

<https://doi.org/10.15407/gpimo2021.03.034>

**В.О. Ємельянов**, д-р геол.-мін. наук, член-кор. НАН України

E-mail: [eva@nas.gov.ua](mailto:eva@nas.gov.ua)

ORCID 0000-0003-2633-9291

**Є.І. Наседкін**, канд. геол. наук, старш. наук. співроб.

E-mail: [nasedevg@ukr.net](mailto:nasedevg@ukr.net)

ORCID 0000-0001-5971-9122

**Т.С. Куковська**, канд. геол.-мін. наук, старш. наук. співроб.

E-mail: [t.kukovska@gmail.com](mailto:t.kukovska@gmail.com)

ORCID 0000-0001-7532-8885

**О.А. Митрофанова**, аспірантка

E-mail: [mitrof\\_ol@ukr.net](mailto:mitrof_ol@ukr.net)

ДНУ «МорГеоЕкоЦентр НАН України»

Київ, вул. Олеся Гончара, 55 б

## ЩОДО РОЗПОДІЛУ ПЛАСТИКОВОГО СМІТТЯ В МЕЖАХ ХВИЛЕПРИБІЙНОЇ ЗОНИ ПЛЯЖУ МІСТА ЮЖНЕ

---

*В публікації висвітлено сучасні аспекти проблеми забруднення пластиком сміттям та мікропластиком складових геоєкосистеми українського сектору Чорного моря. На основі польових досліджень та опрацювання літературних джерел здійснено аналіз та отримано певні узагальнення. Основна увага акцентується на недостатньому ступені вивчення проблеми забруднення синтетичними та штучними полімерами української частини шельфу в порівнянні з аналогічними ділянками інших країн Чорноморського басейну. Це зумовлює необхідність проведення первинної систематизації та визначення актуальних напрямів досліджень з цього питання, реалізації натурних спостережень та створення відповідної інформаційної бази.*

*Представлено результати польових робіт, проведених в районі міського пляжу м. Южне, основною метою яких було дослідження особливостей розподілу пластикового сміття в сучасних піскових наносах та морській зависі ділянок активного відпочинку. Аналіз отриманих даних із залученням результатів аналогічних досліджень, представлених в наявних літературних джерелах, свідчить про низьку ступінь забруднення пляжевої зони м. Южне у порівнянні з окремими ділянками узбережжя в межах Середземноморської акваторії, Північної Атлантики, болгарського сектору Чорного моря.*

*Проведені дослідження дозволили набути практичного досвіду, визначити певний арсенал методів польових досліджень та отримати попереднє уявлення про ступінь забруднення та*

---

Цитування: Ємельянов В.О., Наседкін Є.І., Куковська Т.С., Митрофанова О.А. Щодо розподілу пластикового сміття в межах хвилеприбійної зони пляжу міста Южне. *Геологія і корисні копалини Світового океану*. 2021. 17, № 3: 34—41. <https://doi.org/10.15407/gpimo2021.03.041>

*якісний склад пластикових відходів в межах однієї з популярних ділянок відпочинку в межах приморських міст України. Подальший аналіз стану проблеми, практичні польові напрацювання та розвиток відповідної лабораторної бази дозволять підвищити надійність отримання та обробки даних щодо обсягів, джерел та шляхів надходження пластикового сміття в екосистеми Чорного моря, а також гармонізувати процеси отримання та обробки даних у відповідності до усталених світових методологій та методик.*

**Ключові слова:** забруднення, пластикове сміття, мікропластик, Чорне море, хвилеприбійна зона.

## **Вступ**

Останні півстоліття визначились низкою суттєвих негативних змін у стані довкілля, але одна з найбільш динамічних і помітних — безупинне накопичення великої кількості відходів з синтетичних матеріалів в межах суходолу і поверхневих акваторій. На сьогоднішній день пластикове сміття та мікропластик фіксується, в різних обсягах, в усіх основних компонентах Світового океану — водній товщі, донних відкладах та різноманітних біологічних об'єктах. У той же час, обсяги, склад та динаміка розповсюдження пластикових відходів та мікропластику мають значні регіональні відмінності й залежать від низки географічних особливостей окремих територій, інтенсивності джерел та розташування шляхів надходження забруднювачів в межі акумулятивних середовищ. Значну функцію відіграє і різна ступінь вивченості територій, що виділяється гостротою питання та ступенем зацікавленості керівних органів країн у визначенні масштабів проблеми та шляхів її вирішення.

Даних щодо ступеня забруднення українського сектору Азово-Чорноморського басейну саме пластиковими відходами відносно небагато. Результати моніторингу морського сміття, який було проведено за підтримки Європейського союзу у рамках проекту «Покращення моніторингу довкілля у Чорному морі» [2], продемонстрували, що майже 85 % сміття, знайденого у Чорному морі — пластикові вироби. Сміття, яке потрапляє до моря з річок, складається з близько 20 % пластикових пляшок, ще 10 % — поліетиленових пакетів і 9 % — пластикових контейнерів. Берегова лінія Чорного моря також суттєво забруднена пластиком. За статистикою пластикові кришки від пляшок складають 14 % від загального обсягу сміття пляжів, пляшки — 5 %.

При дослідженнях розподілу пластикового сміття та мікропластику у морських геоекосистемах, включаючи субсистеми ділянок зчленування «суходіл — море», однією з показових складових природних комплексів можна вважати пляжеві зони. Це ділянки інтенсивного накопичення пластикових відходів загалом та акумуляції мікропластику зокрема, що визначається фактором інтенсивної сепарації та накопичення в хвилеприбійній зоні речовини, яка перебуває в товщі чи на поверхні водного шару акваторій. Також цьому значно сприяє соціальний статус пляжевих ділянок Азово-Чорноморському басейну — зон активного відпочинку, що дає підстави розглядати їх як первинне джерело емісії пластику в природне середовище.

Як відомо, в межах пляжів відбувається не тільки акумуляція та сепарація пластикового матеріалу, але й активна деструкція цього продукту антропогенної діяльності. Зокрема, автор статті [3] надає такі обґрунтування: на відміну від політантів, що перебувають у товщі води, на її поверхні чи в складі донних відкладів у межах пляжевих зон пластикові відходи зазнають інтенсивного впли-

ву УФ-випромінювання, температурних перепадів (добові, сезонні), впливу кисневого середовища (повітря). До цього треба додати також механічне подрібнення та стирання в періоди різного ступеня хвильової активності. Також важливо зазначити, що пляжеві зони є найбільш доступними для досліджень та спостережень складовими морських геоекосистем, це підтверджується великою кількістю публікацій щодо вивчення пластикового сміття саме в даних компонентах морського середовища.

## Методична складова та результати досліджень

Одним із напрямів наукової проблематики Державної наукової установи «Центр проблем морської геології, геоecології та осадового рудоутворення НАН України» є створення інформаційної бази, проведення первинної систематизації та визначення актуальних напрямів дослідження проблеми забруднення морського середовища пластиковими відходами в Україні. При цьому основними практичними напрямами, що реалізовувались протягом 2020 року, слід вважати напрацювання інформаційної бази, головним чином на основі іноземних літературних джерел, і польові дослідження в межах окремих ділянок чорноморського узбережжя України. Зокрема, польові спостереження проводилися в межах хвилеприбійної зони міського пляжу м. Южне протягом літнього періоду (рис. 1). Основною метою було дослідження особливостей розподілу мікропластику в сучасних піскових наносах та морській завісі ділянок активного відпочинку.

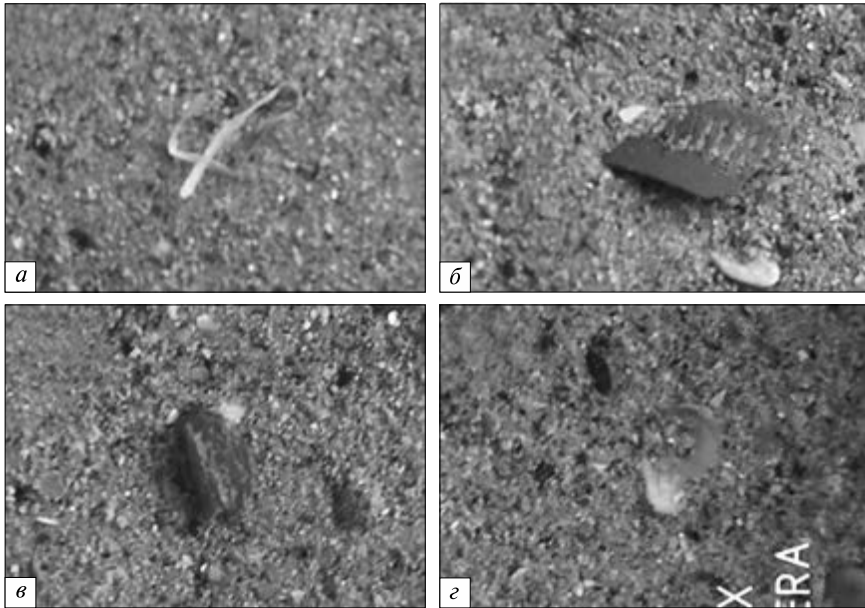
Методика відбору визначалась рекомендаціями літературних джерел [1] з урахуванням місцевої специфіки та можливостей дослідників. Головним чином відбирались два типи проб:

1.1) піскові наноси на різних частинах пляжевої зони (профіля, розташовані в поперечному напрямку до урізу води (3 профілі по дві проби),

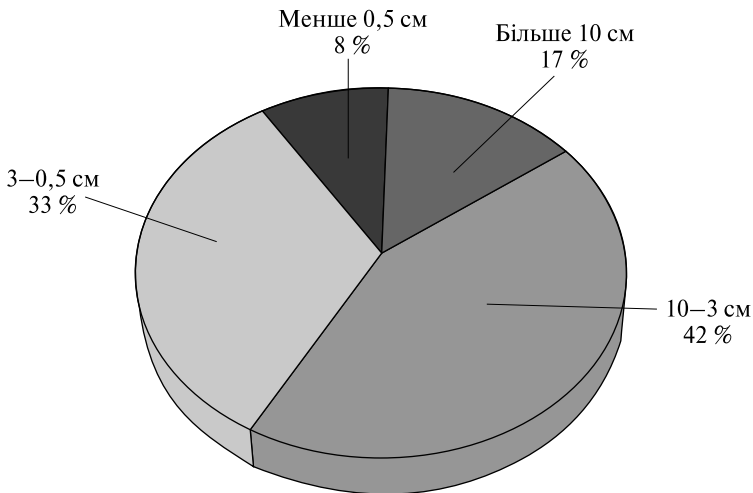
1.2) дрібнодисперсна зависла речовина, утворена за рахунок динаміки хвиль в прибійній зоні. Процес фільтрування дрібнодисперсних частинок від води відбувався за допомогою фільтрувальної поліамідної тканини саатіфіл з розміром пор 25 мікрон (0,025 мм). Відбір також відбувався за профілями, поперечними до берегової лінії на різних ділянках хвилеприбійної зони.



Рис. 1. Картоschema району досліджень та ділянок відбору проб у межах міського пляжу м. Южне



**Рис. 2.** Фотографії типових складових пластикового сміття в межах території досліджень: *a* — фрагмент огортки від цукерки, *б* — фрагмент пластикової кришки, *в, з* — елементи пластикової біжутерії. Діапазон розмірності — 0,5–3 см)



**Рис. 3.** Діаграма розподілу розмірності пластикових фрагментів, візуально визначених у межах пляжевої зони м. Южне (за кількістю одиниць сміття)

Обсяг фільтрованої води складав приблизно 15–17 л на одну пробу.

Також проводилась візуальна оцінка якісних та кількісних характеристик розподілу пластику в межах пляжної зони м. Южне.

Проведено дослідження за повздовжнім профілем пляжу (800 м) в межах прибійної зони двічі, з періодом повторення в один день. Зафіксовано незначну кількість пластикових фрагментів та відсутність габаритних об'єктів (пляшки, пакети, рибальське приладдя тощо). Приблизні розрахунки свідчать, що в перера-

хунку на досліджувану (600 м×10 м) площу пляжу присутність пластикових фрагментів, що візуально фіксуються, складає один об'єкт на 50–70 м<sup>2</sup> території. Якісний склад визначених фрагментів включає пластикові волокна (уривки мотузок), фрагменти/цілі кришки від пляшок, фрагменти прикрас (біжутерія), огортки від харчових продуктів (зокрема цукерок), шматки поліетилену, фрагменти літнього взуття (поліуретан) (рис. 2). Більшість матеріалів має, вірогідно, місцеве походження, і не є привнесеним вітрами чи течіями.

Найбільша кількість фрагментів пластику в межах прибіжної зони припадала на центральну частину території пляжу міста Южне, що вірогідно, обумовлено літодинамікою та пониженням рельєфу пляжної зони в цьому місці (рис. 3).

## Результати та обговорення

Безумовно, складно заперечувати факт, що географія та інтенсивність джерел емісії пластику в навколишнє середовище, різноманітність шляхів його транспортування виявляють великі регіональні відмінності (рис. 4). В цьому сенсі український сегмент чорноморського шельфу, можливо, за виключенням дельти Дунаю, слід вважати ділянкою з найменшим антропогенним навантаженням. Це ж, фактично, має стосуватись російського і грузинського сегментів.

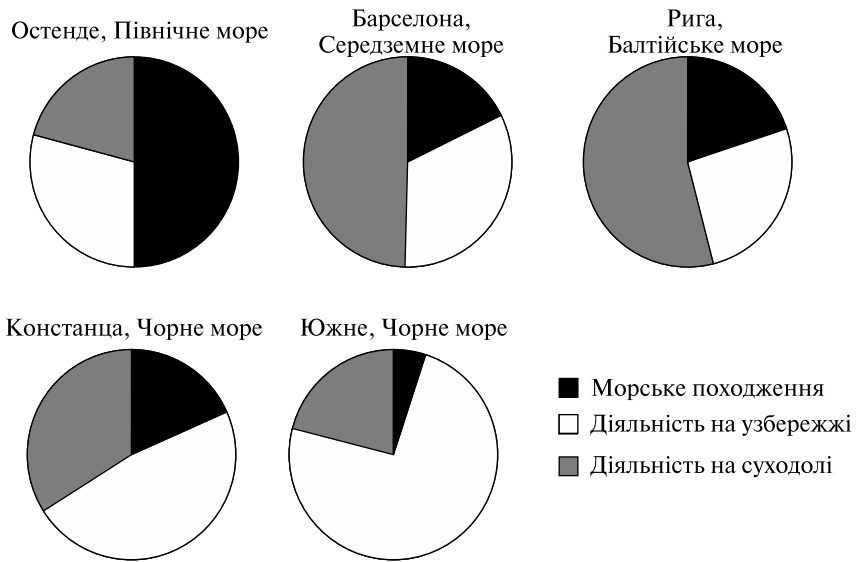
З іншої сторони, варто припустити, що весь макро- і мікропластик, що потрапляє в таку майже закриту водойму, як Чорне море, досі знаходиться в ньому в тому чи іншому стані, з часом розподіляючись по площі, вертикальним стратам та частково акумулюючись у поверхневих донних відкладах. При цьому значна його кількість накопичується у межах окремих пологих ділянок узбережжя.

Так чи інакше, але порівняння результатів наших досліджень з аналогічними, проведеними науковцями в межах територій інших чорноморських країн (зокрема, Болгарії) [4], показали низьку ступінь забруднення пляжевої зони міста Южне пластиковим сміттям.

Порівняння даних зазначеного дослідження з результатами аналогічних досліджень, представленими в наявних літературних джерелах для окремих ділянок узбережжя в межах Середземного моря та Північної Атлантики, також



Рис. 4. Глобальне виробництво пластику [6]



**Рис. 5.** Перерозподіл пластикових відходів на територіях хвилеприбійних зон у різних регіонах. (доповнено та побудовано авторами за [5])

засвідчило низьку ступінь забруднення дослідженої пляжевої зони Українського сектора Чорного моря. Цікаво при цьому було б звернути увагу на певний факт, що стосується перерозподілу пластикових відходів на територіях хвилеприбійних зон за видами діяльності, в ході якої вони були утворені (рис. 5).

Джерела надходження морського сміття в межі узбережжя були згруповані за основними категоріями:

- морське походження (рибальство, судноплавство, порти, катання на човнах, аквакультура й інша діяльність; діяльність у прибережній зоні);
- діяльність на березі (береговий / пляжний туризм і любительська риболовля; діяльність на березі);
- діяльність на суші (гігієна, загальне домашнє господарство, збір і перевезення відходів, будівництво та знесення, інша промислова діяльність, сільське господарство і типові складові полігонів / звалищ).

За даними літературного джерела, в Ризі і в Барселоні представлено значну кількість гігієнічних відходів, що говорить про недостатнє очищення стічних вод в цих містах. В Констанці виявлена велика кількість сміття від аматорської риболовлі. Результати нашого аналізу свідчать, що для пляжу Южного, як і Констанці, найбільшу загрозу забруднення пластиком мають місцеві джерела. Причини цьому можуть бути кардинально різні — від особливостей розташування шляхів надходження транзитних потоків сміття та сегменту виробництва пластику в економіці країни, до відсутності ефективної системи збору відходів в навколишніх приморських селищах та низької самоорганізації відпочиваючих чи місцевих мешканців у сфері поводження з відходами. Відповіді на це міг би дати сезонний моніторинг стану пляжної зони міста.

## Висновки

Локальні дослідження розподілу пластикового сміття у складових морських геоекосистем мають достатню ефективність та дозволяють сформулювати уявлення щодо обсягів привнесення його з різних джерел в акваторію Чорного моря та визначити потенційні шляхи надходження. Зокрема, систематизовані періодичні візуальні спостереження берегових наносів в межах пляжних зон надають можливість для відносно малозатратного вивчення просторових і часових тенденцій розподілу пластику, якщо дотримуватися упорядкованого підрахунку, методики відбору проб і техніки аналітичних досліджень. Зазначене пробне дослідження було б некоректно екстраполювати на більш масштабні географічні об'єкти, проте воно наче показало, що існує низка джерел пластикового сміття, які визначаються різною інтенсивністю емісії та певним видовим складом забруднювача.

Попередньо, результати проведених візуальних досліджень розподілу пластикового сміття засвідчили незначне антропогенне навантаження цього виду забруднювачів на пляжну зону м. Южне, що не досягає кількісних показників для аналогічних ділянок пляжів інших морів та навіть західного узбережжя Чорного моря (Румунія, Болгарія). Подальші дослідження мікропластику в складі завислої речовини та піскових наносів прибічної зони пляжу, на фоні існування певного ступеня забруднення макропластиком, можуть засвідчити щодо періоду надходження синтетичних полімерів у межі хвилеприбіжних зон північно-західного узбережжя Чорного моря.

Незважаючи на те, що проведені дослідження поки що мають несистемний та локальний характер, вони дали змогу набути практичного досвіду, визначити певний арсенал методів польових досліджень та отримати попереднє уявлення про ступінь забруднення та якісний склад пластикових відходів та мікропластику в межах однієї з популярних ділянок відпочинку приморських міст України.

Подальший аналіз стану проблеми, практичні польові напрацювання і розвиток відповідної лабораторної бази дадуть змогу підвищити надійність отримання й обробки даних щодо обсягів, джерел та шляхів надходження пластикового сміття в екосистемі Чорного моря, а також гармонізувати ці процеси відповідно до установлених світових методологій та методик.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Зобков М.Б., Есюкова Е.Е. Микропластик в морской среде: обзор методов отбора, подготовки и анализа проб воды, донных отложений и береговых наносов. *Океанология*. 2018. **58**. № 1. С. 149–157, <https://doi.org/10.7868/S0030157418010148>.
2. Проект «Покращення моніторингу довкілля у Чорному морі». URL: [http://emblasproject.org/wp-content/uploads/2017/04/Joint-Black-Sea-Surveys-2016\\_16.pdf](http://emblasproject.org/wp-content/uploads/2017/04/Joint-Black-Sea-Surveys-2016_16.pdf), (дата звернення: 10.08.2021).
3. Andrady A.L. Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*. 2011. **62**. P. 1596–1605.
4. Simeonova A. et al. Seasonal dynamics of marine litter along the Bulgarian Black Sea coast. *Marine Pollution Bulletin*. 2017. **119**. P. 110–118.
5. Marine plastic debris and microplastics — Global lessons and research to inspire action and guide policy change. United Nations Environment Programme, Nairobi. Copyright. United Nations Environment Programme (UNEP). 2016.
6. Ryan P.G. A Brief History of Marine Litter Research. *Marine Anthropogenic Litter*. 2015. P. 1–25.

Стаття надійшла 14.08.2021.

V.O. Iemelianov, Dr. Sci. (Geol. & Mineral.), NAS Corresponding Member

E-mail: eva@nas.gov.ua

ORCID 0000-0003-2633-9291

Ye.I. Nasedkin, PhD (Geol.), Senior Research Scientist

E-mail: nasedevg@ukr.net

ORCID 0000-0001-5971-9122

T.S. Kukovska, PhD (Geol. & Mineral.), Senior Research Scientist

E-mail: t.kukovska@gmail.com

ORCID 0000-0001-7532-8885

O.A. Mytrofanova, PhD student

E-mail: mitrof\_ol@ukr.net

DNU «MorGeoEcoCenter of the NAS of Ukraine»

Kyiv, street Oles Honchar, 55 b

#### REGARDING THE DISTRIBUTION OF PLASTIC WASTE WITHIN THE SURF ZONE OF YUZHNE CITY BEACH

The publication highlights a number of the problem aspects of the geoecosystem components pollution of the Black Sea Ukrainian sector by plastic waste and microplastics. On the field research and literature sources processing basis a question review was carried out and certain analytical generalizations were received.

Emphasis is placed on the insufficient problem study degree of the shelf Ukrainian part pollution by synthetic and artificial polymers in comparison with similar areas of other Black Sea countries. This determines the need for initial systematization and identification of current research areas on this issue, and the field observations implementation and an information base creation.

The conducted field works results in the area of Yuzhne city beach are presented, the main purpose of which was to study the peculiarities of plastic waste and microplastics distribution in current sand deposits and sea suspension of active recreation areas. Analysis of the obtained data involving of similar studies results presented in the available literature shows a low level of Yuzhne beach area pollution compared to some parts of the coast within the Mediterranean, North Atlantic, and Bulgarian sector of the Black Sea.

The conducted research allowed gaining practical experience, determining a certain arsenal of field research methods and getting a preliminary idea of pollution degree and plastic waste quality composition within Ukraine coastal city popular recreation area.

Further problem state analysis, practical field work and the appropriate laboratory base development will increase the reliability of obtaining and processing data on volumes, sources and routes of plastic waste entry into the Black Sea ecosystems, as well as harmonize the processes of obtaining and processing data in accordance with established global methodologies and techniques.

**Keywords:** *pollution, plastic waste, microplastic, Black Sea, surf zone.*