

ПЛАВАЮЩИЙ МОРСКОЙ МУСОР В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ АТЛАНТИКЕ ОСЕНЬЮ 2022 г.

О. П. Нецветова

*Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН,
Россия, 117997, Москва, Нахимовский проспект, д. 36,
e-mail: netsvetaeva.op@ocean.ru*

Проведены попутные судовые наблюдения за плавающим морским мусором в северо-восточной области Атлантического океана в течение 45-го рейса НИС «Профессор Логачёв». Маршрут судна охватил акватории Балтийского и Северного морей, пролива Ла-Манш, северо-восточной области Атлантического океана. На обследованных акваториях выявлено незначительное количество плавающего морского мусора. Всего отмечено 37 предметов размерами 5–40 см, которые встречались в единичных количествах, мусорные скопления отсутствовали. Пластик составил 89 % от всего количества зафиксированного мусора. В основном это различные куски пластика размерами 2.5–50 см, пакеты, включая обрывки пакетов, и другие предметы из пластика. Распределение плавающего морского мусора было неравномерным по маршруту движения судна. Так, в Балтийском и Северном морях плавающий морской мусор отсутствовал; в пр. Ла-Манш его концентрация составила 1.52 предметов/км²; в целом на акватории северо-восточной Атлантики – 1.08 предметов/км²; у берегов Португалии и к западу от Канарских островов – 1.41 и 6.43 предметов/км² соответственно. Таким образом, показано, что для открытой части Атлантического океана в Северном полушарии, вдали от берегов и за пределами субтропического круговорота, не характерно загрязнение плавающим морским мусором. Значительное повышение концентрации отмечалось только во внешней области зоны аккумуляции, обусловленной североатлантическим круговоротом. Кроме того, отмечена важность принятия и соблюдения правил международных и региональных конвенций в области обращения с отходами.

Ключевые слова: морской мусор, пластик, Атлантический океан, загрязнение океана

Введение

Загрязнение океана морским мусором, особенно пластиком, в настоящее время является серьёзной проблемой. И хотя масштабы негативного воздействия на морские экосистемы и здоровье человека ещё до конца не ясны, основные его последствия заключаются в следующем (Gregory, 2009): запутывание морских обитателей, например, в «сетях-призраках», что приводит к травмам и гибели; проглатывание живыми существами предметов мусора, что влечёт за собой их смерть от голода или воспаления желудочно-кишечного тракта; перенос инвазивных видов на значительные расстояния; снижение рекреационной привлекательности пляжей, приводящее к экономическим потерям. Кроме того, при разрушении

пластика в окружающую среду могут выделяться токсичные химические вещества (Teuten et al., 2009) и парниковые газы, способствующие климатическим изменениям (Royer et al., 2018).

С начала массового производства пластмасс в 1950 г. их мировое производство возросло в 200 раз к 2013 г. с 1.5 млн т до 299 млн т (Li et al., 2016). После некоторой стагнации в 2020 г., обусловленной пандемией COVID-19, объёмы производства снова начали расти и достигли 390.7 млн т в 2021 г. (Plastics – the Facts 2022). Хотя пластик составляет только $\approx 10\%$ (по массе) от всех твёрдых отходов, в океане и на береговых линиях более 80 % аккумулируемого мусора приходится именно на пластик (Barnes et al., 2009). Согласно оценке (Eriksen et al., 2014), в Мировом океане присутствует по меньшей мере 5 трлн плавающих на поверхности моря пластиковых частиц разного размера общим весом более 268 тыс. т. И эти цифры растут, так как ежегодно в океан попадает около 8 млн т пластика (Jambeck et al., 2015).

По размеру частиц морской мусор разделяют на: микро- (<5 мм), мезо- (5–25 мм) и макромусор (>25 мм) (Guidance..., 2013).

Источники морского мусора можно разделить на две большие группы: наземные (ответственны за 80 % пластикового мусора в океане) и морские (20 %) (Li et al., 2016). Дальнейшее перераспределение и накопление морского мусора в Мировом океане тесно связано с глобальной циркуляцией вод. В результате мусор скапливается в центрах пяти субтропических антициклонических круговоротов (Maximenko et al., 2012), образуя так называемые «мусорные пятна». Кроме того, мусор аккумулируется на побережьях, в том числе на удалённых островах (Pieper et al., 2015; Rios et al., 2018) и даже в незаселённой Арктике (Vesman et al., 2020; Netsvetaeva, 2022).

В северной части Атлантического океана плавающий морской мусор, в основном, скапливается в пределах субтропического антициклонического круговорота (Саргассово море), размерами 2120×814 км и центром в координатах 29° N, 54° W (Maximenko et al., 2012).

Цель настоящей работы заключается в исследовании плавающего морского макромусора в северо-восточной области Атлантического океана за пределами зон аккумуляции мусора.

Материалы и методы

Наблюдения за плавающим морским мусором проводились осенью 2022 г. по ходу движения НИС «Профессор Логачёв» из порта г. Санкт-Петербург в Российский разведочный район глубоководных полиметаллических сульфидов (PPP-ГПС) на Срединно-Атлантическом хребте и обратно. Маршрут судна охватил акватории Балтийского и Северного морей, пр. Ла-Манш, северо-восточной области Атлантического океана.

Каждая встреча предметов морского макромусора фиксировалась в бумажном протоколе с указанием даты, времени (UTC), координат, удалённости от борта судна,

вида мусора по кодировке MSFD (Guidance..., 2013), его размера и описания. Также фиксировались погодные условия. Таким образом, в дальнейшем, при упоминании предметов морского мусора речь будет идти именно о макромулоре.

Наблюдения проводились ежедневно в светлое время суток одним наблюдателем с высоты 7.5 м при помощи бинокля Nikon Prostaff 3 8×42. Время наблюдений ограничивалось одним часом в сутки. Подобный подход применялся в работе (Pogojeva et al., 2021). Таким образом, за время рейса наблюдения велись в течение 79 часов на трансектах шириной 30 м (по 15 м с каждого борта судна) общей протяженностью 1216 км, охватив при этом площадь 36,5 км² (рисунок 1). Учитывая тот факт, что скорость судна не была постоянной (от дрейфа до 12 узлов), протяженность трансект изменялась от 1 до 33 км.

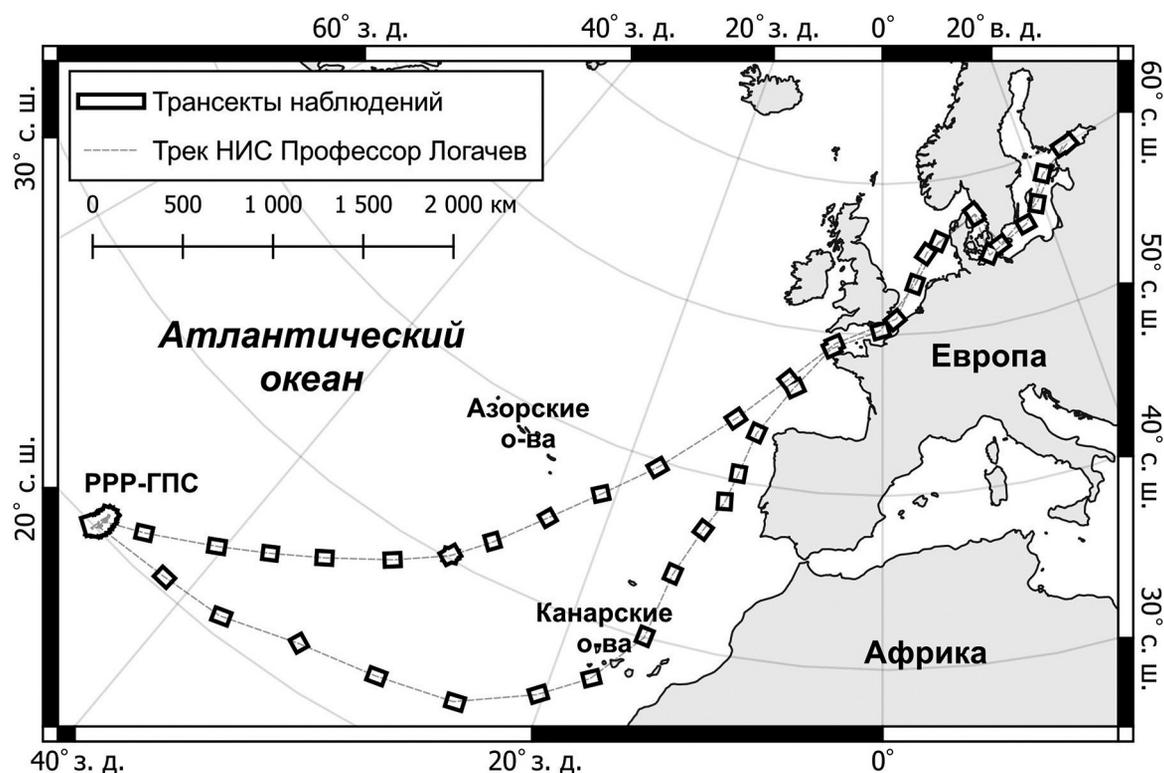


Рис. 1 – Трансекты наблюдения за плавающим морским мусором с борта НИС «Профессор Логачёв» осенью 2022 г.

Условия для наблюдений, в целом, были благоприятными в течение всего рейса. Дальность видимости преимущественно оценивалась в 9 баллов согласно международной шкале видимости, что соответствует интервалу видимости свыше 50 км. В редких случаях она опускалась до 5 баллов (2–4 км). В ситуациях существенного снижения видимости наблюдения переносились до улучшения погодных условий. Состояние поверхности моря в среднем составляло 3 балла, варьируя в диапазоне от 1 до 6. Скорость ветра изменялась от маловетрия до редких значений в 13 м/с.

Результаты

Видовой состав плавающего морского мусора

Проведённое исследование, в целом, демонстрирует незначительное количество плавающего морского мусора на обследованных акваториях. Всего отмечено 37 предметов, которые встречались в единичных количествах, а мусорные скопления отсутствовали. Размеры предметов в основном составляли 5–40 см.

За время наблюдений отмечены предметы из пластика, металла и стекла (рисунок 2а). Причём пластик существенно превалировал над другими категориями мусора, составляя 89 %, что ожидаемо – пластик в основном обладает положительной плавучестью. Дважды отмечены обрывки пакета или плёнки с заметными признаками обрастания, что указывает на длительное пребывание этих предметов в морской среде и приближающееся их затопление. Данные предметы были обнаружены на небольшом расстоянии от борта судна (5 и 10 м), и обрастание было заметно невооружённым взглядом, а также при рассмотрении в бинокль.

Внутри категории «пластик» чаще всего встречались «куски пластика» 2.5–50 см (G79), «пакеты» (G2) и «другие предметы из пластика» (G124), что показано на рисунке 2б.

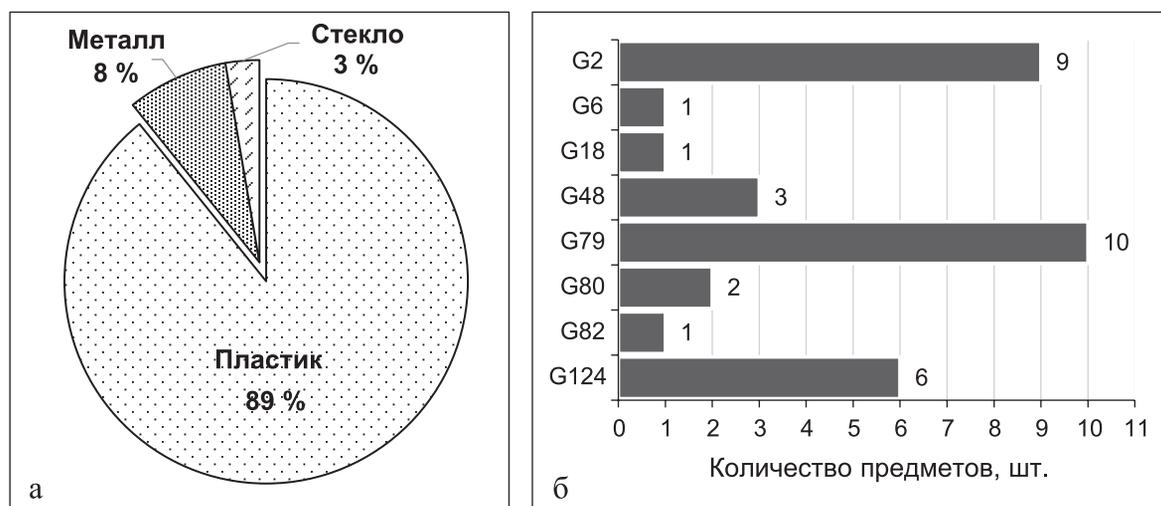


Рис. 2 – Распределение количества плавающего морского мусора: а) по категориям, б) внутри категории «пластик»

В качестве металлических отходов (8 %) зафиксированы канистра из-под машинного масла, пивная банка и строительный аэрозольный баллон.

Предмет из стекла был отмечен лишь единожды (3 %), причём не при судовых наблюдениях, а выловлен при поездке на катере – бутылка 1.75 л с металлической крышкой.

Отдельно стоит отметить два мусорных пакета, зафиксированные в пр. Ла-Манш. Судя по внешнему виду, они были не пустыми, а с неизвестным содержимым, которое при разрушении пакетов окажется на поверхности моря.

В таблице 1 приведены подробные результаты наблюдений с расшифровкой по порядковым номерам, указанным на рисунке 2.

Таблица 1 – Результаты визуальных наблюдений за плавающим морским мусором с борта НИС «Профессор Логачёв» осенью 2022 г.

№ на карте-схеме	Размер мусора, см (±10 см)	Расстояние от борта, м	Вид мусора (код MSFD)	Описание мусора
1	40	50*	G2	Сильное волнение, трудноразличимый предмет, похожий на белый пакет
2	40	15	G82	Кусок пенопласта
3	40	10	G197	Металлическая канистра из-под машинного масла
4	50	15	G124	Мусорный пакет, возможно, с содержимым
5	40	15	G79	Сильное волнение, трудноразличимый предмет, похожий на кусок пластика с отверстиями
6	10	10	G79	Маленький кусочек белого пластика
7	60	15	G48	Запутанные швартовочные канаты зелёного цвета
8	10	10	G79	Обломок пластикового ящика
9	50	1	G18	Чёрный пластмассовый ящик
10	30	15	G2	Прозрачный пакет
11	60	15	G124	Кранец от яхты белый
12	100	50*	G80	Неидентифицированный предмет, вероятно, из пластика в форме кольца
13	30	–*	G200	Бутылка стеклянная с металлической крышкой 1.75 л (выловили при поездке на катере)
14	60	15	G48	Запутанные швартовочные канаты зелёного цвета
15	5	10	G2	Обрывок пакета или белой плёнки
16	30	5	G79	Кусок белого пластика или пенопласта
17	30	15	G2	Прозрачный пакет
18	30	10	G2	Прозрачный пакет
19	5	5	G79	Пластик голубой в виде кольца, похож на крышку
20	30	10	G2	Прозрачный пакет
21	200	15	G80	Неидентифицированный предмет из белого пластика
22	30	15	G2	Прозрачный пакет
23	20	15	G79	Кусок пластика
24	20	5	G124	Упаковка тетрапак из-под молока
25	20	1	G175	Пивная банка
26	30	5	G2	Обрывок пластикового пакета (или пленки) прозрачный, с обрастанием
27	10	2	G79	Кусок пластика
28	20	10	G174	Аэрозольный баллон строительный
29	5	5	G79	Кусок пластика

Продолжение таблицы 1

№ на карте-схеме	Размер мусора, см (±10 см)	Расстояние от борта, м	Вид мусора (код MSFD)	Описание мусора
30	60	15	G124	Кранец от яхты оранжевый
31	100	10	G2	Обрывок пластикового пакета (или пленки) прозрачный, с обрастанием
32	5	10	G79	Кусок пластика
33	40	2	G124	Пластиковый хомут синий
34	20	10	G79	Кусок пластика
35	30	2	G48	Оранжевая верёвка
36	30	5	G6	Бутылка PET 1.5 л
37	80	30*	G124	Пакет синий, похож на мусорный, возможно, с содержимым

* Расстояние от борта судна превышало ширину выделенных трансект, при расчете концентраций предметы не учитывались.

Пространственное распределение плавающего морского мусора

Распределение плавающего морского мусора было неравномерным по маршруту движения судна, что хорошо видно на рисунке 3.

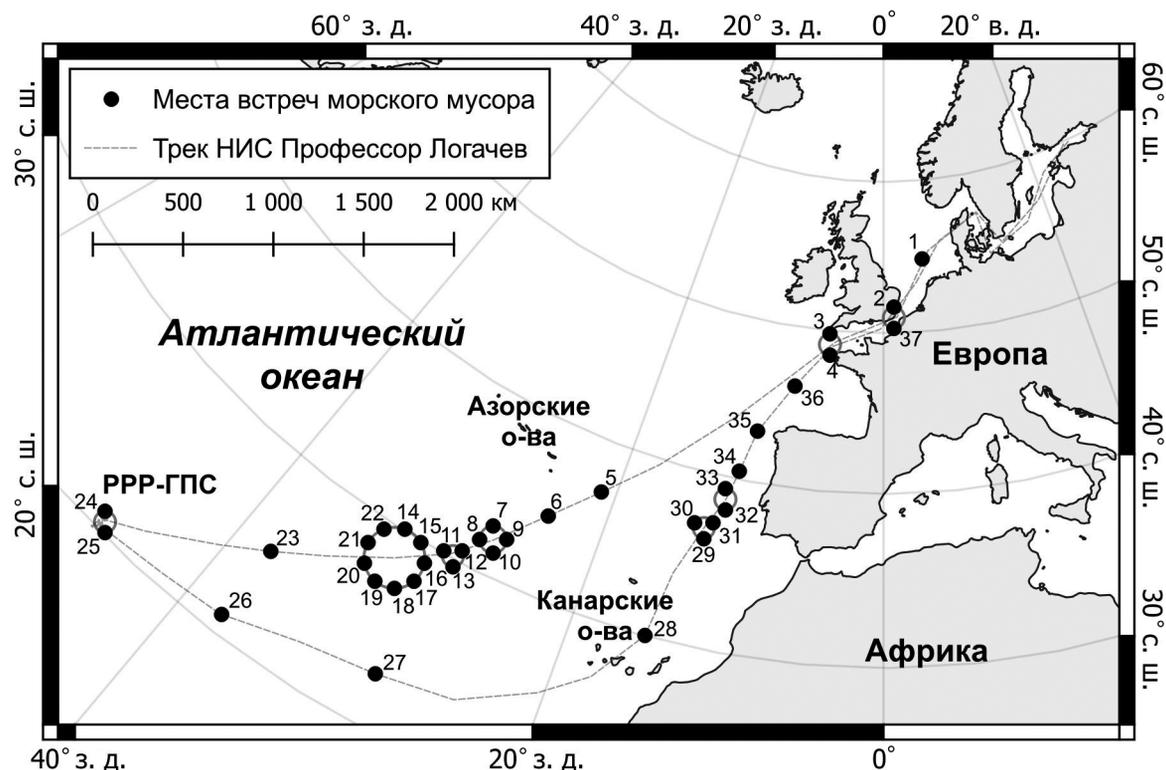


Рис. 3 – Места встреч плавающего морского мусора при визуальных наблюдениях с борта НИС «Профессор Логачёв» осенью 2022 г. (цифры – порядковые номера)

Так, в Балтийском море по маршруту движения судна не зафиксировано ни одного предмета. В Северном море – один предмет. В пр. Ла-Манш – два предмета и на его юго-западной границе – также два предмета.

Непосредственно в Атлантическом океане плавающий морской мусор встречался также редко. Однако можно выделить два участка с относительно повышенным количеством предметов морского мусора. Так, у берегов Португалии на обратном пути встречено семь пластиковых предметов. А наибольшее количество предметов (16 шт.) зафиксировано в открытой части океана к западу от Канарских островов.

В самом районе РРР-ГПС за месяц наблюдений отмечено всего два предмета, причём наиболее вероятным источником этого мусора представляется несанкционированный сброс с НИС «Профессор Логачёв».

Обсуждение

В мировой практике для мониторинга плавающего морского мусора в настоящее время применяются различные методики с отличающимися подходами и протоколами, что затрудняет сравнение получаемых результатов из различных регионов Мирового океана, а также между разными исследователями на одних и тех же акваториях. Однако, сравнение их необходимо не только с точки зрения оценки загрязнённости морским мусором различных акваторий, но и с целью поиска и утверждения оптимальной и унифицированной методики.

В таблице 2 приведены средние концентрации плавающего морского мусора в северо-восточной Атлантике по данным настоящего исследования и по данным из литературных источников, а также концентрация в самом крупном на сегодняшний день северотихоокеанском «мусорном пятне», которое сформировалось вследствие специфических океанологических условий и продолжает аккумулировать всё большее количество пластика (Lebreton et al., 2018).

Таблица 2 – Концентрации плавающего морского мусора в различных районах северной Атлантики и в северотихоокеанском круговороте

Район	Средняя концентрация, предметов/км ²	Источник данных
Балтийское море	0	Данная работа
Балтийское море (северная область)	0.20	(Rothäusler et al., 2019)
Северное море	0	Данная работа
Северное море	2	(Herr, 2009)
Северное море (северо-восточная область)	19	(Tekman et al., 2022)
Северное море (юго-восточная область)	30.60	(Gutow et al., 2018)
пр. Ла-Манш	1.52	Данная работа
пр. Ла-Манш	10–100+	(Barnes & Milner, 2005)
Атлантический океан (обследованная северо-восточная область в целом)	1.08	Данная работа

Продолжение таблицы 2

Район	Средняя концентрация, предметов/км ²	Источник данных
Атлантический океан (северо-восточная область 25–35° N)	6.43	Данная работа
Атлантический океан (20–30° N)	2–10	(Barnes & Milner, 2005)
Атлантический океан (вдоль Португалии)	1.41	Данная работа
Атлантический океан (вдоль Португалии)	2.98	(Sá et al., 2016)
Северотихоокеанский круговорот	334271	(Moore et al., 2001)

По результатам настоящего исследования в Балтийском море плавающего морского мусора не зафиксировано. В работе (Rothäusler et al., 2019) также отмечена чистота открытой части моря в отличие от прибрежных вод, особенно вблизи крупных портов.

Северное море, по нашим данным, также свободно от плавающего мусора (один из отмеченных предметов не учитывался в расчете концентрации, так как был зафиксирован далеко за пределами полосы учёта). И по данным (Herr, 2009) его концентрация в Северном море незначительна (2 предмета/км²), но в ряде работ отмечаются более высокие значения. Так (Tekman et al., 2022) отмечают 19 предметов/км², однако здесь следует учесть, что исследованная ими область простирается с северо-запада на юго-восток вдоль побережья Норвегии и далее пересекает морской транспортный путь. В работе (Gutow et al., 2018) указывается на ещё большую концентрацию – 30.60 предметов/км², которая обуславливается выносом мусора крупными реками в юго-восточную часть моря.

В пр. Ла-Манш концентрация плавающего морского мусора составила 1.52 предметов/км², что существенно ниже, чем в работе (Barnes & Milner, 2005), где отмечено варьирование от 10 до 100+ предметов/км². Данное исследование было проведено в 2002 г. и, вероятно, такому значительному снижению загрязнения способствовали следующие меры: усиление контроля за обращением с отходами на судах, совершенствование систем обращения с отходами на суше, а также увеличение общей экологической сознательности населения.

Для вышеописанных акваторий характерно активное судоходство и, кроме того, их берега густонаселены. Однако данные акватории относятся к особым районам согласно Приложению V «Правила предотвращения загрязнения мусором с судов» к Международной конвенции по предотвращению загрязнения с судов 1973 г., изменённой Протоколом 1978 г. (МАРПОЛ 73/78). В таких районах категорически запрещён сброс в море любых видов отходов, даже пищевых. Контроль за соблюдением данного правила облегчается близостью берегов, в отличие от открытых частей океана. Кроме того, в Балтийском море действует Конвенция по защите морской среды района Балтийского моря, принятая в 1992 г. (HELCOM, 2008), с рекомендациями по морскому мусору (Recommendation 29/2, 2009, 2015). Таким образом, принятие и соблюдение правил настоящих конвенций обеспечивает чистоту от плавающего морского мусора рассматриваемых акваторий.

В целом, для обследованной северо-восточной области Атлантического океана получена концентрация плавающего морского мусора 1.08 предметов/км², но, как уже отмечалось ранее, выделено два участка с повышенными концентрациями. Первый – у берегов Португалии (1.41 предметов/км²), что сопоставимо с данными, полученными ранее (Sá et al., 2016), имеет с ними схожий порядок полученных значений, но, тем не менее, ниже в два раза. Такое различие объясняется характером проводимых исследований по учёту мусора. В работе (Sá et al., 2016) площадь акватории обследовалась более детально и более продолжительное время, тогда как наши наблюдения были попутными.

Второй участок – в Атлантическом океане к западу от Канарских островов (25–35° N), где отмечается наивысшая концентрация плавающего морского мусора за всё время наблюдений (6.43 предметов/км²), что укладывается в диапазон, отмеченный ранее (Barnes & Milner, 2005). Данный участок находится во внешней области зоны аккумуляции (Maximenko et al., 2012), поэтому концентрации мусора здесь возрастают по сравнению с акваториями вне этой зоны, но всё же не достигают крайне высоких значений, характерных для внутренних областей таких зон. Например, в северо-тихоокеанском круговороте зафиксированы концентрации 334 271 предметов/км² (Moore et al., 2001).

Заключение

Проведённые осенью 2022 г. попутные судовые наблюдения на борту НИС «Профессор Логачёв» продемонстрировали незначительное количество плавающего морского мусора на обследованных акваториях, всего 37 предметов. Как и ожидалось, пластик составил большинство от всего зафиксированного мусора – 89 %, ввиду своей положительной плавучести.

Таким образом, можно сделать вывод, что для открытой части Атлантического океана в Северном полушарии, вдали от зон аккумуляции морского мусора (побережья и центр субтропического круговорота), а также вдали от источников такого рода загрязнений, например, речных плюмов (Zavialov et al., 2020), существенное загрязнение морским мусором не характерно.

Также стоит отметить, что принятие и соблюдение международных и региональных конвенций в области обращения с мусором на судах, а также совершенствование систем обращения с отходами на суше позволяют сокращать загрязнение морским мусором акваторий морей и океанов.

Благодарности. Автор благодарит заместителя начальника 45-го рейса НИС «Профессор Логачёв» Крюкова Д. А. и директора Северо-Западного отделения ИО РАН Котову Е. И. за возможность участия в экспедиции и всестороннюю помощь.

Список литературы

1. *Barnes D. K. A., Galgani F., Thompson R. C., Barlaz M.* Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments // *Phil. Trans. R. Soc. B.* 2009. Vol. 364. P. 1985–1998. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2008.0205>.
2. *Barnes D. K. A., Milner P.* Drifting plastic and its consequences for sessile organism dispersal in the Atlantic Ocean // *Marine Biology.* 2005. Vol. 146. P. 815–825. <https://doi.org/10.1007/s00227-004-1474-8>.
3. *Eriksen M., Lebreton L. C. M., Carson H. S., Thiel M., Moore C. J., Borerro J. C., Galgani F., Ryan P. G., Reisser J.* Plastic Pollution in the World's Oceans: More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250,000 Tons Afloat at Sea // *PLoS ONE.* 2014. Vol. 9. No. 12. e111913. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111913>.
4. *Gregory M. R.* Environmental implications of plastic debris in marine settings entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions // *Phil. Trans. R. Soc. B.* 2009. Vol. 364. P. 2013–2026. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2008.0265>.
5. *Gutow L., Ricker M., Holstein L. M., Dannheim J., Stanev E. V., Wolff J-O.* Distribution and trajectories of floating and benthic marine macrolitter in the south-eastern North Sea // *Mar. Pollut. Bull.* 2018. Vol. 131. P. 763–772. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.05.003>.
6. *Herr H.* Vorkommen von Schweinswalen (*Phocoena phocoena*) in Nord- und Ostsee – im Konflikt mit Schifffahrt und Fischerei? Thesis: Hamburg, 2013. 120 p.
7. *Jambeck J. R., Geyer R., Wilcox C., Siegler T. R., Perryman M., Andrady A., Narayan R., Law K. L.* Plastic waste inputs from land into the ocean // *Science.* 2015. Vol. 347. No. 6223. P. 768–771. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1260352>.
8. *Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability.* Guidance on Monitoring of Marine Litter in European Seas. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2013. 128 p. <https://doi.org/10.2788/99475>.
9. *Lebreton L., Slat B., Ferrari F., Sainte-Rose B., Aitken J., Marthouse R., Hajbane S., Cunsolo S., Schwarz A., Levivier A., Noble K., Debeljak P., Maral H., Schoeneich-Argent R., Brambini R., Reisser J.* Evidence that the Great Pacific Garbage Patch is rapidly accumulating plastic // *Sci. Rep.* 2018. Vol. 8. 4666. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-22939-w>.
10. *Li W. C., Tse H. F., Fok L.* Plastic waste in the marine environment: A review of sources, occurrence and effects // *Sci. Total Environ.* 2016. Vol. 566–567. P. 333–349. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.05.084>.
11. *Maximenko N., Hafner J., Nüeler P.* Pathways of marine debris derived from trajectories of Lagrangian drifters // *Mar. Pollut. Bull.* 2012. Vol. 65. Iss. 1–3. P. 51–62. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.04.016>.
12. *Moore C. J., Moore S. L., Leecaster M. K., Weisberg S. B.* A comparison of plastic and plankton in the North Pacific Central Gyre // *Mar. Pollut. Bull.* 2001. Vol. 42. Iss. 12. P. 1297–1300. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(01\)00114-X](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(01)00114-X).
13. *Netsvetaeva O. P.* Marine Beach Litter Monitoring in the Russian Arctic // *Ecological Safety of Coastal and Shelf Zones of Sea.* 2022. No. 4. P. 69–78. <https://doi.org/10.22449/2413-5577-2022-4-69-78>.
14. *Pieper C., Ventura M. A., Martins A., Cunha R. T.* Beach debris in the Azores (NE Atlantic): Faial Island as a first case study // *Mar. Pollut. Bull.* 2015. Vol. 101. Iss. 2. P. 575–582. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.10.056>.
15. *Plastics – the Facts 2022: An analysis of European plastics production, demand, conversion and end-of-life management.* <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2022/> (дата обращения: 21.06.2023).

16. *Pogojeva A., Zhdanov I., Berezina A., Lapenkov A., Kosmach D., Osadchiev A., Hanke G., Semiletov I., Yakushev E.* Distribution of floating marine macro-litter in relation to oceanographic characteristics in the Russian Arctic Seas // *Mar. Pollut. Bull.* 2021. Vol. 166. P. 112201. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112201>.
17. *Rios N., Frias J. P. G. L., Rodriguez Y., Carrico R., Garcia S. M., Manuela J., Pham C. K.* Spatio-temporal variability of beached macro-litter on remote islands of the North Atlantic // *Mar. Pollut. Bull.* 2018. Vol. 133. P. 304–311. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.05.038>.
18. *Rothausler E., Jormalainen V., Gutow L., Thiel M.* Low abundance of floating marine debris in the northern Baltic Sea // *Mar. Pollut. Bull.* 2019. Vol. 149. 110522. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110522>.
19. *Royer S.-J., Ferron S., Wilson S. T., Karl D. M.* Production of methane and ethylene from plastic in the environment // *PLoS ONE*. 2018. Vol. 13. No. 8. e0200574. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200574>.
20. *Sá S., Bastos-Santos J., Araújo H., Ferreira M., Duro V., Alves F., Panta-Ferreira B., Nicolau L., Eira C., Vingada J.* Spatial distribution of floating marine debris in offshore continental Portuguese waters // *Mar. Pollut. Bull.* 2016. Vol. 104. Iss. 1–2. P. 269–278. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.01.011>.
21. *Tekman M. B., Gutow L., Bergmann M.* Marine Debris Floating in Arctic and Temperate Northeast Atlantic Waters // *Front. Mar. Sci.* 2022. Vol. 9. 933768. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.933768>.
22. *Teuten E. L., Saquing J. M., Knappe D. R. U., Barlaz M. A., Jonsson S., Björn A., Rowland S. J., Thompson R. C., Galloway T. S., Yamashita R., Ochi D., Watanuki Y., Moore C., Viet P. H., Tana T. S., Prudente M., Boonyatumanond R., Zakaria M. P., Akkhavong K., Ogata Y., Hirai H., Iwasa S., Mizukawa K., Hagino Y., Imamura A., Saha M., Takadaet H.* Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife // *Phil. Trans. R. Soc. B*. 2009. Vol. 364. P. 2027–2045. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2008.0284>.
23. *Vesman A., Moulin E., Egorova A., Zaikov K.* Marine litter pollution on the Northern Island of the Novaya Zemlya archipelago // *Mar. Pollut. Bull.* 2020. Vol. 150. 110671. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110671>.
24. *Zavialov P. O., Moller Jr. O. O., Wang X. H.* Relations between marine plastic litter and river plumes: first results of PLUMPLAS project // *Journal of Oceanological Research*. 2020. Vol. 48. No. 4. P. 32–44. [https://doi.org/10.29006/1564-2291.JOR-2020.48\(4\).2](https://doi.org/10.29006/1564-2291.JOR-2020.48(4).2).

Статья поступила в редакцию 23.06.2023, одобрена к печати 21.08.2023.

Для цитирования: *Нецветова О. П.* Плавающий морской мусор в северо-восточной Атлантике осенью 2022 г. // *Океанологические исследования*. 2023. № 51 (3). С. 145–158. [https://doi.org/10.29006/1564-2291.JOR-2023.51\(3\).7](https://doi.org/10.29006/1564-2291.JOR-2023.51(3).7).

FLOATING MARINE LITTER IN THE NORTHEASTERN ATLANTIC IN AUTUMN 2022

O. P. Netsvetaeva

¹*Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences,
36, Nakhimovskiy prospekt, Moscow, 117997, Russia,
e-mail: netsvetaeva.op@ocean.ru*

Ship-borne observations of floating marine litter in the northeastern region of the Atlantic Ocean were carried out during the 45th cruise of the R/V “Professor Logachev”. The route of the vessel covered the waters of the Baltic, North Seas, the English Channel, the northeastern region of the Atlantic Ocean. A small amount of floating marine litter was found in the surveyed water areas. In total, 37 objects 5–40 cm in size were noted, which were found in single quantities, there were no litter accumulations. Plastic made up 89 % of the total amount of recorded litter items. Basically, these are various plastic pieces 2.5–50 cm in size, plastic bags including pieces and other plastic items. The distribution of floating marine litter was uneven along the vessel’s route. It was not found in the Baltic and North Seas. Its concentration in the English Channel was 1.52 items/km²; in general, in the water area of the northeastern Atlantic – 1.08 items/km²; off the coast of Portugal and west of the Canary Islands – 1.41 and 6.43 items/km² respectively. Thus, it has been shown that the open part of the Atlantic Ocean in the Northern Hemisphere far from the coast and outside the subtropical circulation is not characterized by pollution by floating marine litter. A significant increase in concentration was noted only in the outer region of the accumulation zone, due to the North Atlantic gyre. In addition, the importance of adopting and complying with the rules of international and regional conventions in the field of waste management was noted.

Keywords: marine litter, plastic, Atlantic Ocean, marine pollution

Acknowledgements: The author thanks D. A. Kryukov, Deputy Chief of Cruise 45 of the R/V “Professor Logachev”, and E. I. Kotova, Director of the North-Western Branch of the IO RAS, for the opportunity to participate in the expedition and all-round assistance.

References

1. Barnes, D. K. A., F. Galgani, R. C. Thompson, and M. Barlaz, 2009: Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Phil. Trans. R. Soc. B*, **364**, 1985–1998, <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2008.0205>.
2. Barnes, D. K. A. and P. Milner, 2005: Drifting plastic and its consequences for sessile organism dispersal in the Atlantic Ocean. *Marine Biology*, **146**, 815–825, <https://doi.org/10.1007/s00227-004-1474-8>.
3. Eriksen, M., L. C. M. Lebreton, H. S. Carson, M. Thiel, C. J. Moore, J. C. Borerro, F. Galgani, P. G. Ryan, and J. Reisser, 2014: Plastic pollution in the World’s Oceans: more than 5 trillion plastic pieces weighing over 250 000 tons afloat at Sea. *PLoS ONE*, **9** (12), e111913, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111913>.
4. Gregory, M. R., 2009: Environmental implications of plastic debris in marine settings entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions. *Phil. Trans. R. Soc. B*, **364**, 2013–2026, <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2008.0265>.

5. Gutow L., M. Ricker, L. M. Holstein, J. Dannheim, E. V. Stanev, and J-O. Wolff, 2018: Distribution and trajectories of floating and benthic marine macrolitter in the south-eastern North Sea. *Mar. Pollut. Bull.*, **131**, 763–772, <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.05.003>.
6. Herr, H., 2013: *Vorkommen von Schweinswalen (Phocoena phocoena) in Nord- und Ostsee – im Konflikt mit Schifffahrt und Fischerei?* Thesis, Hamburg, 120 p.
7. Jambeck, J. R., R. Geyer, C. Wilcox, T. R. Siegler, M. Perryman, A. Andrady, R. Narayan, and K. L. Law, 2016: Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, **347** (6223), 768–771, <http://dx.doi.org/10.1126/science.1260352>.
8. Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, 2013: *Guidance on Monitoring of Marine Litter in European Seas*. Luxembourg, Publications Office of the European Union, 128 p., <https://doi.org/10.2788/99475>.
9. Lebreton, L., B. Slat, F. Ferrari, B. Sainte-Rose, J. Aitken, R. Marthouse, S. Hajbane, S. Cunsolo, A. Schwarz, A. Levivier, K. Noble, P. Debeljak, H. Maral, R. Schoeneich-Argent, R. Brambini, and J. Reisser, 2018: Evidence that the Great Pacific Garbage Patch is rapidly accumulating plastic. *Sci. Rep.*, **8**, 4666, <https://doi.org/10.1038/s41598-018-22939-w>.
10. Li, W. C., H. F. Tse, and L. Fok, 2016: Plastic waste in the marine environment: A review of sources, occurrence and effects. *Sci. Total Environ.*, **566–567**, 333–349, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.05.084>.
11. Maximenko, N., J. Hafner, and P. Niiler, 2012: Pathways of marine debris derived from trajectories of Lagrangian drifters. *Mar. Pollut. Bull.*, **65** (1–3), 51–62, <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.04.016>.
12. Moore, C. J., S. L. Moore, M. K. Leecaster, and S. B. Weisberg, 2001: A comparison of plastic and plankton in the North Pacific Central Gyre. *Mar. Pollut. Bull.*, **42** (12), 1297–1300, [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(01\)00114-X](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(01)00114-X).
13. Netsvetaeva, O. P., 2022: Marine Beach Litter Monitoring in the Russian Arctic. *Ecological Safety of Coastal and Shelf Zones of Sea*, **4**, 69–78, <https://doi.org/10.22449/2413-5577-2022-4-69-78>.
14. Pieper, C., M. A. Ventura, A. Martins, and R. T. Cunha, 2015: Beach debris in the Azores (NE Atlantic): Faial Island as a first case study. *Mar. Pollut. Bull.*, **101** (2), 575–582, <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.10.056>.
15. Plastics – the Facts 2022: An analysis of European plastics production, demand, conversion and end-of-life management, <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2022/>, (last accessed in 21.06.2023).
16. Pogojeva, A., I. Zhdanov, A. Berezina, A. Lapenkov, D. Kosmach, A. Osadchiev, G. Hanke, I. Semiletov, and E. Yakushev, 2021: Distribution of floating marine macro-litter in relation to oceanographic characteristics in the Russian Arctic Seas. *Mar. Pollut. Bull.*, **166**, 112201, <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112201>.
17. Rios, N., J. P. G. L. Frias, Y. Rodriguez, R. Carrico, S. M. Garcia, J. Manuela, and C. K. Pham, 2018: Spatio-temporal variability of beached macro-litter on remote islands of the North Atlantic. *Mar. Pollut. Bull.*, **133**, 304–311, <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.05.038>.
18. Rothausler, E., V. Jormalainen, L. Gutow, and M. Thiel, 2019: Low abundance of floating marine debris in the northern Baltic Sea. *Mar. Pollut. Bull.*, **149**, 110522, <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110522>.
19. Royer, S.-J., S. Ferron, S. T. Wilson, and D. M. Karl, 2018: Production of methane and ethylene from plastic in the environment. *PLoS ONE*, **13** (8), e0200574, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200574>.
20. Sá, S., J. Bastos-Santos, H. Araújo, M. Ferreira, V. Duro, F. Alves, B. Panta-Ferreira, L. Nicolau, C. Eira, and J. Vingada, 2016: Spatial distribution of floating marine debris in offshore

- continental Portuguese waters. *Mar. Pollut. Bull.*, **104** (1–2), 269–278, <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.01.011>.
21. Tekman, M. B., L. Gutow, and M. Bergmann, 2022: Marine Debris Floating in Arctic and Temperate Northeast Atlantic Waters. *Front. Mar. Sci.*, **9**, 933768, <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.933768>.
 22. Teuten, E. L., J. M. Saquing, D. R. U. Knappe, M. A. Barlaz, S. Jonsson, A. Björn, S. J. Rowland, R. C. Thompson, T. S. Galloway, R. Yamashita, D. Ochi, Y. Watanuki, C. Moore, P. H. Viet, T. S. Tana, M. Prudente, R. Boonyatumanond, M. P. Zakaria, K. Akkhavong, Y. Ogata, H. Hirai, S. Iwasa, K. Mizukawa, Y. Hagino, A. Imamura, M. Saha, and H. Takadaet, 2009: Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. *Phil. Trans. R. Soc. B.*, **364**, 2027–2045, <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2008.0284>.
 23. Vesman, A., E. Moulin, A. Egorova, and K. Zaikov, 2020: Marine litter pollution on the Northern Island of the Novaya Zemlya archipelago. *Mar. Pollut. Bull.*, **150**, 110671, <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110671>.
 24. Zavalov, P. O., Jr. O. O. Moller, and X. H. Wang, 2020: Relations between marine plastic litter and river plumes: first results of PLUMPLAS project. *Journal of Oceanological Research*, **48** (4), 32–44, [https://doi.org/10.29006/1564-2291.JOR-2020.48\(4\).2](https://doi.org/10.29006/1564-2291.JOR-2020.48(4).2).

Submitted 23.06.2023, accepted 21.08.2023.

For citation: Netsvetaeva, O. P., 2023: Floating marine litter in the northeastern Atlantic in autumn 2022. *Journal of Oceanological Research*, **51** (3), 145–158, [https://doi.org/10.29006/1564-2291.JOR-2023.51\(3\).7](https://doi.org/10.29006/1564-2291.JOR-2023.51(3).7).