

Научная статья

УДК 628.394

doi: 10.17072/2079-7877-2024-4-133-144

**ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДОСБОРОВ МАЛЫХ ОЗЕР КАРЕЛИИ АНТРОПОГЕННЫМ МУСОРОМ
В РЕЗУЛЬТАТЕ РЕКРЕАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ****Михаил Борисович Зобков¹, Мария Валентиновна Зобкова²**^{1,2} Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН, ФИЦ «Карельский научный центр РАН», г. Петрозаводск, Россия¹ ya-mikhailz@yandex.ru, Researcher ID: M-4057-2013, Scopus Author ID: 16204620300, AuthorID РИНЦ: 600693² Researcher ID: AAE-2136-2020, Scopus Author ID: 57200158843, AuthorID РИНЦ: 755702

Аннотация. Загрязнение окружающей среды отходами является одной из актуальных экологических проблем современности. Наибольшее беспокойство вызывает загрязнение мирового океана и вод суши антропогенным мусором в целом и пластиковыми отходами в частности. С целью оценки уровня загрязнения антропогенным мусором водосборов озер бореальной зоны в 2021 г. проведены исследования количества и состава такого мусора на группе малых озер Карелии (Урос, Тилкуслампи, Коверьярви, Валгилампи, Коверлампи). В качестве «горячих точек» такого загрязнения были выбраны туристические стоянки. Предложен новый подход, который можно использовать при мониторинге загрязнения водосборов малых озер бореальной зоны. Выявлено, что количество мусора на туристических стоянках пропорционально как площади самих стоянок, так и количеству отдыхающих на них. Антропогенный мусор был обнаружен на всех 29 стоянках исследованных озер (всего 3820 шт.), а максимальное его количество на самом крупном из них – оз. Урос (2053 шт.). При этом в пересчете количества мусора на единицу площади стоянки и на одного человека самыми загрязненными оказались стоянки второго по величине из обследованных озер – Тилкуслампи (в среднем 1,73 шт./м² и 61,1 шт./чел соответственно). Выявленные уровни загрязнения сопоставимы с загрязнением морских пляжей. В составе мусора преобладали предметы, связанные с приемом пищи и напитков (в среднем 59 %). На пластиковые изделия приходилось 56 % от всех отходов, на металл, стекло и текстиль – 20, 17 и 5 % соответственно. Преобладание пластиковых изделий в общем составе мусора показывает, что оставленный на побережье озер антропогенный мусор является потенциальным источником поступления микропластика в исследованные озера. Разработанная методика может применяться для оценки загрязнения других водных объектов бореальной зоны антропогенным мусором. Полученные результаты позволили ориентировочно оценить объемы антропогенного мусора, аккумулированного в лесном фонде Республики Карелия.

Ключевые слова: антропогенный мусор, отходы, загрязнение, озера, туризм, рекреация, бореальная зона

Финансирование. Статья подготовлена за счет средств федерального бюджета на выполнение государственного задания КарНЦ РАН (Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН).

Для цитирования: Зобков М.Б., Зобкова М.В. Загрязнение водосборов малых озер Карелии антропогенным мусором в результате рекреационной деятельности // Географический вестник = Geographical bulletin. 2024. № 4 (71). С. 133–144. doi: 10.17072/2079-7877-2024-4-133-144

Original article

doi: 10.17072/2079-7877-2024-4-133-144

**CONTAMINATION OF WATERSHEDS OF SMALL KARELIAN LAKES WITH ANTHROPOGENIC
LITTER CAUSED BY RECREATION ACTIVITIES****Mikhail B. Zobkov¹, Maria V. Zobkova²**^{1,2} Northern Water Problems Institute, Karelian Research Center of the RAS, Petrozavodsk, Russia¹ ya-mikhailz@yandex.ru, ResearcherID: M-4057-2013, Scopus Author ID: 16204620300, AuthorID (RSCI): 600693² ResearcherID: AAE-2136-2020, Scopus Author ID: 57200158843, AuthorID (RSCI): 755702

Abstract. Contamination of the environment with wastes is one of the main ecological problems of the present. The major concern is the contamination of the World Ocean and inland waters with anthropogenic litter in general and plastics in particular. To assess the level of contamination of small lakes in a boreal zone with anthropogenic litter, in 2021 research was conducted to study the quantity and composition of such litter on watersheds of several small lakes in Karelia (Uros, Tilkuslampi, Koveryarvi, Valgilampi, Koverlampi). The research focused on tourist campsites as ‘hot spots’ of such contamination. As a result, a new approach has been introduced for such monitoring. It was found that the quantity of anthropogenic litter is proportional to the camp area, as well as to the maximum camp capacity in terms of the number of tourists. Anthropogenic litter was found on all of the 29 studied sites (overall 3,820 litter pcs.), with the maximum quantity on the largest of the studied lakes – Uros (2,053 litter pcs.). The maximum litter density calculated per square meter and per person was observed on the second largest of the studied lakes – Lake Tilkuslampi (1.73 pcs./m² and 61.1 pcs./person on average). The identified levels of anthropogenic litter contamination are comparable to the contamination of sea beaches. In terms of the litter composition, items related to eating and drinking dominated (59% on average). Plastic products accounted for 56% of all waste; metal, glass, and textiles made up 20, 17, and 5% respectively. The predominance of plastics in litter composition indicates that anthropogenic litter left on the shores of the lakes is a potential source of microplastics entering the lakes. The elaborated



*Экология и природопользование**Зобков М.Б., Зобкова М.В.*

monitoring program can be applied to assess contamination with anthropogenic litter of other water objects in a boreal zone. The results obtained allowed us to approximately assess the quantity of anthropogenic litter accumulated in the forested area of Karelia.

Keywords: anthropogenic litter, wastes, contamination, lakes, tourism, recreation, boreal zone

Funding. The study was funded from the federal budget as part of the state assignment to the Northern Water Problems Institute at the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences.

For citation: Zobkov, M.B., Zobkova, M.V. (2024). Contamination of watersheds of small Karelian lakes with anthropogenic litter caused by recreation activities. *Geographical Bulletin*. No. 4(71). Pp. 133–144. doi: 10.17072/2079-7877-2024-4-133-144

Введение

Загрязнение окружающей среды отходами является одной из актуальных экологических проблем современности. Отходы образуются в процессе производства, выполнения работ, оказания услуг или в процессе потребления товаров человеком.

В большинстве случаев такие отходы формируются в результате бытового потребления населением продуктов питания, средств повседневного использования [17] и состоят из пластика, стекла, металла, бумаги и дерева, причем, как правило, с преобладанием полимерных материалов [7, 9, 19]. Согласно ФЗ-89 «Об отходах производства и потребления», эти материалы относятся к отходам от использования товаров и упаковки, перечисленных в блоке 4 Федерального классификационного каталога отходов (ФККО). Формально к находящимся в окружающей среде отходам нельзя применять термин «твердые коммунальные отходы», упоминающийся в ФЗ-89, поскольку далеко не всегда они образованы «внутри жилых помещений». В зарубежной и отечественной литературе [1–4, 17–20] для описания этого вида загрязнения окружающей среды используется термин «антропогенный мусор» (АМ), который и будет принят нами в дальнейшем.

Находясь в окружающей среде, крупные пластиковые изделия постепенно разрушаются, что приводит к образованию более мелких частиц, получивших название «микропластик» [6]. АМ, и особенно пластик, могут оказывать негативное воздействие на рыб, птиц и млекопитающих, вызывая их запутывание, сковывание движений, и в конечном счете привести к их удушению [15]. Крупные изделия и их фрагменты (в т.ч. микропластик) воспринимаются животными как потенциальный источник пищи, что вызывает различные негативные эффекты, отражающиеся на их здоровье, а также способно привести к летальному исходу [15; 10; 20]. Частицы полимеров являются источниками различных загрязняющих веществ как сами по себе, так и посредством их транспортировки на своей поверхности из сточных вод и с полигонов захоронения отходов [8; 14].

Наибольшее беспокойство вызывает загрязнение мирового океана и вод суши АМ в целом [12; 16; 17] и пластиковыми отходами в частности [11]. В городской черте проблема образования АМ решается путем централизованного его сбора, однако в сельской местности и в необорудованных зонах отдыха – только силами местных жителей и отдыхающих.

В мировом масштабе широкое распространение получили волонтерские движения по очистке морских пляжей от АМ, которые зачастую сопровождаются документированием информации и последующей оценкой степени загрязнения пляжей [17; 19]. В последние годы такая активность осуществляется и на пляжах крупных озер [17; 19]. На Великих Американских озерах проводятся специализированные научные исследования в этом направлении [18; 22]. В России оценка степени загрязнения пляжей АМ ранее проводилась на Балтийском [3] и Черном [2] морях, Вислинском заливе [1]. Организуются исследования плавающего АМ и на акватории морей [4].

Вместе с тем информации о загрязнении пресноводных объектов АМ крайне мало [18; 19], особенно это касается малых озер бореальной зоны. Подобная информация в рамках изучения территории России полностью отсутствует. Кроме того, как показано выше, исследования по оценке загрязнения водной среды, как правило, сосредоточены на пляжах. Вместе с тем вопросу загрязнения экосистем суши обычно уделяется мало внимания [20].

В этой связи целью данной работы является оценка уровня загрязнения водосборов озер бореальной зоны АМ. В рамках проблемы решались следующие задачи:

- 1) Разработать методику оценки загрязнения водосборов озер бореальной зоны АМ.
- 2) С помощью разработанной методики получить новые количественные данные об уровне загрязнения водосборов малых озер Карелии АМ и его качественном составе.
- 3) Путем оценки доли пластикового мусора (полимеров) в общей массе отходов на водосборах озер выявить возможность их влияния на поступление микропластика в водные объекты.
- 4) Сравнить полученные результаты с уровнем загрязнения других регионов России и Мира.

Материалы и методы

Водные объекты для данного исследования выбирались следующим образом. Основным параметром выбора водоемов являлось отсутствие в их непосредственной близости постоянных поселений, чтобы учитывать только АМ, оставленный людьми при временном посещении в процессе отдыха, рыбалки и охоты. Вторым важным показателем была транспортная доступность объектов. Исходя из изученности, наличия научной инфраструктуры и транспортной доступности, в качестве модельных объектов были приняты озера, расположенные в верховье р. Суны, вблизи научного стационара КарНЦ РАН «Вендюры». Все исследованные водоемы располагались на участке размером 5x5 км. Всего было выбрано пять озер: Урос, Тилкуслампи, Коверъярви, Валгилампи,

Экология и природопользование

Зобков М.Б., Зобкова М.В.

Коверлампи (рис. 1). Первые три из них (оз. Урос, Тилкуслампи, Коверъярви) имели постоянный исток, а последние два являлись бессточными (ламбы).

Самое крупное из исследованных озер – Урос, его площадь составляет 4,2 км², объем – 9,61 млн м³, площадь водосбора – 7,9 км² [5]. Вдоль восточного и северного берегов проходит грунтовая дорога д. Вендюры – д. Мьярандукса (нежил.), а вдоль южного – старая лесовозная дорога, по которой можно проехать только на внедорожной технике. Второе по величине озеро – Тилкуслампи (площадь зеркала – 1,4 км², площадь водосбора – 10,7 км², объем – 1,1 млн м³) [5]. Берега озера сильно заболочены, что делает невозможным подъезд непосредственно к самому водоему. Вдоль берега оз. Тилкуслампи расположена каменистая лесовозная дорога, идущая вдоль озер Валгилампи и Коверлампи и заканчивающаяся тупиком у оз. Коверъярви (рис. 1). В озерах Урос, Тилкуслампи, Коверъярви обитают различные виды рыб, что привлекает любителей рыбного промысла не только из Карелии, но также из других регионов.

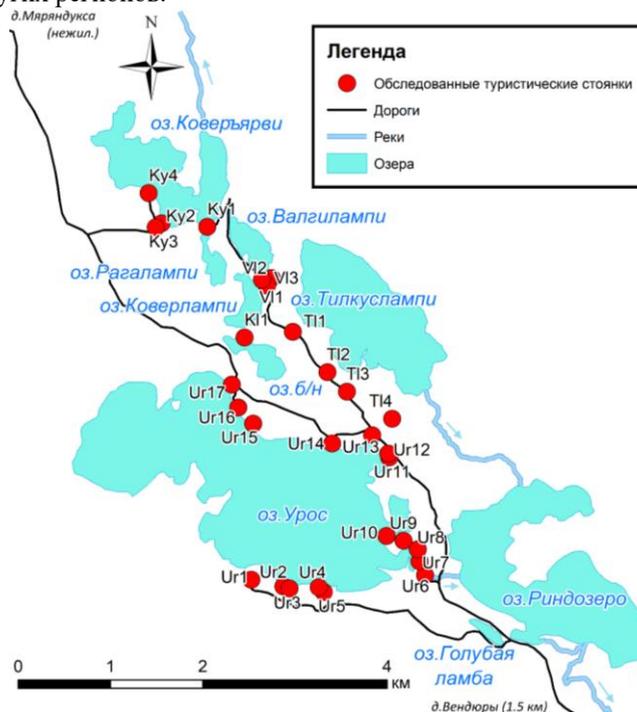


Рис. 1. Схема расположения туристических стоянок на обследованных озерах

Fig. 1. Schematic map of the tourist campsites distribution at the surveyed lakes

Методика обследования

Для целей исследования нами была адаптирована методика мониторинга морского мусора OSPAR [21]. Методика предназначена для поштучного подсчета единиц мусора на морских пляжах в процессе непрерывного осмотра береговой линии на протяжении маршрутов длиной 100 или 1000 м. Данная методика активно применяется за рубежом с 1992 г. и стала первым стандартизованным методом мониторинга морского мусора антропогенного происхождения для побережья Северо-Атлантического региона [3], с недавнего времени она также используется и в России [1–3, 13]. Классификатор отходов OSPAR включает следующие типы загрязнителей: пластик (в т.ч. вспененный полистирол), металл, бумага и картон, обработанное дерево, ткань, резина, стекло, керамика, санитарные отходы, медицинские отходы и другое (не вошедшие в вышеперечисленные группы) [21]. Как правило, загрязнение по пляжам распределено относительно равномерно за счет активного использования всей площади пляжа отдыхающими и перераспределения АМ волнами при сильном шторме. Однако для малых озер бореальной зоны такой подход сложно реализуем ввиду плотного лесного покрова и болот, подступающих непосредственно к берегам водоемов. Кроме того, из-за небольшого размера водных объектов перераспределения АМ, оставленного отдыхающими на берегах, по акватории водоемов практически не происходит (за исключением мусора, выброшенного непосредственно в воду). Поэтому за основу мониторинга принято обследование туристических стоянок, где люди проводят большую часть времени их пребывания на природе и которые являются, по сути, источником загрязнения водосборных территорий водных объектов АМ. Классификацию различных типов АМ осуществляли по методике OSPAR, для фиксации типов и количества АМ использовались бланки OSPAR для маршрута в 100 м [21]. Вместе с тем, в отличие от оригинальной методики, в связи с присутствием на стоянках различных объектов инфраструктуры (избы, навесы, столы и пр.) подсчет количества единиц механически обработанного дерева (mashed wood) не производился по причине неоднозначности отнесения последнего к отходам или объектам инфраструктуры, таким как разрушенные временные сооружения. АМ классифицировался по материалу изготовления согласно таковому в перечне [21] и дополнительно – области применения.

Экология и природопользование
Зобков М.Б., Зобкова М.В.

По области применения выделялись следующие классы: товары общего назначения (в т.ч. веревки и фрагменты различных изделий), напитки, еда, средства личной гигиены (включая лекарства), товары для транспорта (в т.ч. наземного и водного), предметы для организации лагеря (в т.ч. бытовая химия), курение (зажигалки и пачки из-под сигарет), одежда, охота (стрелянные гильзы и пластиковые пыжи), рыбалка (сети, их остатки, буи, лески и пр.). При обследовании АМ размером менее 2 см (в т.ч. микропластик и сигаретные фильтры) не учитывался, поскольку в условиях наличия растительного покрова визуальнo обнаружить такие предметы не всегда возможно, что неизбежно приведет к существенному увеличению случайных ошибок измерения. В случае наличия мусорной ямы принимался в расчет только мусор, находящийся над поверхностью земли, т.е. на водосборе озера.

Кроме обнаруженного на туристических стоянках мусора фиксировались также параметры самой стоянки: ее площадь, количество мест под палатки, наличие постоянного жилища (избы или землянки) и других объектов инфраструктуры (столы, скамейки, навесы, временные бани и пр.) с ориентировочной оценкой максимального возможного числа отдыхающих. При наличии постоянных сооружений их вместимость принималась из расчета 0,5 м спального места на человека. Там, где постоянных сооружений не было, принимался во внимание рельеф местности и определялось, сколько палаток размерностью 2x2 м и вместимостью 4 человека может быть на ней размещено. Для фиксации этой информации использовались специально разработанные бланки (формы могут быть запрошены у авторов в случае необходимости). Количество обнаруженного на стоянках мусора пересчитывалось как на потенциальное количество отдыхающих, так и на площадь самой стоянки. Для оценки объема АМ дополнительно был проведен его сбор на одной из исследованных стоянок (Ur1) в полипропиленовые строительные мешки полезным объемом 40 л каждый. Это позволило рассчитать средний транспортный объем одной единицы мусора.

Измерение размеров стоянок на местности и расстояния до озера в пределах прямой видимости производилось с помощью лазерного дальномера. Там, где из-за отсутствия прямой видимости озера измерение дальномером было невозможно, расстояние определялось по спутниковым снимкам высокого разрешения Bing (www.bing.com/). Измерение размеров объектов туристической инфраструктуры осуществлялось с помощью рулетки. Для предварительного выявления расположения стоянок и подъездов к ним, а также планирования маршрута использовались спутниковые снимки высокого разрешения Bing (www.bing.com/). Для описания стоянок и подсчета количества мусора на них проведено обследование водосборов модельных объектов на местности с 29.06.2021 по 19.07.2021 г. Исследования были приурочены к летнему периоду года, соответствующему высокому туристическому сезону в Карелии.

Для статистической обработки данных выбрано свободно распространяемое программное обеспечение SofaStatistics (www.sofastatistics.com). В статистических тестах использовался уровень значимости $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

В результате обследования береговой зоны на оз. Урос выявлено 17 стоянок: на девяти из них есть временные сооружения (навесы, столы, скамейки, бани, туалеты), а на трех имеются постоянные сооружения – две избы и землянка. Все стоянки расположены на южном, восточном и северном берегах озера, т.к. западный и северо-западный берега сильно заболочены и к ним отсутствуют подъезды (рис. 1). Поскольку на оз. Урос находится наибольшее количество стоянок, для удобства анализа АМ на них они были поделены по расположению на побережье озера: южный берег – Ur1-Ur5, восточный – Ur6-Ur12 и северный – Ur13-Ur17. Суммарно стоянки вокруг этого озера занимают площадь, равную 2643 м², при этом на них максимально могут находиться 113 человек. С восточной стороны озера площадь стоянок максимальна (1303 м²), с северной – в два раза меньше (927 м²), а минимальная – с южной стороны (413 м²). Однако количество людей, посещающих восточный и северный берега, может быть практически одинаковым – 43 и 46 человек соответственно, что связано с различной вместимостью стоянок.

Из-за сильной заболоченности на побережье оз. Тилкуслампи имеются только 4 стоянки, все они находятся на юго-западном берегу на расстоянии от 150 до 260 м от озера, при этом первые три из них расположены непосредственно рядом с дорогой, проходящей вдоль озера. Общая площадь стоянок вокруг озера составляет 650 м², на озере может разместиться максимум 22 человека. На стоянках оз. Тилкуслампи встречаются временные сооружения (навесы, столы, скамьи).

Несмотря на то, что на побережье оз. Коверьярви находится только 4 стоянки с южной стороны водоема, их суммарная площадь составляет 741 м², что позволяет останавливаться на них 22 людям. На оз. Валгилампи все три стоянки помещены рядом друг с другом непосредственно у дороги, проходящей вдоль озера (общая площадь – 266 м², количество человек – 10). Несмотря на то, что на всех озерах, кроме оз. Урос, отсутствуют постоянные сооружения, они довольно часто посещаются, о чем свидетельствует наличие временных сооружений, таких как навесы, столы, скамейки, полевые бани. Среди других водоемов выделяется оз. Коверлампи, рядом с которым есть только одна стоянка, удаленная от него на 60 м. Это связано с отсутствием прямого подъезда к озеру из-за сложного рельефа местности.

Таким образом, суммарно площадь всех стоянок вокруг исследованных озер составляет 4398 м², что позволяет принять одновременно до 170 человек. Это оказывает довольно большую туристическую нагрузку на данную группу озер, что подтверждается результатами анализа АМ, найденного на стоянках.

Суммарно на стоянках вблизи исследованных озер Вендюрской группы было найдено 3820 единиц различного АМ (рис. 2). Наибольшее его количество было обнаружено на туристических стоянках оз. Урос (2053 шт.). Следующими по количеству выявленного мусора были стоянки оз. Тилкуслампи и Коверьярви – 954 и 721

Экология и природопользование
Зобков М.Б., Зобкова М.В.

шт. АМ соответственно. Наименее загрязненными среди исследованных озер оказались оз. Валгилампи и Коверлампи, на стоянках вблизи которых обнаружено только 62 и 30 шт. мусора соответственно (табл.).

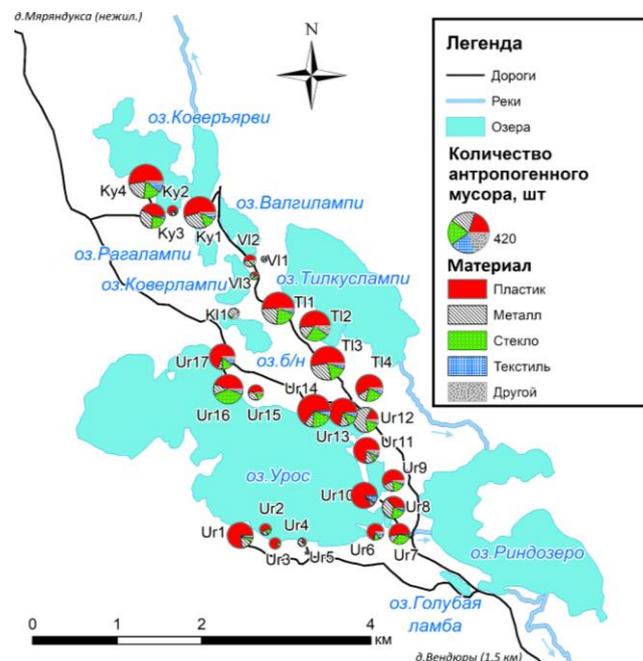


Рис. 2. Количественный и качественный состав антропогенного мусора на исследованных туристических стоянках
Fig. 2. Quantitative and qualitative composition of anthropogenic litter on the surveyed campsites

Таблица

Характеристика туристических стоянок и количество АМ на них
Characterization of the campsites and the quantity of anthropogenic litter on them

Озеро	Стоянка	Площадь стоянки, м ²	Макс. кол-во человек	Количество мусора на стоянке, шт.	Ds шт./м ²	Dp шт./чел
Урос	Ur1	89	4	165	1,85	41,3
	Ur2	118	4	32	0,27	8,0
	Ur3	61	4	32	0,52	8,0
	Ur4	74	4	2	0,03	0,5
	Ur5	70	8	17	0,24	2,1
	Ur6	142	4	108	0,76	27,0
	Ur7	99	4	68	0,69	17,0
	Ur8	126	4	123	0,98	30,8
	Ur9	236	12	117	0,50	9,8
	Ur10	331	3	168	0,51	56,0
	Ur11	180	8	167	0,93	20,9
	Ur12	189	8	156	0,82	19,5
	Ur13	314	16	195	0,62	12,2
	Ur14	181	8	268	1,48	33,5
	Ur15	73	4	58	0,79	14,5
	Ur16	135	12	216	1,60	18,0
	Ur17	223	6	161	0,72	26,8
Коверъярви	Ky1	241	8	251	1,04	31,4
	Ky2	87	2	26	0,30	13,0
	Ky3	157	8	153	0,97	19,1
	Ky4	256	4	291	1,14	72,8
Валгилампи	Vl1	76	4	9	0,12	2,3
	Vl2	93	2	17	0,18	8,5
Коверлампи	Vl3	96	4	36	0,37	9,0
	Kl1	99	2	30	0,30	15,0
Тилкуслампи	Tl1	88	2	257	2,92	128,5
	Tl2	141	4	231	1,63	57,8
	Tl3	178	8	286	1,61	35,8
	Tl4	242	8	180	0,74	22,5

Экология и природопользование
Зобков М.Б., Зобкова М.В.

Всего на стоянках вблизи малых озер было выявлено 53 вида различного мусора согласно классификатору OSPAR (рис. 3). Наиболее часто встречались бутылки стеклянные (17 % от общего количества) и пластиковые (15 %), консервные банки (14 %), маленькие полиэтиленовые пакеты (9 %) и синтетические веревки (8 %). По 4 % приходилось на алюминиевые банки, большие полиэтиленовые пакеты и одноразовые контейнеры для еды. Остальные виды мусора, состоящие из пластиковых, металлических, бумажных, текстильных и стеклянных материалов, составляли 25 % (рис. 3).

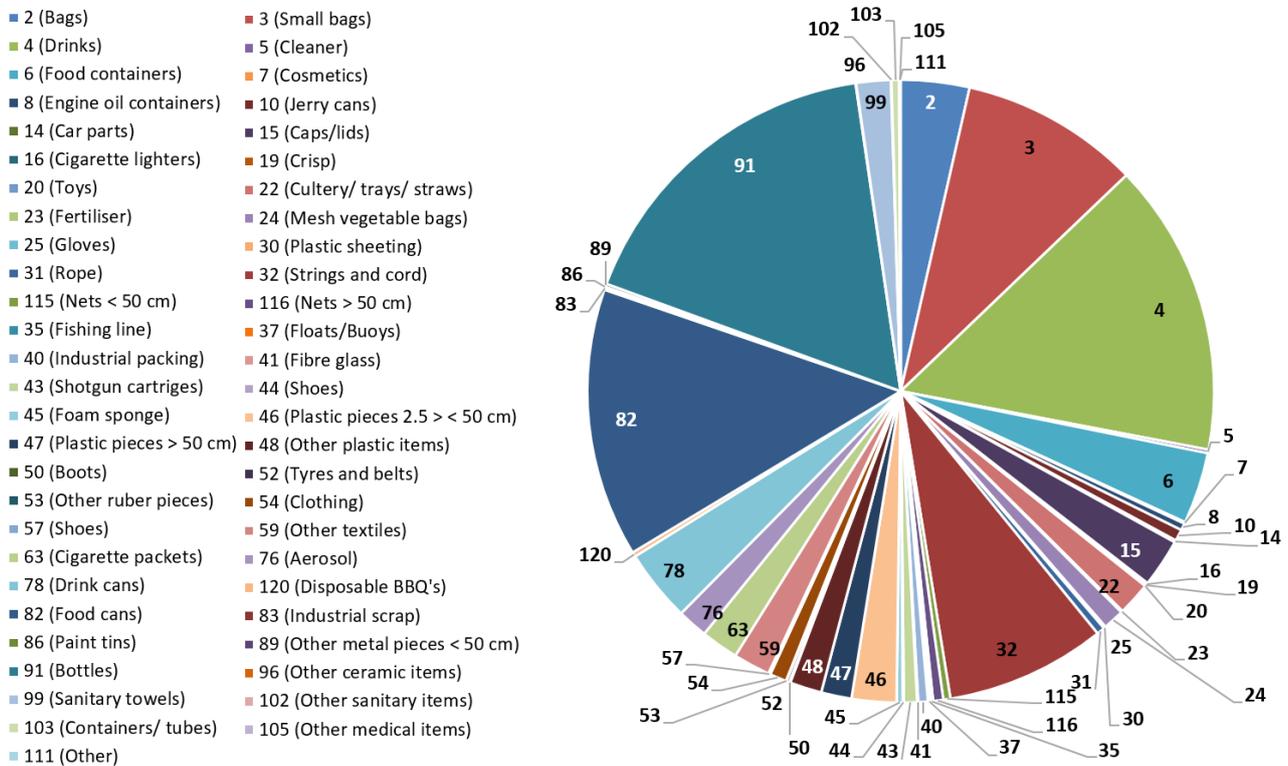


Рис. 3. Состав мусора на стоянках вблизи обследованных малых озер
Fig. 3. Composition of anthropogenic litter near the surveyed small lakes

Наиболее загрязненными являются стоянки восточного и северного берегов оз. Урос, что, по-видимому, связано с удобным расположением рядом с дорогой и легкой транспортной доступностью. При этом количество АМ на них является практически одинаковым (рис. 2): на стоянках восточного берега – 907 шт., а на северном – 898 шт. На некоторых стоянках было обнаружено складирование мусора в виде свалок и ям, чаще всего в них встречались стеклянные и пластиковые бутылки, консервные банки, контейнеры из-под еды и одноразовая посуда, полиэтиленовые пакеты, банки алюминиевые и газовые баллоны. На южном берегу было найдено в 3,7 раза меньше АМ (248 шт.), что связано с несколькими факторами, в том числе труднодоступностью стоянок. Стоянки Ur4 и Ur5 не использовались длительное время, о чем свидетельствует минимально найденное количество мусора (2 и 17 шт. соответственно). Несмотря на то, что стоянки Ur2 и Ur3 посещаются регулярно, они были организованы сравнительно недавно (менее 10 лет назад). Больше всего мусора было выявлено на первой стоянке (рис. 2), она пользуется популярностью длительное время (ориентировочно с 80-х гг. прошлого века): на ней построена землянка, имеются навес и стол.

Пластиковый мусор встречался на побережье оз. Урос наиболее часто, а металлические и стеклянные предметы обнаруживались в практически одинаковых пропорциях (рис. 4). Из них на стоянках водоема встречались: стеклянные (16 % от общего количества) и пластиковые (16 %) бутылки, консервные банки (13 %), синтетические веревки (11 %), маленькие полиэтиленовые пакеты (7 %). На большие полиэтиленовые пакеты и фрагменты пластика (от 2,5 до 50 см) приходилось 4 %, в то время как на другие виды мусора – 29 %.

Экология и природопользование

Зобков М.Б., Зобкова М.В.

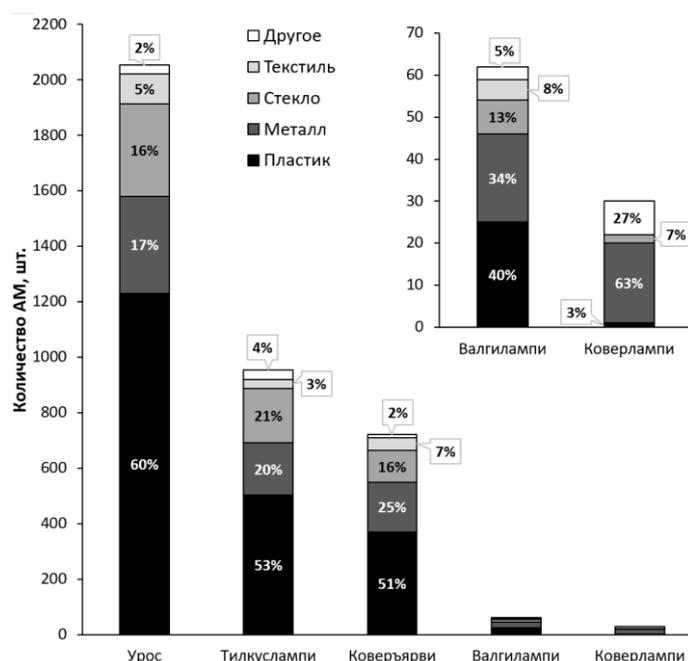


Рис. 4. Количество и материал антропогенного мусора (АМ) на туристических стоянках исследованных озер (шт.)
 Fig. 4. The quantity of and the materials constituting the anthropogenic litter found on tourist campsites near the surveyed lakes (pcs.)

Помимо подсчетов общего количества мусора, найденного на стоянках, определяли относительное его количество в пересчете на площадь стоянки (D_s , шт./м²) и на одного человека (D_p шт./чел). Для оз. Урос они составили в среднем 0,76 шт./м² и 20,3 шт./чел соответственно. Для стоянок с разных берегов озера эти показатели отличались: южный – 0,58 и 12,0, восточный – 0,69 и 25,8, северный – 1,04 шт./м² и 21,0 шт./чел соответственно. Стоит отметить, что основной вклад в плотность мусора, оставленного на площадь стоянки и на количество человек для стоянок южного берега озера, вносит ст. Ur1 с ее повышенными значениями, в то время как на Ur2-Ur5 они были низкими (табл.). Что касается стоянок восточного и северного берегов, то их явное отличие выявлено только по плотности мусора на единицу площади, что обусловлено разной площадью расположенных на них стоянок (с восточной стороны озера площадь стоянок в 2 раза больше) при практически одинаковом количестве мусора и туристов. Эти данные свидетельствуют о том, что стоянки южного берега оз. Урос (кроме Ur1) являются значительно чище стоянок восточного и северного берегов. При этом плотность пластикового мусора на площадь стоянки и количество человек являлась максимальной, в отличие от других видов мусора, и составляла 59 и 63 % соответственно (рис. 5). Таким образом, можно заключить, что на уровень загрязнения АМ влияют как транспортная доступность, так и время существования самой стоянки, т.е. накопления мусора.

Все стоянки рядом с оз. Тилкуслампи характеризовались большим удалением от озера, при этом мусор был обнаружен не только на самих стоянках, но и на берегу водоема, приуроченного к ним. На берегу озера чаще всего встречались пластиковые бутылки, куски синтетической веревки, фрагменты сетей разного размера. Пластиковые бутылки с привязанными к ним веревками используются рыбаками в качестве поплавков для постановки сетей, а найденные овощные сетки из полимерных материалов с вложенными внутрь камнями – в качестве якорей. Все эти предметы являются прямыми источниками поступления частиц пластика в водоем. Надо отметить, что такие находки встречались также на берегах оз. Урос и Коверьярви, где активно ведется рыбная ловля.

Несмотря на то, что по сравнению с оз. Урос на побережье Тилкуслампи было выявлено в два раза меньше мусора, там также преобладали пластиковые отходы и довольно часто встречались металлические и стеклянные предметы (рис. 3). На стоянках Тилкуслампи было найдено много пластиковых (21 % от всего мусора) и стеклянных (16 %) бутылок, консервных банок (13 %), маленьких пластиковых пакетов (11 %) и синтетических веревок (6 %). По 4 % приходилось на алюминиевые банки и контейнеры для еды, а 25 % – на другие виды мусора. Для всех стоянок оз. Тилкуслампи были выявлены повышенные плотности АМ как на единицу площади стоянки, так и в пересчете на одного человека, которые составили в среднем 1,73 шт./м² и 61,1 шт./чел соответственно. При этом для T11 были получены максимальные значения D_s и D_p среди всех исследованных озер (табл.). Такие высокие значения вызваны небольшой площадью самой стоянки, малым количеством возможных посетителей, но при этом высокой ее загрязненностью АМ (табл.). По плотности АМ на как на единицу площади стоянки, так и в пересчете на одного человека пластиковый мусор преобладал среди других видов мусора (рис. 5). Стоит отметить, что среди всех обследованных озер стоянки оз. Тилкуслампи по этим показателям являются самыми загрязненными, хотя на оз. Урос было выявлено в два раза больше АМ.

Экология и природопользование
Зобков М.Б., Зобкова М.В.

Состав АМ на оз. Коверлампи близок к таковому на оз. Урос и Тилкуслампи (рис. 3). На всех этих озерах преобладали пластиковые отходы. Можно отметить, что, помимо часто встречающихся бутылок, банок, пакетов и веревок (суммарно на Коверъярви на них приходится 67 % от мусора), на водоеме было найдено довольно много баллонов из-под аэрозолей и отдельных фрагментов пластика (4 и 3 % соответственно). На Коверъярви, как и в случае оз. Урос и Тилкуслампи, выявлены довольно высокие значения плотности АМ в пересчете на единицу площади стоянки и в пересчете на одного человека (0,86 шт./м² и 34,1 шт./чел соответственно), что свидетельствует о повышенной загрязненности стоянок этого озера. При этом максимальные значения Ds и Dp определены для АМ, изготовленного из пластика (рис. 5).

На оз. Валгилампи и Коверлампи было обнаружено меньше всего АМ (табл.). Доля пластикового мусора на оз. Валгилампи была меньше, чем на водоемах, описанных ранее, при этом возрастала доля металлических отходов в его общем составе (рис. 4). На этом водоеме было отмечено много консервных банок (27 % от всего мусора), также часто встречались маленькие пакеты (15 %), синтетические веревки (8 %) и алюминиевые банки (6 %). Надо отметить, что бутылок было значительно меньше, чем на водосборе других озер: стеклянных – 11 %, а пластиковых – всего 4 %. На стоянках

также был найден текстиль (5 %) и пластиковые крышки (5 %), на другие виды отходов приходилось 19 %. Состав АМ на оз. Коверлампи отличался от такового на других водоемах еще больше: в нем доминировали металлические предметы, а на пластиковые приходилось только 3 % (рис. 3). На стоянке было много консервных (50 % от общего количества АМ) и алюминиевых банок (13 %), встречались синтетические гигиенические салфетки (27 %), а также стеклянные (7 %) и пластиковые бутылки (3 %). Другого мусора обнаружено не было. Стоянки оз. Валгилампи и Коверлампи были гораздо чище, чем на других озерах, что подтверждается низкой плотностью АМ на как на единицу площади стоянки, так и в пересчете на одного человека, которые для этих озер составили 0,22 и 6,6, а также 0,30 и 15,0 шт./чел соответственно (рис. 5).

Таким образом, среди всех исследованных озер больше всего АМ было обнаружено на побережье оз. Урос, что связано с его сравнительно большой площадью и транспортной доступностью, привлекательностью для рыболовов и туристов. Вместе с тем оз. Тилкуслампи оказалось лидером по плотности загрязнения стоянок в расчете на площадь стоянки и количество людей. Наиболее распространенным материалом был пластик (рис. 2), на который приходилось 56 % изделий, предметы из металла и стекла составляли 20 и 17 % соответственно, а текстильные – 5 %. Остальные материалы представлены в количестве 2 %. Таким образом, найденный на стоянках АМ является потенциальным источником поступления микропластика в исследованные озера в результате разрушения пластиковых изделий под воздействием солнечного света и механического воздействия [6]. Логичным продолжением этих работ будет являться оценка загрязнения этих озер частицами микропластика.

По направлениям использования на всех стоянках преобладали предметы, связанные с приемом пищи (от 38 до 40 % на разных озерах, в среднем 38 %). На втором месте по встречаемости стабильно находились предметы общего применения (от 25 до 34 %, в среднем 29 %), на третьем – предметы, связанные с потреблением различных напитков (от 19 до 25 %, в среднем 21 %), а на четвертом – предметы личной гигиены (от 2 до 5 %, в среднем 4 %). Эти четыре категории составляли более 90 % всего обнаруженного АМ. При этом на остальные категории АМ приходилось не более 1–2 %. Таким образом можно заключить, что на всех обследованных озерах состав АМ по направлению его первичного использования близок и представлен товарами, связанными с потреблением еды и напитков. В среднем их доля от общего количества АМ на обследованных стоянках составляла 59 %.

Статистическая обработка результатов показала, что количество мусора на туристических стоянках прямо пропорционально их площади (Тест Пирсона, $p = 4,11 \cdot 10^{-4} < 0,05$, $R = 0,61$, $df = 27$). При этом связь с максимальным количеством человек также статистически значима (Тест Пирсона, $p = 0,039 < 0,05$, $R = 0,38$, $df = 27$), но

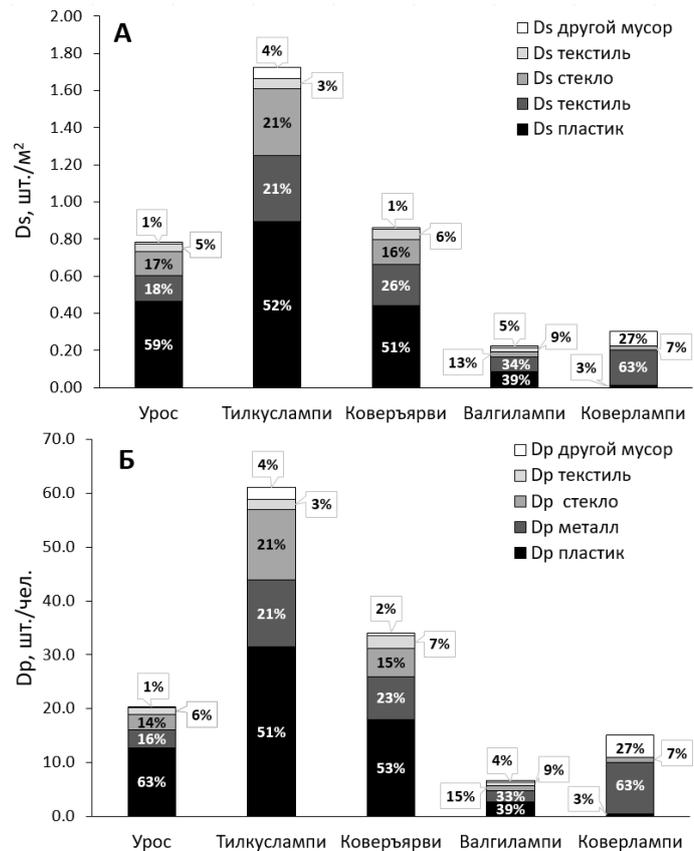


Рис. 5. Плотность антропогенного мусора в пересчете на единицу площади стоянки (А) и в пересчете на одного человека (Б)
Fig. 5. Density of anthropogenic litter per unit of a camp area (A) and per person (B)

*Экология и природопользование**Зобков М.Б., Зобкова М.В.*

существенно слабее. Таким образом, площадь стоянки является лучшим предиктором для оценки загрязненности АМ, чем максимальное число отдыхающих. По всей видимости это вызвано тем, что оценка количества человек, примененная в данном случае, зависит от большего числа факторов, каждый из которых вносит свою неопределенность в результаты оценки. При этом далеко не всегда это максимальное число отдыхающих достигается, и, как правило, оно в 2–4 раза меньше оценочного.

Как было указано ранее, методика OSPAR предполагает расчет количества АМ на 100 м маршрута, что усложняет сравнение с результатами, полученными в данном исследовании для туристических стоянок, где за основу принято количество единиц АМ на площадь стоянки или максимальное количество отдыхающих. Однако в некоторых исследованиях, посвященных загрязнению пляжей, приводится также и количество АМ на единицу площади пляжа, что позволяет провести сравнение полученных нами результатов с наблюдаемыми в других регионах мира. Так, для пляжей оз. Мичиган (Канада) средний уровень загрязнения составил около 0,01 шт./м² [17]. В своей работе [17] авторы подчеркивают, что это существенно ниже, чем получено ими в процессе обобщения данных для морских пляжей (1,82 шт./м²). На побережье Балтийского моря (Калининградская область, Россия), по данным [3], загрязнение различных пляжей АМ варьировало от 0,06 до 1,47 шт./м². Проведенная недавно оценка количественного и качественного состава антропогенного морского мусора на западном побережье Крыма [2] показала, что загрязненность пляжей этого региона составляет от 0,07 до 0,15 шт./м². Как видно из рис. 4, загрязненность исследованных нами туристических стоянок малых озер имеет близкие значения к загрязнению морских пляжей и в ряде случаев его превышает. Вместе с тем доля пластиковых изделий несколько ниже. Так, О.И. Лобчук и А.В. Килесо [3] сообщают, что на пляжах Балтики на пластиковые изделия в среднем приходится 90 % мусора, а на побережье Крыма – около 77 % [2]. Возможная причина этого – удельная плотность различных материалов. Так, стекло, алюминий и сталь, из которых, помимо пластика, изготавливается большая часть упаковки, имеют плотность 2,6–7,9 г/см³, что способствует их затоплению в прибрежной зоне. Вместе с тем пластик, плотность которого составляет не более 1,5 г/см³, остается на плаву и легко транспортируется на дальние расстояния. Из-за этой особенности на морских пляжах в результате штормов происходит перераспределение мусора, на туристических же стоянках бореальных озер, как правило, защищенных от волновых явлений, такого перераспределения не происходит.

Со стоянки Ug1 было вывезено 13 строительных мешков общим объемом 520 л. Расчет показывает, что на одну единицу АМ в среднем приходится около 3,2 л транспортного объема (без прессования). Таким образом, на обследованных стоянках озер находится около 12,2 м³ АМ, или (в пересчете на площадь обследованного участка размером 5x5 км) порядка 0,5 м³/км². Для промышленных объемов вывоза это небольшое количество, которое может поместиться в кузове одного грузового автомобиля, однако при учете сложной транспортной доступности территории и рассредоточенности мусора, его централизованный вывоз вряд ли может быть когда-либо осуществлен. Также следует отметить, что подобная ситуация с загрязнением наблюдается на водных объектах Карелии повсеместно. При площади лесного фонда Республики около 145 тыс. км² объем аккумулированного на настоящий момент в лесах мусора может составлять около 72,5 тыс. м³, или 0,12 м³ в пересчете на каждого жителя Карелии. Таким образом на настоящий момент проблема загрязнения водосборных территорий в местах размещения неорганизованных туристических стоянок может быть решена только силами самих посетителей. Для исправления существующей ситуации гражданам необходимо не только забирать с собой весь образовавшийся в процессе посещения лесов и водоемов мусор, но и уже накопившейся. Решением проблемы также может стать привлечение волонтерских организаций к уборке прибрежных территорий, как это практикуется в других странах мира [17, 19].

Заключение

В рамках изучения влияния рекреационной деятельности на загрязнение водосборов малых озер Карелии АМ в 2021 г. проведены исследования на оз. Урос, Тилкуслампи, Коверъярви, Валгилампи и Коверлампи в районе расположения «горячих точек» такого загрязнения – туристических стоянок. В результате проведенных работ предложен новый подход, позволяющий оценить загрязненность водосборов озер АМ, а также различные виды метрик, которые возможно в дальнейшем использовать при мониторинге загрязнения водосборов озер бореальной зоны. Показано, что количество мусора на туристических стоянках связано как с площадью самих стоянок, так и с максимально возможным количеством отдыхающих на них. При этом площадь стоянки является более надежным предиктором ввиду меньшего количества субъективных параметров при проведении оценки.

Получены новые данные о загрязненности водосборов модельных малых озер Карелии АМ. Антропогенный мусор был обнаружен на всех стоянках исследованных озер (всего 3820 шт.), а максимальное его количество на самом крупном из обследованных – оз. Урос (2053 шт.). При этом в пересчете количества АМ на единицу площади стоянки и на одного человека самыми загрязненными оказались стоянки оз. Тилкуслампи, что подтверждается высокими значениями этих показателей (в среднем 1,73 шт./м² и 61,1 шт./чел соответственно). Загрязнение туристических стоянок обследованных малых озер в пересчете на площадь сопоставимо с загрязнением морских пляжей и в ряде случаев его превышает.

По направлению первичного использования преобладали предметы, связанные с приемом пищи и напитков (в среднем 59 %). Помимо пластиковых изделий, на которые приходилось 56 % от всех отходов, были найдены предметы из металла, стекла и текстиля (20, 17 и 5 % соответственно). Остальные виды мусора составляли только 2 %. Превалирование пластиковых изделий в общем составе АМ показывает, что оставленные на побережье озер АМ являются

Экология и природопользование
Зобков М.Б., Зобкова М.В.

потенциальным источником поступления микропластика в исследованные озера в результате разрушения этих пластиковых изделий на их водосборах.

Таким образом, представленная в статье методика может применяться для мониторинга загрязнения водосборов озер бореальной зоны АМ. Из-за трудной транспортной доступности и рассредоточенности мусора, его централизованный вывоз с побережий озер и территории лесного фонда вряд ли может быть когда-либо осуществлён. Для решения проблемы необходимо проводить разъяснительную работу среди населения, вывозить мусор силами отдыхающих, привлекать волонтерские организации к очистке территорий. Полученные результаты позволили ориентировочно оценить объемы АМ, аккумулированного в лесном фонде Республики Карелия.

Библиографический список

1. Есюкова Е.Е., Хатмуллина Л.И., Лысенко С.В. Загрязнение антропогенным мусором побережий внутренних прибрежных вод на примере Вислинского залива Балтийского моря // Мезомасштабные и субмезомасштабные процессы в гидросфере и атмосфере МСП-2018. 2018. С. 119–122.
2. Кальпа В.А., Багаев А.В. Оценка количественного и качественного состава антропогенного морского мусора на западном побережье Крыма // XXIX Береговая конференция: Натурные и теоретические исследования-в практику берегопользования. 2022. С. 467–469.
3. Лобчук О.И., Килесо А.В. Пространственное распределение и источники антропогенного морского мусора на побережье Калининградской области // Гидрометеорология и экология. 2020. №. 61. С. 521–533. doi: 10.33933/2074-2762-2020-61-521-533
4. Новиков М.А., Горбачева Е.А., Прохорова Т.А., Харламова М.Н. Состав и распределение морского антропогенного мусора на акватории Баренцева моря // Океанология. 2021. Т. 61, №. 1. С. 56–66. doi: 10.31857/S0030157421010147
5. Озера Карелии: справочник / под ред. Н.Н. Филатов, В.И. Кухарев. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2013. 464 с.
6. Andrady A.L. Microplastics in the marine environment // Marine pollution bulletin. 2011. Vol. 62, No. 8. P. 1596–1605. doi: 10.1016/j.marpolbul.2011.05.030
7. Araújo M.C., Silva-Cavalcanti J.S., Costa M.F. Anthropogenic litter on beaches with different levels of development and use: A snapshot of a coast in Pernambuco (Brazil) // Frontiers in Marine Science. 2018. Vol. 5. P. 233. doi: 10.3389/fmars.2018.00233
8. Ashton K., Holmes L., Turner A. Association of metals with plastic production pellets in the marine environment // Marine pollution bulletin. 2010. Vol. 60, No. 11. P. 2050–2055. doi: 10.1016/j.marpolbul.2010.07.014
9. Bravo M., De los Angeles Gallardo M., Luna-Jorquera G., Núñez P., Vásquez N., Thiel M. Anthropogenic debris on beaches in the SE Pacific (Chile): Results from a national survey supported by volunteers // Marine pollution bulletin. 2009. Vol. 58, No. 11. P. 1718–1726. doi: 10.1016/j.marpolbul.2009.06.017
10. Cole M., Webb H., Lindeque P.K., Fileman E.S., Halsband C., Galloway T.S. Isolation of microplastics in biota-rich seawater samples and marine organisms // Scientific reports. 2014. Vol. 4, No. 1. P. 4528. doi: 10.1038/srep04528
11. Derraik J.G.B. The pollution of the marine environment by plastic debris: A review // Marine pollution bulletin. 2002. Vol. 44, No. 9. P. 842–852. doi: 10.1016/S0025-326X(02)00220-5
12. Do Sul J.A.L., Costa M.F. Marine debris review for Latin America and the Wider Caribbean Region: From the 1970s until now, and where do we go from here? // Marine Pollution Bulletin. 2007. Vol. 54, No. 8. P. 1087–1104. doi: 10.1016/j.marpolbul.2007.05.004
13. Ershova A.A., Eremina T.R., Chubarenko I.P., Esiukova E.E. Marine litter in the Russian Gulf of Finland and South-East Baltic: application of different methods of beach sand sampling // Plastics in the Aquatic Environment-Part I: Current Status and Challenges. Cham: Springer International Publishing, 2021. P. 461–485.
14. Frias J.P.G.L., Sobral P., Ferreira A.M. Organic pollutants in microplastics from two beaches of the Portuguese coast // Marine pollution bulletin. 2010. Vol. 60, No. 11. P. 1988–1992. doi: 10.1016/j.marpolbul.2010.07.030
15. Gregory M.R., Andrady A.L. Plastics in the marine environment. In Plastics and the Environment / Andrady, A.L., Ed.; John Wiley and Sons Inc.: Hoboken, NJ, USA, 2003. P. 379–401.
16. Hammer J., Kraak M.H.S., Parsons J.R. Plastics in the marine environment: the dark side of a modern gift // Reviews of environmental contamination and toxicology. 2012. С. 1–44.
17. Hoellein T.J., Westhoven M., Lyandres O., Cross J. Abundance and environmental drivers of anthropogenic litter on 5 Lake Michigan beaches: A study facilitated by citizen science data collection // Journal of Great Lakes Research. 2015. Vol. 41, No. 1. P. 78–86. doi: 10.1016/j.jglr.2014.12.015
18. Hoellein T.J., Rojas M., Pink A., Gasior J., Kelly J.J., Anthropogenic litter in urban freshwater ecosystems: distribution and microbial interactions // PloS one. 2014. Vol. 9, No. 6. P. e98485. doi: 10.1371/journal.pone.0098485
19. Mayoma B.S., Mjumira I.S., Efulala A., Syberg K., Khan F.R. Collection of anthropogenic litter from the shores of Lake Malawi: Characterization of plastic debris and the implications of public involvement in the African Great Lakes // Toxics. 2019. Vol. 7, No. 4. P. 64. doi: 10.3390/toxics7040064
20. Meyer G., Puig-Lozano R., Fernández A. Anthropogenic litter in terrestrial flora and fauna: Is the situation as bad as in the ocean? A field study in Southern Germany on five meadows and 150 ruminants in comparison with marine debris // Environmental Pollution. 2023. Vol. 323. P. 121304.
21. OSPAR Commission. Guideline for monitoring marine litter on the beaches in the OSPAR maritime area. Edition 1.0. 2010. URL: https://www.ospar.org/ospar-data/10-02e_beachlitter%20guideline_english%20only.pdf
22. Zbyszewski M., Corcoran P.L., Hockin A. Comparison of the distribution and degradation of plastic debris along shorelines of the Great Lakes, North America // Journal of Great Lakes Research. 2014. Vol. 40, No. 2. P. 288–299. doi: 10.1016/j.jglr.2014.02.012

Экология и природопользование

Зобков М.Б., Зобкова М.В.

References

1. Esiukova E. E., Khatmullina L.I. Lysenko S.V. (2018) Zagrzaznenie antropogennym musorom poberezhii vnutrennih pribrezhnyh vod na primere Vislinskogo zaliva Baltijskogo morja Mezomasshtabnye i submezomasshtabnye processy v gidrosfere i atmosfere MSP-2018. pp. 119-122.
2. Kal'pa V. A., Bagaev A. V. (2022) Ocenka kolichestvennogo i kachestvennogo sostava antropogennogo morskogo musora na zapadnom poberezh'e Kryma. XXIX Beregovaja konferencija: Naturnye i teoreticheskie issledovanija-v praktiku beregopol'zovanija. Pp. 467-469.
3. Lobchuk O. I., Kileso A. V. (2020) Prostranstvennoe raspredelenie i istochniki antropogennogo morskogo musora na poberezh'e Kaliningradskoj oblasti. *Gidrometeorologija i jekologija*. no. 61. pp. 521-533. DOI: 10.33933/2074-2762-2020-61-521-533
4. Novikov, M. A., Gorbacheva, E. A., Prohorova, T. A., Harlamova, M. N. (2021) Sostav i raspredelenie morskogo antropogennogo musora na akvatorii Barenceva morja *Okeanologija*. Vol. 61. no. 1. pp. 56-66. DOI: 10.31857/S0030157421010147
5. Oзера Karelii. Spravochnik. N. N. Filatov, V. I. Kuharev. (eds.) 2013. Petrozavodsk: Karel'skij nauchnyj centr RAN. 464 p.
6. Andradý A. L. (2011). Microplastics in the marine environment. *Marine pollution bulletin*, vol.62. no. 8. pp.1596-1605. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2011.05.030
7. Araújo, M. C., Silva-Cavalcanti, J. S., & Costa, M. F. (2018). Anthropogenic litter on beaches with different levels of development and use: a snapshot of a coast in Pernambuco (Brazil). *Frontiers in Marine Science*, no. 5, p.233. DOI: 10.3389/fmars.2018.00233
8. Ashton, K., Holmes, L., & Turner, A. (2010). Association of metals with plastic production pellets in the marine environment. *Marine pollution bulletin*, vol. 60. no. 11. pp. 2050-2055. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2010.07.014
9. Bravo, M.; De los Angeles Gallardo, M.; Luna-Jorquera, G.; Núñez, P.; Vásquez, N.; Thiel, M. (2009). Anthropogenic debris on beaches in the SE Pacific (Chile): Results from a national survey supported by volunteers. *Marine pollution bulletin*, vol. 58 no. 11. pp. 1718-1726. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2009.06.017
10. Cole M., Webb H., Lindeque P.K., Fileman E.S., Halsband C., Galloway T.S. (2014). Isolation of microplastics in biotrich seawater samples and marine organisms. *Scientific reports*, vol. 4. no. 1. p. 4528. DOI: 10.1038/srep04528
11. Derraik, J.G.B. (2002). The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Marine pollution bulletin*. vol. 44. no. 9. pp. 842-852. DOI: 10.1016/S0025-326X(02)00220-5
12. Do Sul, J.A.I.; Costa, M.F. (2007). Marine debris review for Latin America and the wider Caribbean region: from the 1970s until now, and where do we go from here?. *Marine Pollution Bulletin*. vol. 54. no. 8. pp. 1087-1104. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2007.05.004
13. Ershova, A. A., Eremina, T. R., Chubarenko, I. P., & Esiukova, E. E. (2021). Marine litter in the Russian Gulf of Finland and South-East Baltic: application of different methods of beach sand sampling. In *Plastics in the Aquatic Environment-Part I: Current Status and Challenges*. pp. 461-485. Cham: Springer International Publishing.
14. Frias, J. P. G. L., Sobral, P., & Ferreira, A. M. (2010). Organic pollutants in microplastics from two beaches of the Portuguese coast. *Marine pollution bulletin*. vol. 60. no.11. pp. 1988-1992. DOI 10.1016/j.marpolbul.2010.07.030
15. Gregory, M.R., Andradý, A.L. (2003). *Plastics in the marine environment*. In *Plastics and the Environment*. Andradý, A.L., Ed.; JohnWiley and Sons Inc.: Hoboken, NJ, USA. pp. 379-401.
16. Hammer, J., Kraak, M. H., & Parsons, J. R. (2012). *Plastics in the marine environment: the dark side of a modern gift*. *Reviews of environmental contamination and toxicology*. pp. 1-44.
17. Hoellein, T. J., Westhoven, M., Lyandres, O., & Cross, J. (2015). Abundance and environmental drivers of anthropogenic litter on 5 Lake Michigan beaches: A study facilitated by citizen science data collection. *Journal of Great Lakes Research*. vol.41. no. 1. pp. 78-86. DOI: 10.1016/j.jglr.2014.12.015
18. Hoellein, T., Rojas, M., Pink, A., Gasior, J., & Kelly, J. (2014). Anthropogenic litter in urban freshwater ecosystems: distribution and microbial interactions. *PloS one*, vol. 9 no. 6, p. e98485. DOI: 10.1371/journal.pone.0098485
19. Mayoma, B. S., Mjumira, I. S., Efudala, A., Syberg, K., & Khan, F. R. (2019). Collection of anthropogenic litter from the shores of Lake Malawi: Characterization of plastic debris and the implications of public involvement in the African Great Lakes. *Toxics*. Vol. 7. No. 4. p. 64. DOI: 10.3390/toxics7040064
20. Meyer, G., Puig-Lozano, R., Fernández, A. (2023). Anthropogenic litter in terrestrial flora and fauna: Is the situation as bad as in the ocean? A field study in Southern Germany on five meadows and 150 ruminants in comparison with marine debris. *Environmental Pollution*. no.323. pp. 121304.
21. OSPAR Commission. *Guideline for monitoring marine litter on the beaches in the OSPAR maritime area*. (2010). Edition 1.0. https://www.ospar.org/ospar-data/10-02e_beachlitter%20guideline_english%20only.pdf
22. Zbyszewski, M., Corcoran, P. L., & Hockin, A. (2014). Comparison of the distribution and degradation of plastic debris along shorelines of the Great Lakes, North America. *Journal of Great Lakes Research*. vol. 40. no. 2. pp. 288-299. DOI: 10.1016/j.jglr.2014.02.012

Статья поступила в редакцию: 25.12.23, одобрена после рецензирования: 18.03.24, принята к опубликованию: 12.12.24.

The article was submitted: 12 December 2023; approved after review: 18 March 2024; accepted for publication: 12 December 2024.

Экология и природопользование
Зобков М.Б., Зобкова М.В.

Информация об авторах**Михаил Борисович Зобков**

кандидат технических наук, старший научный сотрудник, руководитель лаборатории гидрохимии и гидрогеологии

Институт водных проблем Севера Карельского научного центра Российской академии наук, ФИЦ «Карельский научный центр РАН»;

185030, Россия, г. Петрозаводск, пр. А. Невского, 50

e-mail: ya-mikhailz@yandex.ru

Information about the authors**Mikhail B. Zobkov**

Candidate of Engineering Sciences, Senior Researcher, Head of the Laboratory of Hydrochemistry and Hydrogeology,

Northern Water Problems Institute at the Karelian Research Center of the Russian Academy of Sciences;

50, prospekt A. Nevskogo, Petrozavodsk, 185030, Russia

Мария Валентиновна Зобкова

кандидат химических наук, научный сотрудник лаборатории гидрохимии и гидрогеологии

Институт водных проблем Севера Карельского научного центра Российской академии наук, ФИЦ «Карельский научный центр РАН»;

185030, Россия, г. Петрозаводск, пр. А. Невского, 50

Maria V. Zobkova

Candidate of Chemistry Sciences, Researcher, Laboratory of Hydrochemistry and Hydrogeology,

Northern Water Problems Institute at the Karelian Research Center of the Russian Academy of Sciences;

50, prospekt A. Nevskogo, Petrozavodsk, 185030, Russia

Вклад авторов

Зобков М.Б. – идея, методология, сбор материала, обработка материала, интерпретация результатов, рисунки, написание статьи, научное редактирование текста.

Зобкова М.В. – сбор материала, обработка материала, интерпретация данных, рисунки, написание статьи, научное редактирование текста.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors

Contribution of the authors:

Mikhail B. Zobkov – conceptualization; methodology; data collection and processing; interpretation of the results; visualization; writing of the original draft; scientific editing;

Maria V. Zobkova – data collection and processing; data interpretation; visualization; writing of the original draft; scientific editing.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.