

АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ МИКРОПЛАСТИКА В ВОДНОЙ СИСТЕМЕ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА И ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ФИНСКОГО ЗАЛИВА

**Мартынова Анастасия Эдуардовна¹, Шалунова Екатерина Петровна¹,
Иванова Екатерина Викторовна², Тихонова Дарья Алексеевна²**

¹Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург

²Институт озерадения РАН, г. Санкт-Петербург

Пластик, являясь революционным изобретением, является также и глобальной угрозой для окружающей природной среды, и занимает особое место в загрязнении водных объектов: на его долю приходится от 50 % до 90 % морского мусора [Agamuthu et al., 2015]. Попадая в окружающую среду, пластик под воздействием химических и физических факторов разрушается на мелкие фрагменты, называемые микропластиком (синтетические частицы размером <5 мм).

Частицы микропластика находят повсеместно, даже в антарктических льдах и в морских осадках на глубине 600 м. По некоторым данным, в поверхностных водах Мирового океана присутствует 51 трлн частиц микропластика [Agamuthu et al., 2015]. К основным источникам появления микропластика в окружающей среде относят хозяйственно-бытовые и промышленные стоки, а также стоки с дорожных покрытий.

В данном исследовании проводился анализ содержания микропластика в воде и пляжных осадках восточной части Финского залива и донных осадках Ладожского озера.

Материалы и методы

Пробы воды отбирались вдоль северного и южного побережья восточной части Финского залива в 10 точках (рис. 1а) из поверхностного слоя на расстоянии до 10 м от линии уреза воды. Водные пробы фильтровались через металлическую нержавеющую сеть с размером ячеек 100 мкм (фильтр) до остановки тока воды. Осадок с фильтра смывался в пластиковый контейнер дистиллированной водой, куда добавлялся 2%-ный раствор формалина.

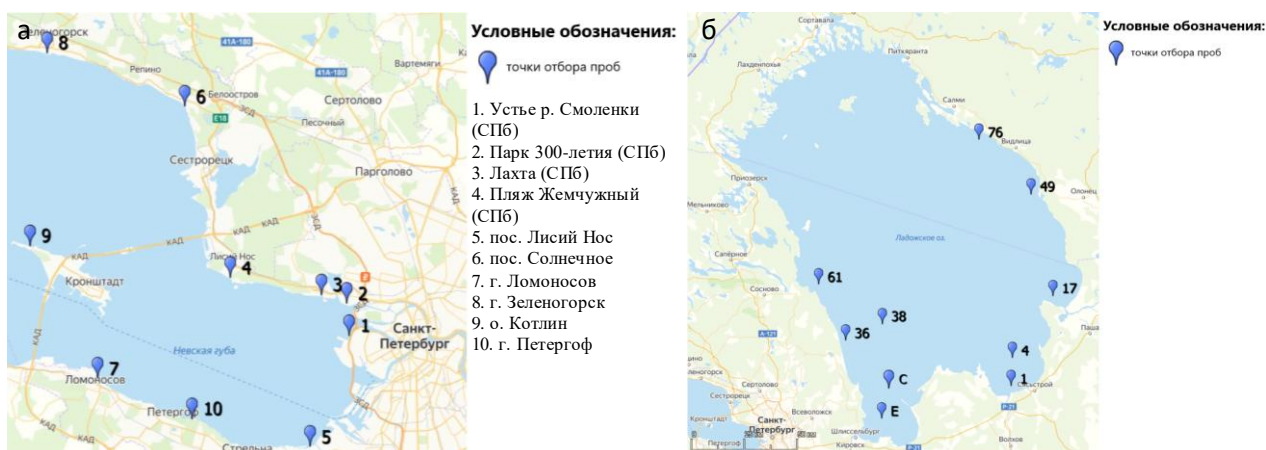


Рис.1. (а) Карта-схема точек отбора проб в восточной части Финского залива и (б) Ладожском озере

В местах отбора водных проб проводился также отбор береговых и донных отложений. Пробы в Финском заливе отбирались на полигоне длиной 100 м вдоль береговой линии с

участков, расположенных через каждые 10 метров (рис.2). Отбор проводился металлическим совком по методу конверта, глубина отбора – до 5 см.

Пробы донных отложений Ладожского озера отбирались с борта плавучего судна дночерпателем Экмана-Берджи с площадью захвата 1x40 м² (рис.16).

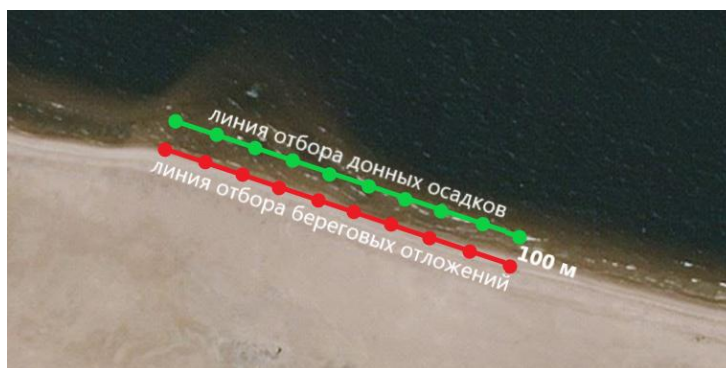


Рис.2. Схема отбора проб береговых и донных отложений в прибрежной зоне

Для обработки проб применялась методика [Pozdnyakov et al., 2020], разработанная Институтом озероведения РАН на основе методики Института океанологии им. Ширшова РАН [Zobkov, Esiukova, 2017] и NOAA [Masura et al., 2015]. Пробы донных и береговых отложений весом 400 г отстаивались в 300 мл профильтрованного 55%-ного раствора ZnCl₂ для плотностного отделения легких синтетических частиц от более тяжелых частиц грунта. Всплывшие частицы кипятились в растворе катализатора Fe(II) и 30%-ной H₂O₂ до растворения остаточного органического материала. Далее проводилось центрифугирование полученных образцов в растворе NaCl или ZnCl₂ для более эффективного извлечения частиц микропластика.

После обработки полученные образцы анализировались с применением светового микроскопа с увеличением не менее 40X. Согласно руководству Guide to Microplastic Identification (2015), синтетические частицы не имеют клеточной структуры, имеют одинаковую толщину по всей длине, и должны иметь четкий и однородный цвет.

Результаты и обсуждение

Частицы микропластика обнаружены во всех исследуемых образцах. Средняя концентрация в водах Финского залива составила 2,8 ч/л (рис.3).

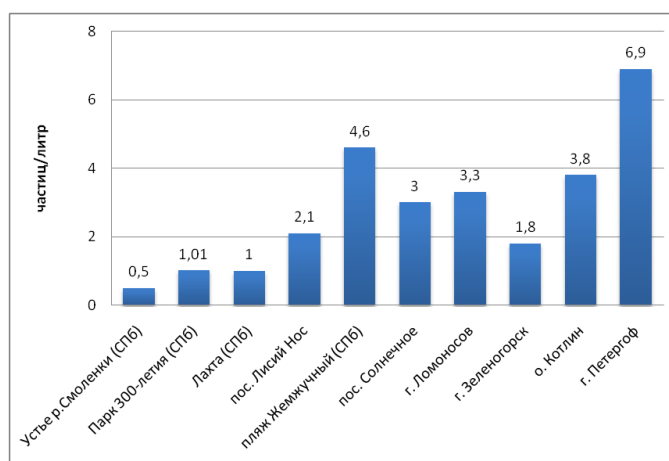


Рис.3. Концентрация частиц микропластика в воде Финского залива

В донных отложениях Финского залива и Ладожского озера средняя концентрация частиц микропластика составила 32,8 ч/кг и 16,3 ч/кг соответственно, в береговых отложениях Финского залива – 30,3 ч/кг (рис.4).

В образцах были обнаружены два типа частиц микропластика: фрагменты и волокна. Из всех обнаруженных частиц к волокнам относились 97 % в донных и береговых отложениях и 90 % в водных пробах. При анализе размерных фракций частиц (в частности, волокон) обнаружено, что количество мелких частиц (<1,5 мм) значительно превышает количество более крупных частиц (>1,5 мм) во всех исследуемых образцах. Так, к волокнам размером <1,5 мм относилось 92 % обнаруженных частиц в водных пробах, 93 % в отложениях Финского залива и 88 % – в отложениях Ладожского озера.

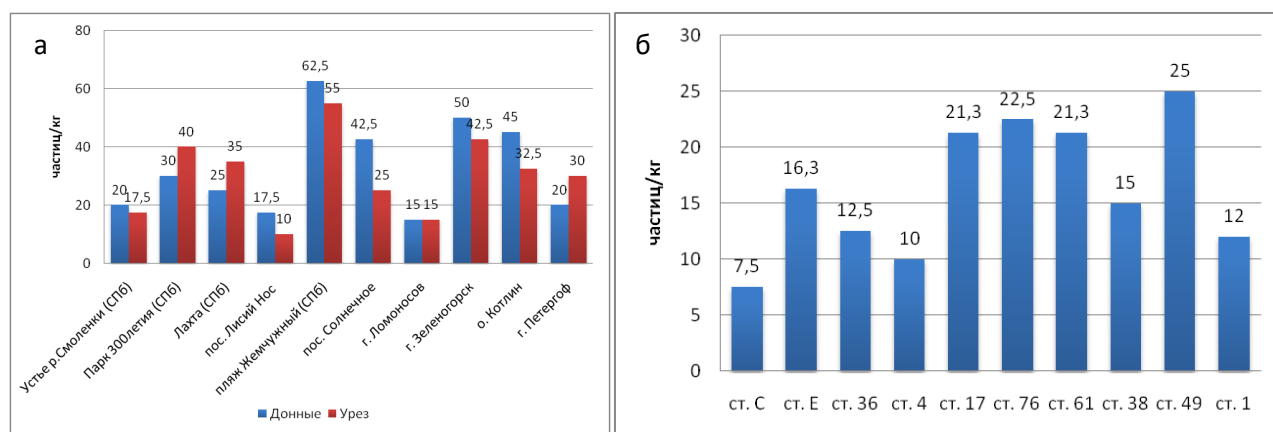


Рис.4. (а) Концентрации частиц микропластика в отложениях Финского залива и (б) Ладожского озера

Большим недостатком исследования микропластика является отсутствие стандартизированных методик отбора и обработки проб и отсутствие установленных единиц измерения, в связи с чем сравнение полученных результатов является затруднительным.

В таблице 1 приведены концентрации частиц микропластика в воде и донных осадках, полученные в различных исследованиях.

Таблица 1. Концентрации микропластика, обнаруженные в других исследованиях

Местоположение	Концентрация	Исследование
Донные отложения		
Ладожское озеро	7,5-25 ч/кг	Данное исследование
Восточная часть Финского залива	15-62,5 ч/кг	
Юго-восток Балтийского моря	12-48,4 ч/кг	[Zobkov, Esiukova, 2017]
Китай, озеро Тайху	11-234,6 ч/кг	[Su et al., 2016]
Вода		
Финский залив	0,5-6,9 ч/литр	Данное исследование
Ладожское озеро	0,02-2,4 ч/литр	[Поздняков, Иванова, 2018]
Китай, озеро Тайху	3,4-25,8 ч/литр	[Su et al., 2016]
Китай, Шанхай, устье р. Янцзы	0,8-7,4 ч/литр	[Luo et al., 2019]

Заключение

В проанализированных образцах донных осадков Ладожского озера, количество частиц микропластика меньше, чем в осадках прибрежной части Финского залива. Факторами,

влияющими на распространение и накопление микропластика, являются: степень антропогенной нагрузки на акваторию, а именно численность и плотность населения, проживающего на близлежащей водосборной территории; расположение очистных сооружений и выпуск промышленных стоков в водоем; волновые процессы и ветровые явления. Концентрации микропластика в отложениях Невской губы уменьшаются при отдалении от города. Наибольшие значения концентраций синтетических частиц в Ладожском озере отмечены в осадках восточной части, наименьшие – наблюдаются на юго-западе, что может быть связано с преобладанием в данной части озера песчаных отложений с меньшей способностью к аккумуляции пластика. Концентрации частиц в донных осадках превышают концентрации в поверхностном слое прибрежной воды, что говорит о накоплении частиц в отложениях.

Установлено, что наиболее распространенным типом микропластика являются волокна, а самой распространенной фракцией являются частицы размером менее 1,5 мм, что говорит о том, что с уменьшением размера синтетических частиц их количество возрастает.

Для выявления основных факторов распространения и появления микропластика в водных объектах, необходимо проведение дальнейших исследований в этой области и продолжении мониторинга с установленной методикой отбора и обработки проб в регионе восточной части Финского залива и Ладожского озера.

Список литературы

Поздняков Ш.Р., Иванова Е.В. Оценка концентраций частиц микропластика в воде и донных отложениях Ладожского озера // Региональная экология. – 2018. – № 4 (54). – С. 48-52.

Agamuthu P, Mehran SB, Norkhairah A, Norkhairiyah A. Marine debris: A review of impacts and global initiatives // Waste Manag Res. – 2019. – Vol. 37. – P. 987-1002.

Guide to Microplastic Identification / Marine & Environmental Research Institute. – 2015. – 13 p.

Luo W., Su L., Craig N.J. Comparison of microplastic pollution in different water bodies from urban creeks to coastal waters // Environ. Pollut. – 2019. – Vol. 246. – P. 174-182.

Masura J., Baker J., Foster G., Arthur C. Laboratory Methods for the Analysis of Microplastics in the Marine Environment: Recommendations for quantifying synthetic particles in waters and sediments / NOAA Technical Memorandum NOS-48. NOAA Marine Debris Program. – 2015. – 39 p.

Pozdnyakov S., Ivanova E., Guzeva A., et al. Studying the Concentration of Microplastic Particles in Water, Bottom Sediments and Subsoils in the Coastal Area of the Neva Bay, the Gulf of Finland // Water Resour. – 2020. – Vol. 47. – P. 599–607.

Su L., Xue Y., Li L. Microplastics in Taihu Lake, China. // Environ. Pollut. – 2016. – Vol. 216. – P. 711–719.

Zobkov M, Esiukova E. Microplastics in Baltic bottom sediments: Quantification procedures and first results // Marine Pollution Bull. – 2017. – Vol. 114. – P. 724–732.