

## Оцінка екосистемних послуг північно-західної частини Чорного моря: стан, проблеми та перспективи

*Тамерлан Абісалович Сафранов<sup>1</sup>,*

д. геол.-мін. н., професор, зав. кафедри екології та охорони довкілля,

<sup>1</sup>Одеський державний екологічний університет, вул. Львівська, 15, м. Одеса, 65016, Україна,

e-mail: [safranov@ukr.net](mailto:safranov@ukr.net), <http://orcid.org/0000-0003-0928-5121>;

*Микола Анатолійович Берлінський<sup>1</sup>,*

д. геогр. н., професор, зав. кафедри океанології та морського природокористування,

e-mail: [nberlinsky@ukr.net](mailto:nberlinsky@ukr.net), <http://orcid.org/0000-0002-4576-4958>;

*Юссеф Ель Хадрі<sup>1</sup>,*

PhD, ст. викл. кафедри океанології та морського природокористування,

e-mail: [magribinets@ukr.net](mailto:magribinets@ukr.net), <http://orcid.org/0000-0003-3690-0927>;

*Марія Олегівна Сліже<sup>1</sup>,*

к. геогр. н., ст. наук. співр.,

e-mail: [magribinetsm@gmail.com](mailto:magribinetsm@gmail.com), <http://orcid.org/0000-0002-6398-4188>

Під екосистемними послугами звичайно розуміють всі корисні ресурси та вигоди, які сучасне людство може отримати від природи, тобто матеріальні вигоди, що отримує людство від абіогенних і біогенних складових різноманітних природних екосистем. До цього часу не проведилися масштабні дослідження щодо оцінки екосистемних послуг української акваторії Чорного моря. Метою роботи є огляд сучасного стану екосистемних послуг та методів їх оцінки у північно-західній частині Чорного моря, а також перспектив їх використання. Існують такі групи екосистемних послуг: ресурсна (деревина, продовольство, прісна вода і т. ін., тобто те, що має ринкову оцінку та ціну); регулююча (наприклад, лісові масиви, що регулюють вологу і запобігають повеням); культурна-соціальна – вигоди, які здобувають, милуючись природою, отримуючи при цьому, якісь освітні, наукові функції тощо; підтримуюча (найскладніші природні цикли, до яких відносяться глибинні, біогеохімічні цикли, ґрунтоутворення тощо). Триваюче нераціональне використання природних ресурсів, і навіть втручання у перебіг процесів, обумовлює практично незворотні процеси зміни морських і прибережних екосистем, на відновлення яких треба застосувати нові підходи, орієнтовані не на тимчасову економічну вигоду, але на отримання сталих екосистемних послуг й у майбутньому. Основним підходом для оцінки стану екосистем у країнах ЄС є методика, що ґрунтується на відборі індикаторів навантаження на екосистеми та їх картуванні. Суть цієї методики полягає у тому, що сучасний стан екосистем пов'язаний з добробутом через екосистемні послуги, а тому природні екосистеми повинні перебувати в сприятливих умовах для надання основних послуг, які, у свою чергу, приносять користь та підвищують цей самий добробут. Виходячи з відсутності інформації про стан екосистемних послуг у масштабі північно-західної частини Чорного моря, першорядним завданням є визначення потреб місцевих спільнот щодо використання такого роду послуг, збиранню та узагальненню інформації про їх стан, узгодженню методів їх оцінки для даного регіону та проведення самої оцінки.

**Ключові слова:** екосистеми, екосистемні послуги, північно-західна частина Чорного моря.

**Як цитувати:** Сафранов Т. А. Оцінка екосистемних послуг північно-західної частини Чорного моря: стан, проблеми та перспективи / Т. А. Сафранов, М. А. Берлінський, Ю. Ель Хадрі, М. О. Сліже // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія «Геологія. Географія. Екологія», 2022. – Вип. 56. – С. 255-263. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2022-56-19>

**In cites:** Safranov T. A., Berlinsky M. A., El Hadri Y., Slizhe M. O. (2022). Assessment of ecosystem services of the north-western part of the Black sea: state, problems and prospects. Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, series "Geology. Geography. Ecology", (56), 255-263. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2022-56-19> [in Ukrainian]

**Постановка проблеми.** Морські і прибережні екосистеми зазнають негативного впливу, зумовленого зростанням кількості населення у прибережних районах, надмірною експлуатацією морських ресурсів, індустріалізацією, зміною клімату, процесами інтродукції, забруднення, евтрофікації, закислення та іншими факторами, що негативно впливають на їх стан і якість. Це створює ризики для усталеної діяльності та добробуту людства, оскільки від стану екосистем залежить постачання необхідних природних ресурсів, якість природних складових довкілля, кліматичні зміни, умови для рекреаційної діяльності тощо. Антропогенна діяльність торкається різноманіт-

них екосистем, включаючи морські, континентальні, природні, напівприродні та штучні їх типи.

Під екосистемними послугами (*ecosystem services*) звичайно розуміють всі корисні ресурси та вигоди, які сучасне людство може отримати від природи, тобто матеріальні вигоди, що гарантують абіогенні і біогенні складові різноманітних природних екосистем. Саме від екосистемних послуг залежить задоволення потреб людства в середовищі існування й продуктах харчування, а також рівень та якість його життя. У Документі ООН «*Millenium Ecosystem Assessment*» [1] екосистемні послуги називають «прямим та непрямим внеском у добробут людей». Усі екосистемні пос-

луги безкоштовні, оскільки люди не оплачують їх використання або споживання, але частину таких послуг можна оцінити у грошовому еквіваленті, щоб оцінити масштаби втрат внаслідок збитків корисних властивостей складових природних екосистем. Оцінка екосистемних послуг необхідна для урозуміння того, наскільки важливим для нормального життя людства є збереження біологічного різноманіття й підтримання природних процесів у довкіллі.

#### Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Основним підходом для оцінки стану екосистем у країнах ЄС [2] є методика, описана в аналітичній доповіді «*Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services (MAES)*» [3], що ґрунтується на відборі індикаторів навантаження на екосистеми та їх картуванні. Суть цієї методики полягає у тому, що сучасний стан екосистем пов'язаний з добробутом через екосистемні послуги, а тому природні екосистеми повинні перебувати в сприятливих умовах для надання основних послуг, які, у свою чергу, приносять користь та підвищують цей самий добробут. При цьому рушійні сили змін можуть мати позитивний (наприклад, підтримка гомеостазу) або негативний (антропогенне навантаження) вплив на стан екосистеми. З моменту проведення першої оцінки екосистемних послуг набір індикаторів тричі піддавався перегляду, були додані індикатори, на які (у першій редакції) не було зосереджено уваги. Потім було обрано пріоритетність індикаторів. В результаті складений їх остаточний варіант списку для кожного типу екосистеми, що і покладено в основу методики оцінки. При цьому, екосистеми були поділені на 12 типів, так званих екосистем *MAES*, які включають: 7 наземних типів, 1 прісноводний та 4 морських типи. З метою спрощення оцінювання були з'єднані пасовища та ріллі (агроекосистеми), а також перехідні води з прибережними, і, навіть, екосистеми шельфу і пелагіалі. Для кожного типу екосистем задля оцінки та картування за двома критеріями обирається свій набір ключових індикаторів: відповідність до політики; доступність даних. Індикатор відповідності до політики повинен відповідати, як мінімум, двом державним політичним програмам, стратегіям або директивам (наприклад, для України це можуть бути «Стратегія екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату на період до 2030 року», «Морська природоохоронна стратегія України» тощо). Другим критерієм, що використовується для визначення ключових показників, є доступність даних, що передбачає наявність вихідної інформації за 2010 рік і можливість оцінювати значення показника щодо вихідного рівня хоча б для певного моменту часу, а також мати великий масив даних, аби встановити тенденцію для індикатора. Після цього усі

відібрані індикатори заносяться до таблиці, яка потім використовується для оцінки навантаження та стану окремих типів екосистем. Велика увага приділяється визначенню набору показників стану екосистеми, важливих для політики, оскільки це є частиною системи управління екосистемними послугами.

Серед основних індикаторів розглядають:

1) показники навантаження на наземні і прісноводні екосистеми (зміна лісових площ, забруднення повітряного басейну, баланс біогенних елементів та ін.);

2) показники стану наземних і прісноводних екосистем (відсоток населення, схильного до впливу шумового забруднення; вміст  $NO_2$ , частинок діаметром 10 мкм ( $PM_{10}$ ), 2,5 мкм ( $PM_{2,5}$ ) і менше,  $O_3$  та інших поллютантів у атмосферному повітрі; частка забудованих площ; індекс використання водних ресурсів; індикатор птахів на сільськогосподарських угіддях та ін.);

3) показники стану морських екосистем (рівень забруднення, придатність для купання, вилов риби, біомаса нерестового запасу, віковий та розмірний склад промислових видів, кількість щорічних інтродукцій інвазійних видів та ін.).

Близько половини показників, що використовуються для оцінки екосистеми в країнах ЄС [2, 3], засновані на просторових даних і таким чином можуть бути нанесені на карти, які об'єднують індикатори навантаження та стану, щоб відображати зміни в екосистемах. Будуються три карти, які показують для кожної просторової одиниці: кількість індикаторів, що показують результат покращення (1), кількість індикаторів, що показують результат погіршення (2), або кількість індикаторів, які не показують жодних змін (3). Рішення про результати оцінки навантаження на просторову одиницю ґрунтується на процедурі, аналогічній до процедури оцінки тренду в масштабах ЄС (поєднання правила 5 % за десятиліття або на основі статистичного тестування).

Отже, слід зауважити, що значною мірою результати оцінки екосистем та екосистемних послуг залежать від набору індикаторів їх стану, вибір яких зумовлений відповідністю конкретним політичним цілям та інтересам конкретних отримувачів.

Багаторівневий підхід ТЕЕВ [4] включає *три кроки*: 1) виявити і оцінити послуги (індикатори, межі, кількісна оцінка); 2) розрахувати і продемонструвати цінність (оцінка у фізичних одиницях, оцінка у грошовому еквіваленті); 3) зафіксувати вартість та знайти рішення (інструменти – субсидії, податки, платежі за екосистемні послуги, регулювання доступу, інституційні заходи).

У рамках *першого кроку* для кожного рішення щодо використання природних ресурсів

необхідно виявити і оцінити повний набір екосистемних послуг і наслідків для різних груп суспільства. *Другий крок* передбачає розрахунок та наочну демонстрацію цінності екосистемних послуг. *Третій крок* передбачає фіксацію вартості екосистемних послуг та пошук рішень, що дозволить подолати їх недооцінку або відсутність оцінки за допомогою інструментів економічного інформування.

Сучасне суспільство зосереджено на причинах втрати екосистемних послуг та біологічного різноманіття, а також відповідальності за них. Фінансовий сектор розглядається в якості ключового важеля впливу на ці втрати, а також як механізм для покращення системи оцінки та управління екосистемними послугами. Деякі галузі економіки особливо схильні до ризику, пов'язаного з їх скороченням, а це насамперед галузі, які безпосередньо залежать від наявності натуральних продуктів (наприклад, рибальство та лісове господарство), стійко функціонуючих екосистем (наприклад, отримання аграрної продукції, біопалива, продуктів харчування та напоїв), або послуг, отриманих від них (наприклад, водопостачання, рекреація тощо) [5].

Оцінка вартості екосистемних послуг може бути інструментом монетарної оцінки біологічного різноманіття або конкретної цінності, яку воно забезпечує для підтримки населення та його способу життя [6]. Найбільш бажаним підходом [7] оптимізації природокористування є управління з урахуванням того, що лише біологічна різноманітність може забезпечити деякі екосистемні послуги. В даний час відсутні дослідження, що використовують кількісні значення біологічного різноманіття як інструмента для прогнозування наслідків альтернативних управлінських рішень [8], якщо не брати до уваги рідкісних винятків [9, 10].

Дослідження екосистемних послуг вкрай важливе для ухвалення рішень, що можуть вплинути на природні екосистеми, оскільки від збереження рівноваги екосистем залежить підтримання соціально-економічних можливостей існування людства. На жаль, поки екосистемні послуги відсутні в українському законодавстві і врахування їх у ході ухвалення рішень не є поширеним явищем [11], а тому оцінка екосистемних послуг різноманітних природно-ландшафтних комплексів України, зокрема морських і прибережних комплексів є *актуальною* екологічною і соціально-економічною проблемою.

Пандемія COVID-19 завдала удару по економіці всіх країн. Її наслідком стало скорочення робочих місць та годин роботи, скасування заходів підтримки економіки та стрімке зростання цін, особливо на продукти харчування, що в цілому

привело до скорочення рівня життя населення. Так, за даними [12] на кінець 2021 року в результаті пандемії COVID-19 у Європі та Центральній Азії близько 4,3 млн осіб можуть опинитися за межею бідності, що становить 5,50 долара на день. За таких умов основним завданням є якнайшвидше відновлення економіки та створення умов для нарощування темпів її зростання.

У цей непростий час спільнота країн Чорноморського регіону має на меті якомога можна ефективніше реалізувати потенціал екосистемних послуг та секторів «Блакитної економіки» Чорного моря, а також підтримати стратегії їх оптимізації. Для цього слід провести оцінку повного потенціалу ресурсів та екосистемних послуг у басейні Чорного моря, починаючи від гирл річок, узбережжя та шельфу до глибоководних морських ресурсів. Для підтримки «блакитного зростання» (*Blue Growth*), морських інновацій та нових морських технологій у Чорноморському басейні спеціально розроблений набір заходів – «прискорювач блакитного зростання» (*Blue Growth Accelerator*), який є новаторським підходом, що дозволяє ефективно використовувати та обмінюватися результатами досліджень, генерувати ідеї та стартапи, а також розвивати економіку замкненого циклу у Чорному морі.

Поки що не проводилося масштабних досліджень по оцінці екосистемних послуг української акваторії Чорного моря [13].

Існують такі групи екосистемних послуг: 1) ресурсна (деревина, продовольство, прісна вода і т. ін., тобто те, що має ринкову оцінку та ціну); 2) регулююча (наприклад, лісові масиви, що регулюють вологу і запобігають повеням); 3) культурно-соціологічна – вигоди, які здобувають, милуючись природою, отримуючи, при цьому, якісь освітні, наукові функції тощо; 4) підтримуюча (найскладніші природні цикли, глибинні, біогеохімічні цикли, ґрунтоутворення тощо) [14]. Нижче наводиться їх стисла характеристика на прикладі морських екосистем.

Як основою для ідентифікації морських екосистемних послуг, що надаються морськими та прибережними екосистемами, зручно скористатися вже розглянутою класифікацією, представленою в [15].

*Ресурсні (забезпечуючі) послуги.* Основною послугою морів є забезпечення продовольством у вигляді риби, інших морепродуктів та продуктів аквакультури (штучне розведення риби та інших водних тварин і рослин). За останні роки, незважаючи на стійке зростання попиту на ці продукти, рибальська промисловість не в змозі його задовольнити через скорочення світових запасів риби і морепродуктів. Різні види мікробів, рослин та тварин використовуються у фармацевтиці, косме-

тиці, садівництві, як індикатори у спостереженнях за станом навколишнього середовища тощо. Деякі водорості після відповідної переробки можна використовувати як біопаливо.

**Регулюючі послуги.** Біологічне регулювання передбачає регулювання взаємодії різних трофічних рівнів, що допомагає підтримувати збалансовану харчову піраміду. Атмосферне та кліматичне регулювання забезпечується морськими організмами, що здійснюють збереження та підтримку балансу хімічного складу атмосфери та морських басейнів. Морські екосистеми беруть участь у переробці відходів, сутність якої полягає в поглинанні, знезараженні, переробці та зберіганні відходів. Значна частина відходів виробництва та споживання потрапляє у морські басейни, де у різних морських екосистемах їх переробка проходить за різних умов. Морські екосистеми виконують функцію захисту від природних потрясінь (повінів та штормів). Наприклад, прибережна рослинність може пом'якшити потенційно руйнівні ефекти приливних хвиль, штормів та повеней шляхом утримуючої здатності та поверхневого опору, а достатньо широкі піскові пляжі здатні мінімізувати процеси абразії.

**Культурно-соціальні послуги** складаються із нематеріальних складових впливу на людину оточуючого її середовища. Умови навколишнього середовища визначають традиції та вірування суспільств, вони знаходять відображення у результатах творчої діяльності. Роль моря особливо важлива у окремих суспільствах, де розвинений промисел риби та морських ссавців. Морські екосистеми відіграють важливу роль у наданні послуг, які включають такі елементи комфорту, як чиста вода для купання, морський мікроклімат (ефект морського бризу). Естетичні цінності: багато людей отримують задоволення від споглядання на мальовничі види морських ландшафтів та узбережжя. Морські і прибережні екосистеми надають освітні послуги, оскільки апріорі є природними науковими лабораторіями, де можна здійснювати освітню та дослідницьку діяльність у польових умовах.

**Підтримуючі послуги.** Морські та прибережні екосистеми є довкіллям і джерелом харчування численних організмів, серед яких рослини, риби, птахи, молюски тощо. Особливо важливу роль відіграють деякі прибережні екосистеми як середовища існування для молодняка риб та інших організмів. Морські екосистеми також відіграють важливу роль у виробництві первинної продукції та фотосинтезі. Кругообіг поживних речовин здійснюється за допомогою багатьох учасників. Найбільш інтенсивно цей процес відбувається у гирлах річок, які є найбільш багаті біогенними (поживними) речовинами, що надходять із

неорганічних джерел або переробляються з останків мертвих організмів. Водночас багато ресурсів на сьогоднішній день виснажені, на що існує ціла низка причин. Основною є антропогенна дія, що включає надмірний вилов риби, руйнівних рибальських методах, згубній дії аквакультури, забрудненні та евтрофікації водної товщі, змінах клімату тощо.

**Формулювання мети статті.** Метою роботи є огляд сучасного стану екосистемних послуг та методів їх оцінки у північно-західній частині Чорного моря, а також перспектив їх використання.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Морські та прибережні екосистеми відіграють найважливішу роль у наданні таких ключових послуг, як забезпечення продуктами харчування, зв'язування антропогенного вуглецю, переробка відходів, біологічне регулювання та забезпечення середовищем існування гідробіонтів. Однак, поряд з іншими екосистемами, вони сьогодні перебувають під серйозним антропогенним тиском. Це наочно простежується на прикладі північно-західної частини Чорного моря (ПЗЧМ).

Оцінка екосистемних послуг є важливим кроком в напрямку визначення їх внеску в різні галузі економіки, а також дозволяє судити про потенціальні можливості задля надання цих послуг у конкретному контексті і для конкретних отримувачів матеріальних вимог; при цьому визначається наскільки рівень надання екосистемних послуг є сталим, а також можливості ідентифікувати пороги та переломні моменти [11]. Наприклад, на північно-західному шельфі Чорного моря у районі дельти Дунаю, а також у його північній частині між Дністром та Дніпром, вплив екстремальних погодних явищ, посилення штормових нагонів та подальше затоплення прибережних районів відповідно впливає на екосистемні послуги (рекреаційно-туристичну діяльність і т. д.), що доцільно враховувати при створенні системи управління цими районами.

1. **Ресурсні послуги.** Морська вода є середовищем, що забезпечує судноплавство, функціонування морегосподарських комплексів, місце існування водних організмів, промислове рибальство, марикультуру, технічне водопостачання, таласотерапію тощо. Донні відклади є джерелом будівельних матеріалів, розсипних корисних копалин, газогідратів, лікувальних грязей, а також середовищем мешкання бентосних організмів (у т. ч. марикультури). Фізико-хімічні особливості водної товщі та донних відкладів обумовлюють просторово-часовий розподіл середовищ мешкання гідробіонтів, а також їх видове та генетичне розмаїття. Гідробіонти Чорного моря представлені 5600 видами, у тому числі: фітопланктон – 2800, мікро-

водорості – 453, ракоподібні – 390, риби – 200, морські гриби – 175; налічується чотири види морських ссавців: тюлень-монах звичайний (*Monachus*), афаліна звичайна (*Tursiops truncatus*), фоцена звичайна (*Phocoena phocoena L.*) та дельфін білобокий (*Delphinus delphis*); всі вони занесені до Червоної книги України, однак їх популяції продовжують скорочуватися внаслідок заплутування у рибальських сітках.

Північно-західна частина Чорного моря є важливим районом рибальства, яке забезпечує місцеve населення продуктами харчування та є прибутковою статтею економіки. Масовими та цінними промисловими видами є хамса, шпрот, тюлька, оселедці, хоча раніше їхтїофауна була також представлена осетровими (*Acipenser sp.*), кефаллю (*Mugil sp.*), скумбрією (*Scomber sp.*) та іншими цінними видами риб. За даними Державного агентства рибного господарства України у 2020 році в Чорному морі було видобуто 9800 т біологічних ресурсів, у тому числі в причорноморських лиманах – 64 т, у пригирлових зонах Дунаю – 349 т, у Дніпровсько-Бузькій естуарній зоні – 2787 т. тюльки, хамси, шпроту, а також рапану. У 2021 році вилов риби Україною в Чорному морі становив 7669 т, у причорноморських лиманах – 107 т, у пригирлових зонах Дунаю – 504 т, у Дніпровсько-Бузькій зоні – 1157 т. Крім того, істотним джерелом надходження тваринного білка є розвиток аквакультури; у 2020 році було отримано 18 570 т продукції аквакультури, значна частина якої припадає на прибережні екосистеми. Процеси евтрофікації зумовили розвиток гіпоксії і навіть аноксії, що, у свою чергу, спричинило загибель риб, мідій та інших «фільтраторів» води. Тільки у 1973-1990 роки у межах північно-західної частини Чорного моря втрати становили 60 млн т (зокрема 5 млн т риби). У 1990-х роках екологічна ситуація дещо покращилася, а замори риб та двостулкових стали відбуватися рідше і на менших площах [16].

Для північно-західної частини морського басейну характерними є унікальні ресурси «філофорного поля Зернова» – зосередження водоростей-макрофітів, домінуючими видами серед яких є червоні водорості сімейства *Phyllophoraceae*. Оскільки більше півстоліття здійснювався інтенсивний промисловий видобуток пласт-утворюючої форми виду *Phyllophora crispa* для промислового отримання агар-агару, а також внаслідок антропогенного впливу на морське середовище ПЗЧМ зафіксовано зменшення генетичної різноманітності гідробіонтів філофорного поля. Крім того, зниження прозорості води призвело до зниження активності процесів фотосинтезу та загибелі значної частини бентосних водоростей на глибинах 20-60 м; площа філофорного поля з 11 тис. км<sup>2</sup> у

1950-х роках зменшилася до 0,5 тис. км<sup>2</sup> у 1980-х роках, а біомаса зменшилася з 10 млн т до 0,2 млн т відповідно. Природно-антропогенні зміни призвели до деградації специфічних видів безхребетних та риб з червоним забарвленням, тобто частини «філофорного біоценозу». Останніми роками відзначається слабо виражена тенденція відновлення філофорного поля – ботанічного заповідника загальнодержавного значення.

2. *Регулюючі послуги.* Як зазначено вище, біологічне регулювання має на увазі регулювання взаємодії різних трофічних рівнів, що допомагає підтримувати збалансовану екологічну піраміду. Підтвердженням цього є різке зменшення специфічних видів риб та безхребетних внаслідок різкого скорочення біомаси *Phyllophora crispa*, що призвело до деградації «філофорного біоценозу».

Атмосферний вплив (регулювання) виявляється у тому, що з повітряними масами до морського басейну заносяться біогенні елементи та забруднюючі речовини, що сприяє розвитку процесів евтрофікації, а також негативно впливає на стан і якість морських вод та донних відкладів. Вплив теплого морського басейну поширюється углиб суші на 140-280 км, тобто регулює кліматичні умови всього південного узбережжя України, охоплюючи всю прибережну зону Північно-Західного Причорномор'я. Певну роль у формуванні мезокліматичних умов і забрудненні повітряного басейну в прибережній смузі грає бризові циркуляції повітряних мас.

Водно-болотні угіддя, які мають широкий розвиток у прибережній зоні Північно-Західного Причорномор'я, виступають у ролі регулятора таких процесів, як акумулювання та зберігання прісної води, фільтрація води, поглинання з атмосфери та накопичення вуглецю, повернення в атмосферу кисню, регулювання поверхневого стоку, стабілізація рівня ґрунтових вод, участь у формуванні кліматичних умов (опадів, вологості та температури повітря), запобігання та стримування ерозійних процесів, підтримання та збереження біологічної різноманітності, формування місць проживання різних видів рослин та тварин, у тому числі рідкісних та червонокнижних, а також підтримання максимальної біологічної продуктивності аквальної екосистем.

Днопоглиблювальні роботи та дампінг ґрунтів в акваторіях морських портів сприяють розвитку судноплавства, проте призводять до забруднення водної товщі і донних відкладів та негативного впливу на біологічні ресурси в окремих ділянках. На бентос та інші гідробіонти негативно впливають роботи з розробки будівельних матеріалів, покладів вуглеводневої сировини та інших корисних копалин. Скидання стічних та інших зворотних вод від сільськогосподарських угідь,

промислово-міських агломерацій, морегосподарських комплексів та від інших джерел забруднення провокують процеси евтрофікації та забруднення морського середовища, що негативно відображається на стані абіогенних та біогенних компонентів морської екосистеми. Дренажний стік є джерелом надходження біогенних речовин; при цьому слід зазначити, що всі місця скидання дренажних вод приурочені до пляжної зони та знаходяться у незадовільному технічному стані; крім того, через дренажну систему періодично здійснюється скидання стічних вод від невстановлених джерел [17].

Деякі види антропогенної діяльності вкрай негативно вплинули на відтворення цінних осетрових риб. Берегоукріплювальні споруди перешкоджають руйнуванню берегів, але вони сприяють створенню застійних гідродинамічних зон між ними та береговою лінією, а також їх забрудненню при скиданні зворотних, зокрема дренажних вод.

Неефективна система управління та поводження з твердими побутовими відходами, неконтрольована рекреаційна діяльність у прибережній смузі призвела до утворення стихійних звалищ, які є джерелом формування морського сміття, яке у морському середовищі трансформується та негативно впливає на біоту. Наприклад, відходи пластикових матеріалів (макропластик), що потрапили в морське середовище, поступово руйнуються, породжуючи величезну кількість мікрочастинок, які несуть небезпеку для стану морського середовища і біоті [18]. Мікрочастинки пластику мають широкий спектр розмірних груп та низьку щільність, внаслідок чого багато морських організмів сприймають їх як джерело їжі; оскільки частинки мікропластику не розкладається їх ферментативною системою, вони представляє їм загрозу і навіть можуть бути причиною їх загибелі. Крім того, частинки мікропластику здатні адсорбувати на своїй поверхні багато поллютантів, стаючи тим самим їх вторинним джерелом, а переміщаючись по трофічному ланцюгу поллютанти можуть концентруватися як у консументах високого порядку, так і в організмі людини. На біологічне різноманіття негативно впливають навмисна і випадкова біологічна інвазія. Прикладом тому є інвазія гребневіка-мнеміопсису (*Mnemiopsis leidyi*), який активно розмножився і його біомаса складала у 1989 році 1 млрд. т (90 % від загальної біомаси Чорного моря), що зумовило знищення зоопланктону, ікри і мальків риб, тобто скорочення кормової бази риб в 30 разів протягом двох років.

3. *Культурно-соціальні послуги.* Морські та прибережні екосистеми Північно-Західного Причорномор'я відіграють важливу роль у наданні рекреаційних послуг. Комфортні біокліматичні

умови, значна протяжність пляжної зони та інші природно-рекреаційні ресурси дозволяють говорити про перспективність прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я для різних форм рекреації, включаючи таласотерапію (лікування морським кліматом та купаннями у поєднанні із сонячними ваннами) [19, 20]. Однак, відносно низька солоність, евтрофованість і підвищена забрудненість морської води, особливо в пригирлових зонах, обмежують можливості таласотерапії, але наявність ропи, лікувальних грязей і комфортні біокліматичні умови в зонах поширення окремих лиманів обумовлюють їх високий рекреаційний вплив. У прибережній смузі північно-західної частини Чорного моря є родовища лікувальних грязей (мулових сульфідних пелоїдів): Тузловські лимани (запаси 35185 тис. м<sup>3</sup>), Будацький лиман (4190 тис. м<sup>3</sup>), Хаджибейський лиман (11048 тис. м<sup>3</sup>), Куяльницький лиман (15327 тис. м<sup>3</sup>); Тилігульський лиман (11276 тис. м<sup>3</sup>), Березанський лиман (10 910 тис. м<sup>3</sup>) та ін. Лише Куяльницький та деякі лимани Одеської області поки що використовуються для грязелікування та отримання медичних препаратів, хоча потенційні можливості інших лиманів Північно-Західного Причорномор'я дуже великі.

Оскільки на значній частині узбережжя розташовані численні техногенні об'єкти, які нерідко є береговими джерелами забруднення, вони занижують рекреаційні можливості морського середовища.

Естетичною цінністю є привабливі морські та прибережні ландшафти Північно-Західного Причорномор'я з унікальним візуальним середовищем. Дунайський та Чорноморський біосферні заповідники, «Тузловські лимани», «Куяльницький» та «Джарилгацький» національні природні парки, регіональні ландшафтні парки, заказники та інші об'єкти та території природно-заповідного фонду можуть надавати освітні послуги, оскільки є природними науковими лабораторіями де можна здійснювати дослідницьку діяльність у польових умовах.

4. *Підтримуючі послуги.* Морські та прибережні екосистеми Північно-Західного Причорномор'я є середовищем мешкання і джерелом харчування численних організмів. Особливо важлива роль водно-болотних угідь, що охороняються Рамсарською конвенцією (Кілійське гирло, Сасик, Шагани-Алібей-Бурнас, південна частина Дністровського лиману, Тилігульський лиман, Ягорлицька затока та ін.), що мають величезне значення як місце проживання навколотовних і водоплавних птахів та характеризується біологічною різноманітністю. Як регулюючі послуги, водно-болотні угіддя відіграють важливу роль у виробництві первинної продукції та фотосинтезі, а



також є джерелом продовольства, сировини, генетичних ресурсів для ліків; вони пом'якшують поєди, захищають берегові лінії та підвищують опір до стихійних лих, а також відіграють важливу роль у розвитку транспортної системи та рекреаційно-туристичної діяльності, у культурно-духовному благополуччі людей.

Найбільш інтенсивний кругообіг біогенних (поживних) речовин відбувається в гирлах річок, що впадають у ПЗЧМ. Ці речовини надходять із неорганічних джерел або переробляються з мертвих організмів. Водночас багато ресурсів і на сьогоднішній день виснажені, і на це існує ціла низка причин: надмірний вилов риби, руйнівні рибальські методи, негативний вплив аквакультури, забруднення та евтрофікація, зміна клімату тощо.

Морське середовище поглинає, незаражує та переробляє різноманітні відходи виробництва та споживання. Прибережні екосистеми виконують функцію захисту від природних потрясінь; прибережна рослинність може пом'якшити потенційно руйнівні ефекти приливних хвиль.

Триває нерациональне використання природних ресурсів, і навіть втручання у перебіг процесів, обумовлює практично незворотні процеси зміни морських і прибережних екосистем, на відновлення яких треба застосувати нові підходи, орієнтовані не на тимчасову економічну вигоду, але на отримання сталих екосистемних послуг й у майбутньому.

**Висновки.** Таким чином, виходячи з відсут-

ності інформації про стан екосистемних послуг у масштабі Чорного моря в цілому, зокрема в його північно-західній частині, першорядне завдання становить визначення потреб місцевих спільнот щодо використання екосистемних послуг, збирання та узагальнення інформації про їх стан, узгодження методів оцінки послуг для даного регіону та проведення цієї оцінки. Необхідно розглянути шляхи переходу надалі на моделі управління природними ресурсами північно-західної частини Чорного моря з урахуванням оцінки екосистемних послуг, що зводять до мінімуму їх втрати та навантаження на морські та прибережні екосистеми. Надати допомогу в такому управлінні морськими ресурсами новаторський підхід (*Blue Growth Accelerator*), при якому господарська діяльність здійснюється з урахуванням конкретних потреб місцевих / національних спільнот, надає низку можливостей, що ґрунтуються на управлінні екосистемними послугами і який нині не застосовується у Чорноморському басейні. Для цього необхідно підвищити суспільну обізнаність та поглибити розуміння суспільством цінності екосистемних послуг у цієї частині Чорного моря.

#### **Подяки**

Це дослідження підтримано проектом «Developing Optimal and Open Research Support for the Black Sea (DOORS)». Автори висловлюють подяку Європейському дослідницькому виконавчому агентству за фінансову підтримку цього дослідження в рамках гранту 101000518.

#### **Список використаної літератури**

1. Millennium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. – Washington, DC: Island Press, 2005. – 154 p.
2. Maes J. *Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services: An EU ecosystem assessment*, EUR 30161 EN / J. Maes, A. Teller, M. Erhard et al. – Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2020. – 452 p. <https://doi.org/10.2760/757183>.
3. Maes J. *Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services: An analytical framework for ecosystem condition* / J. Maes, A. Teller, M. Erhard et al. – Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2018. – 78 p.
4. Sukhdev P. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature. A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB* / P. Sukhdev, H. Wittmer, C. Schröter-Schlaack et al. – Bonn: TEEB, 2010. – 36 p.
5. *Bloom or Bust? A Document of the UNEP FI Biodiversity & Ecosystem Services Work Stream (BESW)*. – Geneva: UNEP FI, 2008. – 39 p.
6. Costanza R. *The value of the world's ecosystem services and natural capital* / R. Costanza, R. d'Arge, R. De Groot, S. et al. // *Nature*. – 1997. – Vol. 387. – P. 253–260. <https://doi.org/10.1038/387253a0>
7. Mace G.M. *Biodiversity and ecosystem services: a multilayered relationship* / G.M. Mace, K. Norris, A.H. Fitter // *Trends in Ecology & Evolution*. – 2012. – Vol. 27(1). – P. 19–26. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2011.08.006>
8. Усольцев В.А. *Биоразнообразие в экосистемах: краткий обзор проблемы* / В.А. Усольцев // *Эко-потенциал*. – 2019. – № 1(25). – С. 9–47.
9. Nicholson E. *Making robust policy decisions using global biodiversity indicators* / E. Nicholson, B. Collen, A. Barausse et al. // *PLoS ONE*. – 2012. – Vol. 7(7): e41128. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0041128>
10. Ressaurreição A. *Different cultures, different values: the role of cultural variation in public's WTP for marine species conservation* / A. Ressaurreição, J. Gibbons, M. Kaiser et al. // *Biological Conservation*. – 2012. – Vol. 145(1). – P. 148–159. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.10.026>
11. Василюк О. *Екосистемні послуги: огляд* / О. Василюк, Л. Ільмінська. – Чернівці: Друк-Арт, 2020. – 84 с.
12. *Конкуренция и восстановление предприятий после пандемии COVID-19. Доклад об экономике региона Европы и Центральной Азии, 2021*. – Вашингтон: Всемирный банк, 2021. – 116 с. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1802-8>

13. *Ecosystems and their services [Electronic resource] / The Biodiversity information system for Europe, 2021. – Available at: <https://biodiversity.europa.eu/ecosystems> (accessed 31.01.2022).*
14. Бобылев С.Н. Экосистемные услуги и экономика / С.Н. Бобылев, В.М. Захаров. – М.: ООО «Типография ЛЕВКО», Институт устойчивого развития/Центр экологической политики России, 2009. – 72 с.
15. Оценка экосистем на пороге тысячелетия. Экосистемы и благосостояние людей: рамки оценки. – Вашингтон: Island Press, 2005. – 268 с.
16. Руденко Л.Г. Оцінка стану виконання підсумкових документів Всесвітнього саміту зі сталого розвитку (Йоганнесбург, 2002) в Україні / Л.Г. Руденко, Г.О. Білявський, І.О. Горленко та ін. – К.: Академперіодика, 2004. – 208 с.
17. Тучковенко Ю.С. Характеристика сбросов антропогенных источников загрязнения морских вод у побережья Одессы в современный период / Ю.С. Тучковенко, О.Ю. Сапко // Вісник Одеського державного екологічного університету. – 2017. – Вип. 22. – С. 5–13.
18. Сафранов Т.А. Пластик твердых бытовых отходов прибрежной зоны Північно-Західного Причорномор'я як складова морського сміття / Т.А. Сафранов, М.А. Берлінський, Д.М. Змієнко // Вісник ХНУ імені В.Н. Каразіна. Серія «Екологія». – 2020. – Вип. 23. – С. 57–66. <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2020-23-06>
19. Стан і якість природного середовища прибрежної зони Північно-Західного Причорномор'я: монографія / за ред. Т.А. Сафранова, А.В. Чугай / Т.А. Сафранов, А.В. Чугай, М.А. Берлінський та ін. – Харків: ФОП Панов А.М., 2017. – 298 с.
20. Полетаєва Л.М. Оцінка рекреаційного потенціалу пляжних зон Одеської області / Л.М. Полетаєва, О.Ю. Сапко, Т.О. Сафранов // Український гідрометеорологічний журнал. – 2019. – №23. – С. 135–149. <https://doi.org/10.31481/uhmj.23.2019.12>

**Внесок авторів:** всі автори зробили рівний внесок у цю роботу

## Assessment of ecosystem services of the north-western part of the Black sea: state, problems and prospects

**Tamerlan Safranov<sup>1</sup>,**

DSc (Geology and Mineralogy), Professor, Head of Department of Ecology and Environmental Protection of <sup>1</sup>Odessa State Environmental University, 15 Lvivska St., Odessa, 65016, Ukraine;

**Nikolai Berlinsky<sup>1</sup>,**

DSc (Geography), Professor, Head of Oceanology and Marine Management Department;

**Youssef El Hadri<sup>1</sup>,**

PhD (Natural Sciences), Senior Lecturer of Oceanology and Marine Management Department;

**Mariia Slizhe<sup>1</sup>,**

PhD (Geography), Senior Researcher

### ABSTRACT

**Formulation of the problem.** Ecosystem services are resources and benefits that modern humanity can receive from the nature. It is the material benefit from abiogenic and biogenic components of various natural ecosystems. There were not large-scale studies according of evaluation ecosystem services in the Ukrainian water area of the Black Sea before, it is the actual environmental and socio-economic problem.

**Review of previous publications.** The main approach to evaluating the state of ecosystems in the EU countries based on the choice of load indicators on the ecosystems and their mapping. Multi-level approach implies the next steps: detection and evaluation of services (indicators, borders, quantitative assessment); calculations and a demonstration of value (assessment in physical units and money equivalent); court fixation and solutions (tools - subsidies, taxes, payments for ecosystem services, etc.).

**Purpose.** The man goal of the paper is analysis and estimation of modern state of ecosystem services, methods and perspectives of their using.

**Methods.** The methodological basis of the study is the critical analysis of existing approaches to the assessment of ecosystem services of marine and coastal ecosystems. During the preparing of the paper published data had been used, as well as the materials of personal research on various aspects of the evaluation of ecosystem services of the Northwestern part of the Black Sea.

**Results.** Marine and coastal ecosystems play a critical role in providing key services such as food supply, sequestration of anthropogenic carbon, waste management, biological regulation and the provision of habitat for hydrobionts. However, along with other ecosystems, today they are under serious anthropogenic pressure. Some types of anthropogenic activities have a very negative effect to the condition of natural ecosystems and to receive of their services. The ecosystems of the Northwestern part of the Black Sea are the living place of numerous organisms. These ecosystems consist on supporting services. Important regulatory services provide wetlands protected by the Ramsar Convention. The most intense cycle of nutrient substances occurs in the river's mouth areas. The marine environment absorbs, disinfects and processes all sorts of waste production and consumption.



**Conclusions.** Take into account of the limited information of the of ecosystem services under the Northwestern part of the Black Sea, the first task is to determine the needs of local populations for these services, collection and generalization of information about their condition, coordination of their assessment methods for the region and the evaluation itself.

**Keywords:** *ecosystems, ecosystem services, Northwestern part of the Black Sea.*

### References

1. Millennium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis* (2005). Washington, DC: Island Press, 154.
2. Maes J. et al. (2020). *Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services: An EU ecosystem assessment*, EUR 30161 EN. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 452. <https://doi.org/10.2760/757183>
3. Maes J. et al. (2018). *Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services: An analytical framework for ecosystem condition*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 78.
4. Sukhdev P. et al. (2010). *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature. A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB*. Bonn: TEEB, 36.
5. *Bloom or Bust? A Document of the UNEP FI Biodiversity & Ecosystem Services Work Stream (BESW)* (2008). Geneva: UNEP FI, 39.
6. Costanza R. et al. (1997). *The value of the world's ecosystem services and natural capital*. *Nature*, 387, 253–260. <https://doi.org/10.1038/387253a0>
7. Mace G.M. et al. (2012). *Biodiversity and ecosystem services: a multilayered relationship*. *Trends in Ecology & Evolution*, 27(1), 19–26. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2011.08.006>
8. Usol'cev V.A. (2019). *Biodiversity in ecosystems: a brief overview of the problem*. *Èko-potencial*, 1(25), 9-47 [in Russian]
9. Nicholson E. et al. (2012). *Making robust policy decisions using global biodiversity indicators*. *PLoS ONE*, 7(7):e41128. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0041128>
10. Ressurreição A. et al. (2012). *Different cultures, different values: the role of cultural variation in public's WTP for marine species conservation*. *Biological Conservation*, 145(1), 148–159. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.10.026>
11. Vasyliuk O. & Ilminska L. (2020). *Ecosystem services: an overview*. *Chernivtsi: Print-Art*, 84 [in Ukrainian]
12. *Competition and business recovery after the COVID-19 pandemic. Europe and Central Asia Economic Report, 2021*. (2021). Washington: World Bank, 116. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1802-8> [in Russian]
13. *Ecosystems and their services* [Electronic resource]. *The Biodiversity information system for Europe, 2021*. Available at: <https://biodiversity.europa.eu/ecosystems> (accessed 31.01.2022).
14. Bobylev S.N. & Zaharov V.M. (2009). *Ecosystem services and economics*. Moscow: LEVKO Printing House LLC, Institute for Sustainable Development/Center for Environmental Policy of Russia, 72 [in Russian]
15. Millennium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and human well-being: an assessment framework*. (2005). Washington: Island Press, 268 [in Russian]
16. Rudenko L. et al. (2004). *Assessment of the state of implementation of the final documents of the World Summit on Sustainable Development (Johannesburg, 2002) in Ukraine*. Kyiv: Academic periodicals, 208 [in Ukrainian]
17. Tuchkovenko Y. & Sapko O. (2017). *Characteristics of discharges of anthropogenic sources of pollution of sea waters off the coast of Odessa in the modern period*. *Bulletin of Odessa State Ecological University*, 22, 5–13 [in Russian]
18. Safranov T. et al. (2020). *Plastic solid waste from the coastal zone of the North-Western Black Sea coast as a component of marine litter*. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, series «Ecology»*, 23, 57–66. <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2020-23-06> [in Ukrainian]
19. Safranov T. et al. (Eds.). (2017). *State and quality of the natural environment of the coastal zone of the North-Western Black Sea coast: monograph*. Kharkiv: Private individual Panov A.M., 298 [in Ukrainian]
20. Poletaieva L. et al. (2019). *Assessment of recreational potential of beach areas of Odessa region*. *Ukrainian Hydro-meteorological Journal*, 23, 135–149. <https://doi.org/10.31481/uhmj.23.2019.12> [in Ukrainian]

**Authors Contribution:** All authors have contributed equally to this work

Received 6 February 2022  
Accepted 17 February 2022