

Динамика плотности берегового мусора на пляжах северо-восточного побережья Черного моря с 2016 по 2021 год

В. А. Спирина^{1*}, М. П. Погожева^{1,2}

¹ Государственный океанографический институт имени Н. Н. Зубова,
Москва, Россия

² Институт океанологии имени П. П. Ширшова РАН, Москва, Россия
* e-mail: Viktoriiia_spirina@bk.ru

Аннотация

Рассмотрены результаты мониторинга берегового мусора на пляжах Черного моря с 2016 по 2021 г. Исследование проводили на пяти пляжах северо-восточного побережья Черного моря, включая городские и пригородные участки. Мусор собирали и классифицировали по методике Рамочной директивы Европейской комиссии по морской стратегии. Всего за время 13 мониторинговых обследований было собрано 2633 частиц мусора из 8 категорий 108 типов. Преобладающим компонентом стал пластик, составляющий в среднем 71.7 % от общего количества мусора. Второй преобладающей категорией стал металл, доля которого в среднем составила 8.2 % от найденного мусора. Плотность пляжного мусора варьировала от 47.66 шт. / 100 м до 1163 шт. / 100 м. Медиана плотности мусора на всех исследуемых пляжах составила 118.26 шт. / 100 м. В межгодовой изменчивости количества мусора на пляжах отмечается тенденция к уменьшению во всех обследуемых районах с явными пиками в летние и зимние сезоны. Основным источником мусорного загрязнения побережья стала рекреационная деятельность, воздействие которой усиливалось из-за отсутствия развитой инфраструктуры по утилизации отходов, а также близости транспортных путей. Полученные данные свидетельствуют о необходимости продолжения мониторинга и принятия мер по снижению загрязнения, таких как улучшение систем управления отходами и уменьшение производства и использования пластика. Эти данные могут использоваться при выработке рекомендаций и практических инициатив по защите морской экосистемы Черного моря как со стороны государства, так и со стороны научного сообщества и обычных граждан.

Ключевые слова: морской мусор, загрязнение моря, загрязнение пляжей, Черное море, микропластик

Благодарности: работа выполнена в рамках международных проектов ЭМБЛАС-I, ЭМБЛАС-II, ЭМБЛАС-Плюс, финансируемых Программой развития ООН (ПРООН) и Европейским союзом в поддержку реализации Конвенции о защите Черного моря

© Спирина В. А., Погожева М. П., 2024



Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0)

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License

от загрязнения (Бухарестская конвенция 1992 г.). За полученные данные автор выражает благодарность наблюдателям, которые проводили мониторинговые исследования с 2016 по 2021 г. на пляжах Черного моря.

Для цитирования: Спирина В. А., Погожева М. П. Динамика плотности берегового мусора на пляжах северо-восточного побережья Черного моря с 2016 по 2021 год // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2024. № 4. С. 39–50. EDN CCIYOS.

Dynamics of Coastal Litter Density on the Beaches of the Northeastern Black Sea Coasts in 2016–2021

V. A. Spirina^{1*}, M. P. Pogojeva^{1,2}

¹ N. N. Zubov State Oceanographic Institute, Moscow, Russia

² Shirshov Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

* e-mail: Viktoriia_spirina@bk.ru

Abstract

The article presents the results of coastal litter monitoring on the beaches of the Black Sea from 2016 to 2021. The study was conducted on five beaches of the northeastern Black Sea coast, including urban and suburban areas. The Marine Strategy Framework Directive (MSFD) methodology of the European Commission was used for the collection and classification of litter items. During 13 monitoring sessions, a total of 2633 litter items (108 types, 8 categories) were identified, with plastic being the predominant component, averaging 71.7 % of the total litter volume. The second predominant category was metal, averaging 8.2 % of the found litter. The litter density varied from 47.66 pcs./100 m to 1163 pcs./100 m. The litter density median was 118.26 pcs./100 m on all studied beaches. The inter-annual variability in the litter amount on the beaches shows a decreasing trend in all monitored areas with pronounced peaks in the summer and winter seasons. The main source of the coastal litter pollution was recreational activities, the impact of which was aggravated by lack of developed waste management infrastructure as well as by the proximity of transport routes. The obtained data highlight the necessity of continued monitoring and implementation of measures to reduce pollution, such as improving waste management systems and reducing plastic production and usage. These data can also contribute to legislative and practical initiatives for the protection of the Black Sea marine ecosystems as developed both by the government and people at large.

Keywords: marine pollution, marine beach litter, Black Sea, microplastics

Acknowledgements: The work was carried out within international projects EMBLAS-I, EMBLAS-II, EMBLAS-Plus funded by the United Nations Development Program (UNDP) and the European Union in support of the implementation of the Convention on the Protection of the Black Sea from Pollution (Bucharest Convention of 1992). For the data obtained, the author expresses gratitude to the observers who conducted monitoring studies from 2016 to 2021 on the beaches of the Black Sea.

For citation: Spirina, V.A. and Pogojeva, M.P., 2024. Dynamics of Coastal Litter Density on the Beaches of the Northeastern Black Sea Coasts in 2016–2021. *Ecological Safety of Coastal and Shelf Zones of Sea*, (4), pp. 39–50.

Введение

Загрязнение пляжей морским мусором – это растущая глобальная проблема, решение которой требует комплексного подхода. Важным шагом в борьбе с загрязнением морей является постоянный мониторинг масштабов и динамики проблемы. На основании анализа собранных данных о составе, количестве и источниках мусора на пляжах разрабатываются эффективные меры по предотвращению загрязнения [1]. Проведение информационно-просветительских кампаний и усовершенствование системы обращения с отходами может помочь сократить масштабы загрязнения, защитить экосистемы и здоровье человека ^{1), 2)}.

Как и любой закрытый водоем, Черное море уязвимо к загрязнению морским мусором. Его накоплению способствуют как наземные, так и морские факторы. К наземным факторам относят мусор, поступающий в моря со стоком рек промышленно развитых стран, неконтролируемые свалки, развивающийся туризм, рекреационную деятельность, деятельность портов в прибрежных городах ¹⁾, к морским – рыболовство и интенсивное судоходство [2, 3]. Вследствие крупномасштабной циркуляции Черного моря мусор распространяется по всему бассейну, и это становится растущей трансграничной проблемой [4].

Основным компонентом мусора является пластик [5–8]. Повсеместное использование пластика обусловлено его практичностью, доступностью и востребованностью во всех сферах жизни. Однако в природе нет фермента, способного разложить этот материал. Пластик не перераспределяется равномерно в окружающей среде и таким образом накапливается в больших количествах и негативно влияет на нее [9]. Влияние морских загрязнений разнообразно. Пластик, который не разлагается, часто приводит к гибели морских организмов, которые могут запутываться в сетях, субстратах пластика или заглатывать его. Микропластик, который образуется при разрушении более крупных пластиковых предметов, попадает в пищевые цепочки, оказывая влияние на весь биологический круговорот [10]. Мусор на пляжах может воздействовать на здоровье человека как напрямую, приводя к травмам, порезам, так и опосредованно при взаимодействии с токсичными отходами ³⁾. Помимо этого, загрязненные пляжи теряют свою привлекательность для туристов, что негативно сказывается на местной экономике ⁴⁾.

Целью работы является анализ качественного и количественного состава собранного мусора для оценки его сезонной изменчивости и сравнения уровней загрязнения северо-восточного побережья Черного моря с другими участками побережья.

¹⁾ Marine Litter in the Black Sea Region: a Review of the Problem. Istanbul : Black Sea Commission Publications, 2007. 160 p.

²⁾ Directive 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council of 17 June 2008. Marine Strategy Framework Directive. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX%3A32008L0056> (date of access: 02.12.2024).

³⁾ Marine litter: An analytical overview. UNEP, 2005. 47 p.

⁴⁾ Marine litter: A global challenge. UNEP, 2009. 232 p.

Материалы и методы

Район исследования

Район исследования расположен в северо-восточной части черноморского побережья (рис. 1). Согласно работе [2], исследуемый район является одним из самых загрязненных участков побережья.

Помимо большой рекреационной нагрузки, этот район подвержен сезонной пространственно-временной изменчивости течений, что является одним из основных определяющих факторов распространения загрязнений на побережьях моря и учитывается при выявлении возможных источников поступления морского мусора [11].

Для проведения мониторинговых работ были выбраны два вида пляжей: городские и пригородные. Пляжи Лоо, Приморский, Сочи – городские, расположены вблизи центрального района г. Сочи в курортных местах. Пляжи Лоо (длина 84 м) и Сочи (104 м) – галечные, Приморский (128 м) – песчаный.

Пляжи Восток и Малый Ахун расположены в пригороде. Инфраструктура рядом не развита, отмечена близость автомобильной и железной дорог. Близ пляжа Восток преобладает лесная растительность. Пляж Восток (длина 87 м) – песчаный, Малый Ахун (104 м) – галечный.

Сбор данных

Мониторинг морского мусора проводился с 2016 по 2021 г. на пяти пляжах. С целью обеспечения сравнимости и качества данных в этом исследовании использовалась методика Рамочной директивы Европейской комиссии

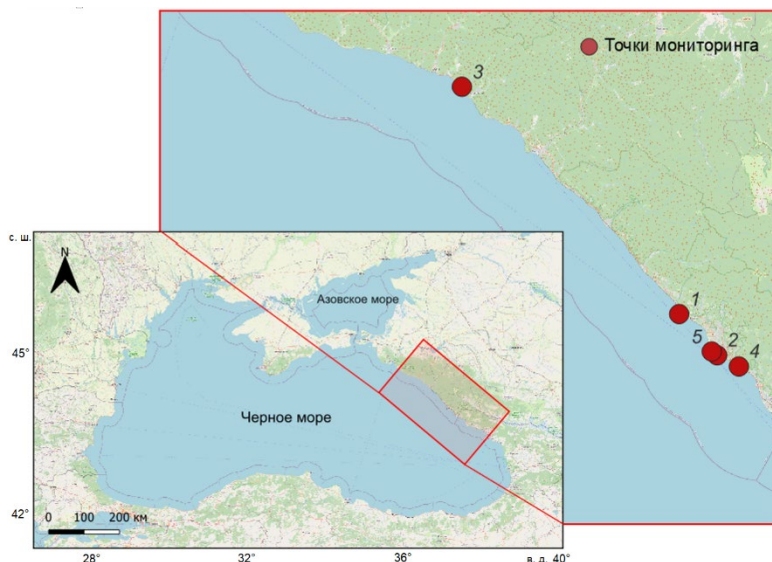


Рис. 1. Район работ. Цифрами обозначены пляжи: 1 – Лоо; 2 – Сочи; 3 – Восток; 4 – Малый Ахун; 5 – Приморский

Fig. 1. Monitoring area. The numbers indicate beaches: 1 – Loo; 2 – Sochi; 3 – Vostok; 4 – Maly Akhun; 5 – Primorsky

по морской стратегии (*Marine Strategy Framework Directive, MSFD*)⁵⁾ для оценки загрязненности морским мусором северо-восточных черноморских берегов. Эта стратегия направлена на защиту и устойчивое использование морских экосистем.

Согласно методике, во время мониторинговых работ собирали мусор размером больше 2.5 см на площадке около 100 м в длину и 5 м в ширину. Далее найденный мусор распределяли по основному списку категорий мусора и присваивали номер кода с буквенным обозначением от G1 до G217 по выбранной методике. Данные фиксировали при помощи мобильного приложения *Marine Litter Watch*, предназначенного для мониторинга морского мусора, по методике MSFD специально обученными наблюдателями.

Всего было определено 108 различных типов мусора, которые были разделены на следующие категории: пластик, одежда/текстиль, стекло/керамика, металл, бумага/картон, обработанная древесина, резина и неопознанные предметы. Далее для каждого пляжа было рассчитано количество мусора из расчета на 100 м для возможности сопоставления полученных данных между собой и выявлена плотность мусорного загрязнения на каждом пляже в разные сезоны.

Результаты

Плотность и состав

С 2016 по 2021 г. было проведено 13 мониторинговых обследований, на которых в общей сложности собрано 2633 частицы мусора. Плотность пляжного мусора варьировала от 47.66 шт. / 100 м до 1163 шт. / 100 м. Преобладающей категорией мусора на всех пляжах и во все сезоны стала категория «пластик», в среднем составляющий 71.7 % от всего найденного мусора (таблица). Вторая преобладающая категория – «металл», доля которого в среднем составил 8.2 % от найденного мусора.

Пляж Мальй Ахун

Наибольшие концентрации мусора отмечены в летний период 2020 г. (245.2 шт. / 100 м) и в зимний период 2021 г. (212.5 шт. / 100 м) (рис. 2).

Летом 2020 г. было найдено 255 частиц мусора. Пластиковых частиц было обнаружено 168 (65.88 %). Наиболее встречающимися типами стали гигиенические средства (G96) – 22 шт., окурки и фильтры (G27) – 19 шт. и пластиковые детали до 50 см (G79) – 17 шт. Остальные категории распределились следующим образом (шт.): 8 – одежда/текстиль (3.14 %), 5 – стекло/керамика (1.96 %), 43 – металл (16.86 %), 22 – бумага/картон (8.63 %), 5 – древесина (1.96 %) и 4 – резина (1.57 %). В категории «металл» 11 частиц приходится на консервные банки (G175) и 10 – на крышки/колпачки от бутылок (G178).

Осенью 2020 г. было идентифицировано 187 частиц мусора. Из них 110 – пластик (58.82 %), 10 – одежда/текстиль (5.35 %), 11 – стекло/керамика (5.88 %), 22 – металл (11.76 %), 17 – бумага/картон (9.09 %), 14 – древесина (7.49 %), 3 – резина (1.6 %). В категории «пластик» также преобладают окурки и фильтры (G27) – 24 шт., в категории «древесина» – обработанная древесина (G161) – 13 шт.

⁵⁾ Marine Strategy Framework Directive. Thresholds for MSFD Criteria: state of play and next steps / P. Vasilakopoulos [et al.]. Luxembourg : Publications Office, 2022. doi:10.2760/640026

Плотность мусора в разные сезоны

Marine litter density in different seasons

Место сбора / Place of collection	Сезон / Season	Плотность мусора, шт. / 100 м / Litter density, pcs. / 100 m	Доля пла- стика, % / Proportion of plastic, %	Преобладающий мусор / Predominant litter	
				Тип / Type	Доля от об- щего коли- чества, % / Proportion of the total amount, %
Малый Ахун / Maly Akhun	лето 2021 г. / Summer 2021	118.27	76.42	Окурки и фильтры / Cigarette ends and filters	17.07
Приморский / Primorsky		47.66	78.69	Окурки и фильтры / Cigarette ends and filters	52.46
Малый Ахун / Maly Akhun	весна 2021 г. / Spring 2021	106.73	71.17	Бутылки ≤ 0.5 л / Bottles ≤ 0.5 L	10.81
Приморский / Primorsky		67.97	85.06	Окурки и фильтры / Cigarette ends and filters	37.93
Малый Ахун / Maly Akhun	зима 2021 г. / Winter 2021	212.5	62.44	Пластиковые детали 2.5–50 см / Plastic parts 2.5–50 cm	10.86
Приморский / Primorsky		78.91	81.19	Окурки и фильтры / Cigarette ends and filters	41.58
Малый Ахун / Maly Akhun	осень 2020 г. / Autumn 2020	179.81	58.82	Окурки и фильтры / Cigarette ends and filters	12.83
Приморский / Primorsky		61.72	56.96	Окурки и фильтры / Cigarette ends and filters	34.18
Малый Ахун / Maly Akhun	лето 2020 г. / Summer 2020	216.35	65.88	Гигиенические средства / Personal hygiene supplies	8.63
Приморский / Primorsky		75	72.92	Окурки и фильтры / Cigarette ends and filters	45.83
Восток / Vostok	лето 2017 г. / Summer 2017	151.72	78.03	Окурки и фильтры / Cigarette ends and filters	28.03
Сочи / Sochi	осень 2017 г. / Autumn 2017	224.04	73.82	Окурки и фильтры / Cigarette ends and filters	51.07
Лоо / Loo	осень 2016 г. / Autumn 2016	1163.09	70.28	Окурки и фильтры / Cigarette ends and filters	20.57

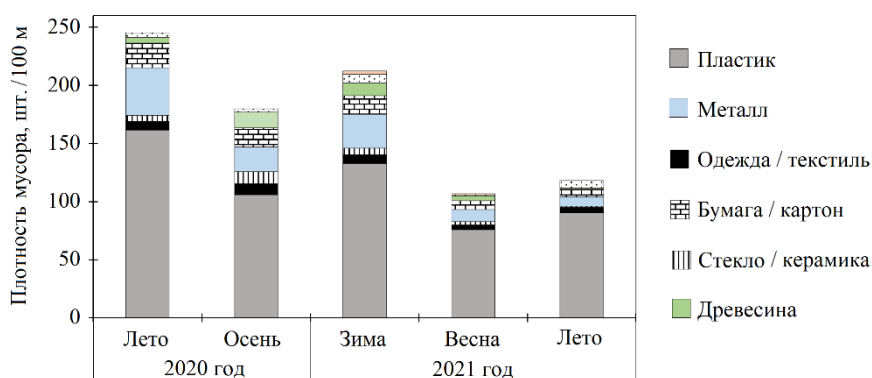


Рис. 2. Распределение мусора по сезонам на пляже Малый Ахун

Fig. 2. Seasonal distribution of marine litter on Maly Akhun Beach

Зимой 2021 г. обнаружена 221 частица мусора. Из них 138 – пластик (62.44 %), 8 – одежда/текстиль (3.62 %), 6 – стекло/керамика (2.71 %), 30 – металл (13.57 %), 17 – бумага/картон (7.69 %), 11 – древесина (4.98 %), 8 – резина (3.62 %), 3 – другое (1.36 %). В категории «пластик» преобладали неидентифицируемые пластиковые частицы размером до 50 см (G79) – 24 шт., бутылки для напитков емкостью 0.5 л (G7) – 19 шт. и кусочки пластика/полистирола размером до 50 см (G76) – 14 шт. В категории «металл» 12 шт. – консервные банки (G175).

Весной 2021 г. всего было найдено 111 частиц мусора. Из них 79 – пластик (71.17 %), 4 – одежда/текстиль (3.60 %), 3 – стекло/керамика (2.70 %), 11 – металл (9.91 %), 8 – бумага/картон (7.21 %), 4 – древесина (3.60 %), 1 – резина (0.9 %), 1 – другое (0.9 %). В категории «пластик» преобладают бутылки для напитков емкостью 0.5 л (G7) – 12 шт.

Летом 2021 г. обнаружили 123 частицы. Из них 94 – пластик (76.4 %), 5 – одежда/текстиль (4.1 %), 1 – стекло/керамика (0.8 %), 8 – металл (6.5 %), 7 – бумага/картон (5.7 %), 1 – древесина (0.8 %), 7 – резина (5.7 %) (рис. 2). В категории «пластик» преобладают окурки и фильтры (G27) – 21 шт. и средства гигиены (G96) – 10 шт.

Приморский пляж

На Приморском пляже наибольшие концентрации мусора также отмечены летом 2020 г. (75 шт. / 100 м) и зимой 2021 г. (78.9 шт. / 100 м) (рис. 3).

Летом 2020 г. было найдено 96 частиц морского мусора. Из них 70 – пластик (72.92 %), 1 – одежда/текстиль (1.04 %), 6 – металл (6.25 %), 14 – бумага/картон (14.58 %), 3 – древесина (3.13 %), 2 – другое (2.08 %). В категории «пластик» преобладают окурки и фильтры (G27) – 44 шт. Категорию бумага/картон полностью составляют фрагменты бумаги (G156).

Осенью 2020 г. найдено 79 частиц. Из них 45 – пластик (56.96 %), 2 – одежда/текстиль (2.53 %), 7 – металл (8.86 %), 23 – бумага/картон (29.11 %),

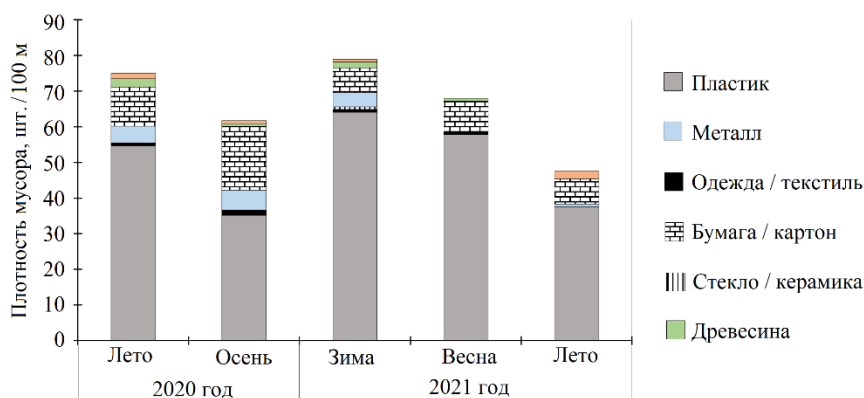


Рис. 3. Распределение мусора по сезонам на пляже Приморский

Fig. 3. Seasonal distribution of marine litter on Primorsky Beach

1 – древесина (1.27 %), 1 – другое (1.27 %). В категории «пластик» преобладают окурки и фильтры (G27) – 27 шт. В категории «бумага/картон» 22 шт. составляют фрагменты бумаги (G156).

Зимой 2021 г. обнаружена 101 частица мусора. Из них 82 – пластик (81.19 %), 1 – одежда/текстиль (0.99 %), 1 – стекло/керамика (0.99 %), 5 – металл (4.95 %), 9 – бумага/картон (8.91 %), 2 – древесина (1.98 %), 1 – другое (0.99 %). Окурки и фильтры в категории «пластик» (G27) – 42 шт.

Весной 2021 г. было обнаружено 87 частиц, из них 74 – пластик (85.06 %), 1 – одежда/текстиль (1.15 %), 11 – бумага/картон (12.64 %), 1 – древесина (1.15 %). Окурки и фильтры в категории «пластик» (G27) – 33 шт.

Осенью 2021 года было идентифицировано 61 частиц. Из них 48 – пластик (78.69 %), 1 – металл (1.64 %), 9 – бумага/картон (14.75 %), 3 – другое (4.92 %). Окурки и фильтры в категории «пластик» (G27) – 32 шт.

Пляж Лоо

Всего на пляже было обнаружено 979 частиц мусора (рис. 4), из которых 688 – пластик (70.28 %), 13 – одежда/текстиль (1.33 %), 56 – стекло/керамика (5.72 %), 144 – металл (14.71 %), 58 – бумага/картон (5.92 %), 15 – древесина (1.53 %), 3 – резина (0.31 %) и 2 – другое (0.2 %). Преобладающим типом в категории «пластик» стали окурки и фильтры (G27) – 29.2 % от всего найденного пластика и 20.5 % от всего идентифицированного мусора. Бутылки, включая фрагменты, составили (G45) 80.3 % от всего собранного мусора в категории «стекло/керамика». В категории «металл» преобладающими стали бутылочные крышки и ключи-кольца от жестяных банок (G178), 34 %, и другие металлические предметы размером менее 50 см (G198), 22.2 %. Преобладающего типа в других категориях мусора выявлено не было.

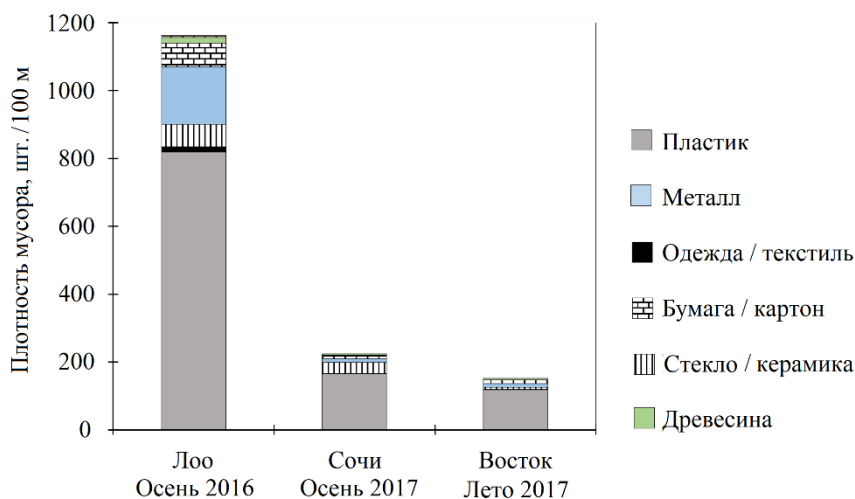


Рис. 4. Плотность мусора на пляжах Лoo, Сочи, Восток

Fig. 4. The density of marine litter on the beaches of Loo, Sochi, Vostok

Пляж Сочи

На пляже было обнаружено 233 частицы мусора (рис. 4). Распределение по материалам следующее: 172 – пластик (73.82 %), 1 – одежда/текстиль (0.43 %), 34 – стекло/керамика (14.59 %), 11 – металл (4.72 %), 11 – бумага/картон (4.72 %), 4 – древесина (1.72 %). Преобладающим типом в категории «пластик» также являются окурки и фильтры (G27), 69.2 % от всего собранного пластика и 51 % от всего найденного мусора. Категорию «стекло/керамика» составил один вид мусора – бутылки, включая осколки и фрагменты (14.6 % от всего мусора).

Пляж Восток

На пляже Восток было обнаружено 132 частицы мусора (рис. 4): 103 – пластик (78.03 %), 1 – одежда/текстиль (0.76 %), 5 – стекло/керамика (3.79 %), 10 – металл (7.58 %), 9 – бумага/картон (6.82 %), 4 – древесина (3.03 %). Как и на остальных пляжах, преобладают окурки и фильтры (G27), доля которых составляет 35.9 % от мусора данной категории и 28 % от всего мусора.

Обсуждение

По итогам работ, среди учтенного в процессе мониторинга пляжного мусора основным компонентом был пластик. Его доля колебалась от 56.96 до 85.06 % от общего количества мусора в мониторинговых обследованиях, среднее содержание – 71.7 %. Сходные результаты также отмечены в работах [5–8], где доля пластика составила 71.58, 80.6, 84.3 и 61.65 % соответственно.

На городском пляже Приморский преобладал, помимо окурков и фильтров, бумажный мусор, что может свидетельствовать о значительной роли отдыхающих в появлении мусора на пляже (близость точек питания, в том числе еды на

вынос, рекламных флаеров). На пригородном пляже Малый Ахун преобладают следующие типы мусора: окурки и фильтры, бутылки для напитков, пластиковые фрагменты от 2.5 до 50 см, гигиенические средства. Вследствие отсутствия инфраструктуры и мусорных баков поблизости повышается количество и разнообразие мусора на загородных пляжах. Помимо рекреационной деятельности, на пляж Малый Ахун влияние также оказывает близость автомобильной трассы, ж/д путей и протекающей рядом реки, что повышает общую плотность мусора.

За все время наблюдений на городском пляже Приморский всего было найдено 424 частицы мусора, на пригородном пляже Малый Ахун в два раза больше – 867 частиц. Причиной таких различий могут быть регулярные уборки на городских пляжах и оборудованные места утилизации мусора, что уменьшает его количество на самом пляже. Различий в составе и количестве мусора в зависимости от типа пляжа (песчаный, галечный) в данном исследовании выявлено не было.

При сравнении результатов односезонных наблюдений на пляжах Лоо, Сочи и Восток в Лоо выявлено наибольшее количество мусора, среди которого пластик составляет 70.28 %. Пляж находится в отдалении от центра города, рядом расположена железнодорожная станция Горный воздух, а сам берег находится на участке небольшого выступа в море. Вероятно, вследствие такого расположения мусоронакопление связано не только с рекреационным воздействием, но и с выбросом морского мусора на берега.

В межгодовой изменчивости плотности мусора на исследуемых пляжах Черного моря отмечается тенденция к уменьшению количества найденного мусора во всех обследуемых районах с явными пиками в летние и зимние сезоны. Увеличение количества мусора в зимний период может быть связано с большим числом штормовых дней и приносом мусора непосредственно морем, а в летний – с увеличивающимся числом туристов. Это подтверждается также качественным составом мусора по сезонам: летом преобладают пластиковые пакеты, окурки, средства гигиены, бумажные фрагменты, а зимой – пластиковые бутылки и пластиковые фрагменты/детали всех размерностей.

Медиана плотности мусора на всех исследуемых пляжах была равной 118.26 шт. / 100 м. По данным работы ⁶⁾, Черное море является самым загрязненным из четырех исследуемых в работе регионов (медиана 475 шт. / 100 м), за ним следует Средиземное море (медиана 310 шт. / 100 м). Менее загрязненные пляжи находятся в Балтийском море (медиана 71 шт. / 100 м) и северо-восточной части Атлантического океана (среднее значение 133 шт. / 100 м).

Различия в значениях медиан данного исследования и исследования ⁶⁾ по Черному морю могут быть связаны с тем, что мониторинговые работы проводились в разных районах и в разные сезоны. Однако превышение порогового значения для морского мусора на береговой линии (20 шт. / 100 м) ⁷⁾ в каждый

⁶⁾ Šubelj G., Veiga, J. M. Marine Litter Watch – Europe's Beach Litter Assessment. European Topic Centre on Biodiversity and Ecosystems, 2024. 25 p. (ETC BE Report 2024/1). <https://doi.org/10.5281/zenodo.12633722>

⁷⁾ A European Threshold Value and Assessment Method for Macro Litter on Coastlines : guidance developed within the Common Implementation strategy for the Marine Strategy Framework Directive MSFD Technical Group on Marine Litter / W. Van Loon [et al.]. Publications Office, 2020. 26 p. <https://doi.org/10.2760/54369>

исследуемый сезон и каждом мониторинговом обследовании действительно свидетельствует о высоком уровне загрязнения морским мусором исследуемых пляжей.

Заключение

Проведенный количественный и качественный анализ морского мусора на северо-восточной части черноморского побережья позволил сопоставить этот участок с другими исследуемыми регионами.

Самыми загрязненными стали пляжи Малый Ахун в 2020 г., Сочи в 2017 г. и Лоо в 2016 г., с плотностью мусора 216.35, 224.04 и 1163.09 шт. / 100 м соответственно. Преобладающей категорией мусора во все годы и в каждом мониторинговом обследовании стал пластик, доля которого составила 71.7 % от общего количества идентифицируемого мусора. Сделан вывод, что исследуемый участок является одной из самых загрязненных точек на побережье Мирового океана.

Продолжение мониторинговых обследований необходимо для изучения общего состояния пляжей, источников поступления, путей перемещения и оценки степени воздействия пляжного мусора, в частности пластикового, на живые организмы и существующую экосистему в целом. Полученные данные позволят органам власти и другим заинтересованным сторонам принять меры, способствующие уменьшению производства изделий из пластика и улучшению системы обращения с отходами как на суше, так и в море. Регулярные мониторинговые исследования заданных репрезентативных пляжей помогут оценить динамику накопления морского мусора в этом районе, а также понять эффективность принимаемых мер по борьбе с загрязнением Черного моря.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Galgani F., Hanke G., Maes T.* Global distribution, composition and abundance of marine litter // *Marine Anthropogenic Litter*. Cham : Springer, 2015. P. 29–56. https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3_2
2. *Aytan U., Sahin F. B. E., Karacan F.* Beach litter on Sarayköy Beach (SE Black Sea): density, composition, possible sources and associated organisms // *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 2020. Vol. 20, iss. 2. P. 137–145. EDN FNBMQO. https://doi.org/10.4194/1303-2712-v20_2_06
3. *Grelaud M., Ziveri P.* The generation of marine litter in Mediterranean island beaches as an effect of tourism and its mitigation // *Scientific Reports*. 2020. Vol. 10. 20326. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-77225-5>
4. The Danube so colourful: a potpourri of plastic litter outnumbers fish larvae in Europe's second largest river / A. Lechner [et al.] // *Environmental Pollution*. 2014. Vol. 188. P. 177–181. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2014.02.006>
5. *Terzi Y., Seyhan K.* Seasonal changes in the marine litter in the Eastern Black Sea Region of Turkey // *Scientific Annals of the Danube Delta Institute*. 2014. Vol. 20. P. 77–82. <https://doi.org/10.7427/DDI.20.12>
6. Composition and spatial distribution of marine litter along the Romanian Black Sea coast / A. Paiu [et al.] // *Cercetări Marine*. 2017. Iss. 47. P. 232–239. URL: <https://www.rmri.ro/Home/Downloads/Publications.RecherchesMarines/2017/paper09.pdf> (date of access: 23 November 2024).

7. *Simeonova A., Chuturkova R., Yaneva V.* Seasonal dynamics of marine litter along the Bulgarian Black Sea coast // *Marine Pollution Bulletin*. 2017. Iss. 119. P. 110–118. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.03.035>
8. *Terzi Y., Seyhan K.* Seasonal and spatial variations of marine litter on the south-eastern Black Sea coast // *Marine Pollution Bulletin*. 2017. Vol. 120, iss. 1–2. P. 154–158. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.04.041>
9. *Ясакова О. Н., Макаревич П. П.* Современное состояние фитопланктона северо-восточной части Черного моря. Ростов-на-Дону : Издательство ЮНЦ РАН, 2023. 232 с. EDN ECWIRG.
10. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments / D. K. A. Barnes [et al.] // *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2009. Vol. 364, iss. 1526. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0205>
11. Marine litter pollution in Baltic Sea beaches – application of the sand rake method / M. Haseler [et al.] // *Frontiers in Environmental Science*. 2020. Vol. 8. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2020.599978>

Поступила 31.07.2024 г.; одобрена после рецензирования 29.08.2024 г.; принята к публикации 18.09.2024 г.; опубликована 20.12.2024 г.

Об авторах:

Спирина Виктория Андреевна, младший научный сотрудник, Государственный океанографический институт имени Н. Н. Зубова (Россия, 119034, г. Москва, Кропоткинский пер., д. 6, стр. 1), **ORCID ID: 0009-0006-9786-7904**, **ResearcherID: JWP-7223-2024**, *Viktoriiia_spirina@bk.ru*

Погожева Мария Петровна, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией экологического мониторинга морской среды, Государственный океанографический институт имени Н. Н. Зубова (Россия, 119034, г. Москва, Кропоткинский пер., д. 6, стр. 1), **SPIN-код: 9289-7848**, **ORCID ID: 0000-0002-4763-2422**, **ResearcherID: AAK-7811-2020**, *Pogojeva_maria@mail.ru*

Заявленный вклад авторов:

Спирина Виктория Андреевна – обработка данных, подготовка текста статьи и графических материалов

Погожева Мария Петровна – постановка цели и задач, редактирование текста

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.