разработки рекомендаций по улучшению сбора отходов пластика и предотвращению его рассеяния в прибрежной зоне.

Список использованных источников

1. Rivers as plastic reservoirs / T. van Emmerik [et al.] // Frontiers in Water. – 2022. – Vol. 3. doi:10.3389/frwa.2021.786936
2. Plastic debris in lakes and reservoirs / V. Nava [et al.] // Nature. – 2023. – Vol. 619. – P. 317–322. doi:10.1038/s41586-023-06168-4
3. Floating macrolitter leaked from Europe into the ocean / D. Gonzalez-Fernandez [et al.] // Nature Sustainability. – 2021. – Vol. 4. – P. 474–483.
4. From source to sea: Floating macroplastic transport along the Rhine river / B. Kuizenga [et al.] // Frontiers in Environmental Science. – 2023. – Vol. 11. – Art. 1180872. doi:10.3389/fenvs.2023.1180872
5. Plastic Pirates sample litter at rivers in Germany – Riverside litter and litter sources estimated by schoolchildren / K. Knickmeier [et al.] // Environmental Pollution. – 2019. – P. 545–557. doi:10.1016/j.envpol.2018.11.025
6. Marine Litter Pollution in Baltic Sea Beaches: Application of the Sand Rake Method / M. Haseler [et al.] // Frontiers in Environmental Science. – 2020. – Vol. 8. – Art. 19. – P. 1–14.
7. van Emmerik, T. Plastic Debris in Rivers / T. van Emmerik, A. Schwarz // WIREs Water. – 2020. – Vol. 7 (1). – P. 1–24. doi:10.1002/wat2.1398

8. Habitat characteristics, hydrology and anthropogenic pollution as important factors for distribution of biota in the middle Paraná River, Argentina / M. C. M. Blettler // *Ecohydrology & Hydrobiology*. – 2018. – P. 1–11. doi:10.1016/j.ecohyd.2018.08.002
9. Blettler, M. C. Threats underestimated in freshwater plastic pollution: mini-review / M. C. Blettler, K. M. Wantzen // *Water, Air, & Soil Pollution*. – 2019. – Vol. 230 (7). – P. 174.
10. Source, fate and management of recreational fishing marine debris / A. Watson [et al.] // *Marine Pollution Bulletin*. – 2022. – Vol. 178. – Art. 113500. doi:10.1016/j.marpolbul.2022.113500
11. Erasmus, V. N. Commercial fishing vessels as marine-based sources of plastic pollution: The Namibian perspective / V. N. Erasmus, T. Kadhila, H. A. Tshithigona // *Ocean & Coastal Management*. – 2024. – Vol. 258. – Art. 107376. doi:10.1016/j.ocescoaman.2024.107376
12. Online Portal for Marine Litter [Electronic resource]. – Mode of access: <https://litterbase.awi.de/>. – Date of access: 01.11.2024.
13. Иванова, Л. В. Тенденции загрязнения пластиком акваторий и побережья Баренцева моря и сопредельных вод в условиях изменения климата / Л. В. Иванова, К. М. Соколов, Г. Н. Харитонова // Арктика и Север. – 2018. – Т. 32. – С. 121–145. doi:10.17238/issn2221-2698.2018.32.121
14. Методические подходы к изучению загрязнения почв пластиком и микропластиком / Т. И. Кухарчик // Материалы I Белорусского географического конгресса: к 90-летию факультета географии и геоинформатики Белорусского государственного университета и 70-летию Белорусского географического общества, Минск, 8–13 апр. 2024 г. : в 7 ч. – Минск : БГУ, 2024. – Ч. 4 : Почвенные и геохимические исследования. Геоинформационные технологии / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: Е. Г. Кольмакова (гл. ред.) [и др.]. – С. 164–168. <https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/310906/1/Bel.Geo.Congress.4.pdf>
15. Hanke, G., Walvoort, D. J. J., van Loon, W. M. G. M., Addamo, A. M., Brosich, A., del Mar Chaves Montero, M., Jack M. E. M., Vinci, M., Giorgetti, A. 2019. EU Marine Beach Litter Baselines. Analysis of a pan-European 2012–2016 beach litter dataset. TG ML report, EUR30022 EN.
16. Riverbank macrolitter in the Dutch Rhine – Meuse delta / T. van Emmerik [et al.] // *Environmental Research Letters*. – 2020. – Vol. 15 (10). – Art. 104087. doi:doi.org/10.1088/1748-9326/abb2c6
17. Cooper, D. A. Effects of mechanical and chemical processes on the degradation of plastic beach debris on the island of Kauai, Hawaii // D. A. Cooper, P. L. Corcoran. – *Marine Pollution Bulletin*. – 2010. – Vol. 60 (5). – P. 650–654.
18. Browne, A. Fishing for answers- the final report of the social and community benefits of angling project / A. Browne, N. Djohari, P. Stolk // *SubStance*. – 2012. – P. 1–95.
19. О рыболовстве и рыболовном хозяйстве : Указ Президента Респ. Беларусь, 21 июля 2021 г., № 284 : в редакции Указа Президента Респ. Беларусь от 23.06.2023 № 180 // Национальный правовой интернет-портал Республики Беларусь. – 2021. – № 284. – 1/19821.

References

1. van Emmerik, T., Mellink, Y., Hauk, R., Waldschläger, K., Schreyers, L. Rivers as plastic reservoirs. *Frontiers in Water*, 2022, vol. 3. doi:10.3389/frwa.2021.786936
2. Nava, V., Chandra, S., Aherne, J., e.a. Plastic debris in lakes and reservoirs. *Nature*, 2023, vol. 619, pp. 317–322. doi:10.1038/s41586-023-06168-4
3. Gonzalez-Fernandez, D., Cozar, A., Hanke, G., e.a. Floating macrolitter leaked from Europe into the ocean. *Nature Sustainability*, 2021, vol. 4, pp. 474–483.
4. Kuizenga B., Tasseron P. F., Wendt-Pothoff K., van Emmerik T. H. M. From source to sea: Floating macroplastic transport along the Rhine river. *Frontiers in Environmental Science*, 2023, vol. 11, art. 1180872. doi:10.3389/fenvs.2023.1180872
5. Kiessling T., Knickmeier K., Kruse K., Brennecke D., Nauendorf A., Thiel M. Plastic Pirates sample litter at rivers in Germany – Riverside litter and litter sources estimated by schoolchildren. *Environmental Pollution*, 2019, pp. 545–557. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.11.025>
6. Haseler M., Balciunas A., Hauk R., Sabaliauskaitė V., Chubarenko I., Ershova A., Schernewski G., e.a. Marine Litter Pollution in Baltic Sea Beaches – Application of the Sand Rake Method. *Frontiers in Environmental Science*, 2020, vol. 8, art. 19, pp. 1–14.
7. van Emmerik T., Schwarz A. Plastic Debris in Rivers. *WIREs Water*, 2020a, vol. 7 (1), pp. 1–24. doi:10.1002/wat2.1398
8. Blettler M. C. M., Oberholster P. J., Madlala T., Eberle E. G., Amsler M. L., De Klerk A. R., Szupiany R. Habitat characteristics, hydrology and anthropogenic pollution as important factors for distribution of biota in the middle Paraná River, Argentina. *Ecohydrology & Hydrobiology*, 2018, pp. 1–11. doi:10.1016/j.ecohyd.2018.08.002
9. Blettler M. C., Wantzen K. M. Threats underestimated in freshwater plastic pollution: mini-review. *Water, Air, & Soil Pollution*, 2019, vol. 230 (7), pp. 174.
10. Watson A., Blount C., McPhee D. P., Zhang D., Lincoln Smith M., Reeds K., Williamson J. Source, fate and management of recreational fishing marine debris. *Marine Pollution Bulletin*, 2022, vol. 178, art. 113500. doi:10.1016/j.marpolbul.2022.113500
11. Erasmus V. N., Kadhila T., Tshithigona Tshiningombwa Amesho, Mabilana, H. A. Commercial fishing vessels as marine-based sources of plastic pollution: The Namibian perspective. *Ocean & Coastal Management*, 2024, vol. 258, art. 107376. doi:doi.org/10.1016/j.ocescoaman.2024.107376
12. Online portal on marine debris. Available at: <https://litterbase.awi.de/> (accessed 1 November 2024).

13. Ivanova L. V., Sokolov K. M., Haritonova G. N. *Tendentsii zagrjaznenija plastikom akvatorij i poberezh'ja Barentseva morja i sopredel'nyh vod v uslovijah izmenenija klimata* [Trends in plastic pollution of the waters and coast of the Barents Sea and adjacent waters in the context of climate change]. *Arktika i Sever*, 2018, vol. 32, pp. 121–145. doi:10.17238/issn2221-2698.2018.32.121 (in Russian)
14. Kuharchik T. I., Kakareka S. V., Rjabychin K. O., Meleshko A. A., Chernjuk V. D., Kudrevich M. A. *Metodicheskie podhody k izucheniju zagrjaznenija pochv plastikom i mikroplastikom* [Methodological approaches to the study of soil contamination by plastics and microplastics]. *Materialy 1 Belorusskogo geograficheskogo kongressa: k 90-letiyu fakul'teta geografii i geoinformatiki Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta i 70-letiyu Belorusskogo geograficheskogo obshchestva* [Proc. 1 Belarusian Geographical Congress: to the 90th anniversary of the Faculty of Geography and Geoinformatics of the Belarusian State University and the 70th anniversary of the Belarusian Geographical Societies]. *Pochvennye i geohimicheskie issledovaniya. Geoinformatsionnye tehnologii* [Soil and geochemical studies. Geoinformation technologies]. In 7 parts, part 4. Minsk, 2024, pp. 164–168. <https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/310906/1/Bel.Geo.Congress.4.pdf> (in Russian)
15. Hanke G., Walvoort D. J. J., van Loon W. M. G. M., Addamo A. M., Brosich A., del Mar Chaves Montero M., Jack M. E. M., Vinci M., Giorgetti A. 2019. EU Marine Beach Litter Baselines. Analysis of a pan-European 2012–2016 beach litter dataset. *TG ML report*, EUR30022 EN.
16. van Emmerik T., Roebroek C., de Winter W., Vriend P., Boonstra, M. Hougee M. Riverbank macrolitter in the Dutch Rhine – Meuse delta. *Environmental Research Letters*, 2020, vol. 15 (10), art. 104087. doi:10.1088/1748-9326/abb2c6
17. Cooper D. A., Corcoran P. L. Effects of mechanical and chemical processes on the degradation of plastic beach debris on the island of Kauai, Hawaii. *Marine Pollution Bulletin*, 2010, vol. 60 (5), pp. 650–654.
18. Browne A., Djohari N., Stolk P. Fishing for answers – the final report of the social and community benefits of angling project. *SubStance*, 2012, pp. 1–95.
19. *O rybolovstve i rybolovnom hozajstve: Uzak prezidenta Respubliki Belarus' ot 21.07.2021 g. № 284: v redaktsii Uzaka Prezidenta Respubliki Belarus' ot 23 iyunja 2023 goda nomer 80* [On Fishing and Fishery: Decree of the President of the Republic of Belarus No. 284 of 21 July 2021: as amended by Decree of the President of the Republic of Belarus No. 180 of 23 June 2023]. *Natsional'nyj pravovoj internet-portal Respubliki Belarus'* = National Legal Internet Portal of the Republic of Belarus, 2021, no. 284, 1/19821 (in Russian)

Информация об авторах

Кухарчик Тамара Иосифовна – доктор географических наук, профессор, главный научный сотрудник, Институт природопользования НАН Беларуси (ул. Ф. Скорины, 10, 220076, г. Минск, Беларусь). E-mail: tkukharchyk@gmail.com

Мелешко Анастасия Андреевна – младший научный сотрудник, Институт природопользования НАН Беларуси (ул. Ф. Скорины, 10, 220076, г. Минск, Беларусь). E-mail: nestasssia@gmail.com

Синицкая Марина Леонидовна – младший научный сотрудник, Институт природопользования НАН Беларуси (ул. Ф. Скорины, 10, 220076, г. Минск, Беларусь). E-mail: marina.si.mary@gmail.com

Information about the authors

Tamara I. Kukharchyk – D. Sc. (Geography), Professor, Chief Researcher, Institute of Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus (10, F. Skoriny Str., 220076, Minsk, Belarus). E-mail: tkukharchyk@gmail.com

Anastasiya A. Meleshko – Junior Researcher, Institute of Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus (10, F. Skoriny Str., 220076, Minsk, Belarus). E-mail: nestasssia@gmail.com

Marina L. Sinitskaya – Junior Researcher, Institute of Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus (10, F. Skoriny Str., 220076, Minsk, Belarus). E-mail: marina.si.mary@gmail.com