

УДК 504.53

Т. И. КУХАРЧИК, С. В. КАКАРЕКА, А. А. МЕЛЕШКО

Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси

E-mail: tkukharchyk@gmail.com

**МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ
ПРИБРЕЖНЫХ ЗОН ВОДОЕМОВ ГОРОДА МИНСКА
ПЛАСТИКОМ**

Актуальность изучения и оценки загрязнения прибрежных зон водоемов и водотоков отходами пластика обусловлена практически повсеместным их рассеянием, ухудшением условий обитания живых организмов, санитарно-гигиенических и эстетических свойств ландшафтов [1–3]. Глобальные тенденции увеличения объемов производства и потребления полимерных материалов сопровождаются ростом объемов образования полимерных отходов. По оценкам [4], из общего количества таких отходов в 2019 г. для рециклинга было собрано лишь 15 %, из которых было переработано немногим более половины. Особую проблему представляет одноразовая упаковка, которая производится и выбрасывается в огромных количествах [5].

Одним из источников загрязнения прибрежных зон отходами пластика является рекреационная деятельность, что продемонстрировано при исследовании песчаных пляжей морских побережий [6; 7]. Изученность же зон отдыха пресноводных экосистем пока недостаточна [8].

Следует отметить, что к настоящему времени отсутствуют стандартизированные методы изучения и количественной оценки уровня загрязнения прибрежных зон как морских, так и пресноводных акваторий [3]. Имеются также различия в определении размера частиц пластика, который получил название «макропластик» (> 5 мм, > 20 мм, > 25 мм). Нами в соответствии с рекомендациями [9; 10] используется размер более 5 мм.

Используемые в настоящее время методы определяются целями и задачами исследований, а также особенностями изучаемого объекта. Площадь для оценки количества макропластика варьирует от 25 м^2 [11] до 100 м^2 [12] и 2500 м^2 [13]. В ряде случаев в пределах исследуемого участка выделяются зоны с учетом подъема уровня воды [14]. Как правило, применяются визуальные методы со сбором или без сбора отходов. Для детализации ситуации закладываются различного размера площадки.

Нами для изучения загрязнения прибрежных зон городских и пригородных водоемов г. Минска разработаны и апробированы методические подходы с учетом зарубежного опыта, включающие использование двух

методов: маршрутного и метода площадок. Исследования выполнялись на пляжах, где в отдельные сезоны года значительно увеличиваются техногенные нагрузки. Объектами исследований выбраны водохранилища Цнянское, Чижовское, Волчковичское, Заславское, Дрозды, оз. Комсомольское. Полевые работы выполнялись преимущественно в летний сезон, на ряде объектов – дополнительно в весенний и ранний осенний периоды.

При маршрутном методе учитывался 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 фрагментов [15], тем не менее обеспечивает быструю оценку уровня загрязнения на больших участках [16]. Маршруты раздельно закладывались в пределах песчаной и травяной части пляжей.

В пределах песчаных пляжей закладывались площадки для просеивания песка: на вдхр. Вяча размером 1×1 м по принципу случайной выборки; на Заславском и Волковичском водохранилищах использован метод сеток, предполагающий оконтуривание на пляже участка размером 5×5 м с разбивкой его на равные квадраты со стороной 1 м. В пределах площадок верхний слой грунта при помощи совка снимался на глубину 0,2 см и просеивался через сита с размером ячеек 5 мм. Весь собранный пластиковый мусор, в т. ч. просеянный, классифицировался, измерялся, производилась процедура фотофиксации. Краткая характеристика некоторых объектов исследования приведена в таблице.

Таблица – Краткая характеристика некоторых объектов исследования

Объект	№ пляжа	Дата обследования	Характеристика пляжа	Метод учета макропластика
вдхр. Вяча	5	03.06.2024	Большая часть пляжа песчаная; песок насыпной	Маршрутный метод, метод просеивания пляжного песка
		13.06.2023		
	6	03.06.2024	Пляж травяной	Маршрутный метод, метод просеивания пляжного песка
		13.06.2023		
	7	03.06.2024	Пляж травяной	Маршрутный метод
		13.06.2023		
вдхр. Заславское	2	04.06.2024	Песчаный пляж	Маршрутный метод
	4		Песчаный пляж	Маршрутный метод, метод просеивания пляжного песка
	5		Песчаный пляж	Маршрутный метод, метод просеивания пляжного песка

Всего в 2024 г. обследовано 16 пляжей в г. Минске и пригородной зоне; общая протяженность маршрутов исследования составила более 15 км. В докладе обсуждаются результаты исследований, полученные маршрутным методом и методом площадок. На всех пляжах обнаружены отходы пластика, количество которых значительно варьирует.

Всего в ходе исследований 2024 г. выявлено 11,5 тыс. единиц отходов пластика, представленных 145 наименованиями изделий (без идентификации мелких фрагментов упаковки). Примерно половину общего количества отходов составляют фильтры сигарет, которые обнаруживаются практически повсеместно, особенно возле скамеек, под «грибками», иными сооружениями для отдыха. Следующая группа наиболее часто встречающихся отходов представлена фрагментами полиэтиленовой пленки и пакетов упаковки, а также упаковки пищевых продуктов, на долю которых приходится соответственно 9,6 и 7,6 % обнаруженных отходов.

Отходы пластика чаще всего представляют собой фрагменты целых изделий (обрывки, обломки, пленки, кусочки и т. д.). В распределении отходов пластика по размерам наблюдается сходство между пляжами в связи с доминированием фрагментов размером 2–5 см.

Показано, что метод просеивания песка на пляжах позволяет получить более полную оценку уровней загрязнения пляжей благодаря «скрытым» фрагментам пластика в песке, количество которых может быть на порядок больше, чем на поверхности. По результатам количественной оценки макропластика и его структуры выполнено его ранжирование по частоте встречаемости: фильтры сигарет > фрагменты полиэтиленовой пленки и пакетов упаковки > упаковки пищевых продуктов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. River plastic emissions to the world's oceans / L. Lebreton, J. Zwet, J.-W. Damsteeg [et al.] // *Nature Communications*. – 2017. – Vol. 8. – DOI: 10.1038/ncomms15611.
2. Monitoring litter inputs from the Adour river (Southwest France) to the marine environment / A. Bruge, C. Barreau, J. Carlot [et al.] // *Marine Environment : Journal of Marine Science and Engineering*. – 2018. – Vol. 6 (1). – DOI: 10.3390/jmse6010024.
3. Cera, A. Macroplastics in Lakes: An Underrepresented Ecological Problem? / A. Cera, L. Gallitelli, M. Scalici // *Water*. – 2023. – Vol. 15 (1). – URL: <https://doi.org/10.3390/w15010060>.
4. Global Plastics Outlook: Policy Scenarios to 2060 / OECD. – Paris, 2022. – URL: <https://doi.org/10.1787/aa1edf33-en>.
5. Geyer, R. Production, use, and fate of all plastics ever made / R. Geyer, J. R. Jambeck, K. L. Law // *Science Advances*. – 2017. – Vol. 3 (7). – DOI: 10.1126/sciadv.1700782.

6. Macro-, meso- and microplastic abundance in sandy beaches and factors influencing their distribution in an SW Atlantic resort / E. Hines, M. L. Jaubet, G. V. Cuello [et al.] // *Marine Environmental Research*. – 2023. – Vol. 190 (1526). – DOI: 10.1016/j.marenvres.2023.106104.

7. Effect of lithological properties of beach sediments on plastic pollution in Bodrum Peninsula (SW Türkiye) / A. Masud, M. Gül, C. Küçükuysal [et al.] // *Marine Pollution Bulletin*. – 2023. – Vol. 190. – DOI: 10.1016/j.marpolbul.2023.114895.

8. Hengstmann, E. Anthropogenic litter in freshwater environments – Study on lake beaches evaluating marine guidelines and aerial imaging / E. Hengstmann, E. K. Fischer // *Environmental Research*. – 2020. – Vol. 189. – DOI: 10.1016/j.envres.2020.109945.

9. Galgani, F. Global Distribution, Composition and Abundance of Marine Litter / F. Galgani, G. Hanke, T. Maes // *Marine Anthropogenic Litter*. – 2015. – P. 29–56. – DOI: 10.1007/978-3-319-16510-3_2.

10. Gallitelli, L. Riverine macroplastic gradient along watercourses: A global overview / L. Gallitelli, M. Scalici // *Frontiers in Environmental Science*. – 2022. – Vol. 10. – DOI: 10.3389/fenvs.2022.937944.

11. Dalu, T. Assessing factors driving the distribution and characteristics of shoreline macroplastics in a subtropical reservoir / T. Dalu, B. Malesa, R. N. Cuthbert // *Science of The Total Environment*. – 2019. – Vol. 696. – DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.1339.

12. Battulga, B. Distribution and composition of plastic debris along the river shore in the Selenga River basin in Mongolia / B. Battulga, M. Kawahigashi, B. Oyuntsetseg // *Environmental Science and Pollution Research*. – 2019. – DOI: 10.1007/s11356-019-04632-1.

13. Handleiding Voor Monitoring. Schone Rivieren. 2017. – URL: https://schonerivieren.org/images/Onderzoek/DEF_Handleiding_monitoring_-_Schone_Rivieren_2018-2019.pdf (дата обращения: 24.03.2025).

14. Plastic pirates sample litter at rivers in Germany – Riverside litter and litter sources estimated by schoolchildren / T. Kiessling, K. Knickmeier, K. Kruse [et al.] // *Environmental Pollution*. – 2018. – Vol. 245. – P. 545–557. – DOI: 10.1016/j.envpol.2018.11.025.

15. Marine Beach Litter Baselines / G. Hanke, D. Walvoort, W. Loon [et al.]. – Luxemburg : Publications Office of the European Union, 2019. – DOI: 10.2760/16903.

16. Emmerik, T. H. M. van. An evaluation of the River-OSPAR method for quantifying macrolitter on Dutch riverbanks / T. H. M. van Emmerik, P. Vriend, C. T. J. Roebroek // Wageningen, Wageningen University, Report. – 2020. – P. 86. – URL: <https://doi.org/10.18174/519776>.