

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І. І.
МЕЧНИКОВА

Факультет гідрометеорології і екології

Кафедра океанології та морського природокористування

Кваліфікаційна робота

на здобуття ступеня вищої освіти «магістра»

**ОСОБЛИВОСТІ АНТРОПОГЕННОГО
НАВАНТАЖЕННЯ НА ПРИБЕРЕЖНУ ЕКОСИСТЕМУ
ІРЛАНДІЇ
FEATURES OF THE ANTHROPOGENIC LOAD ON THE
COASTAL ECOSYSTEM OF IRELAND**

Виконав: студент 2 курсу очної форми навчання
спеціальності 103 «Науки про Землю»
Освітньо-професійна програма
Океанологія і гідрографія

Бородіна Катерина Олексіївна

(прізвище, ім'я, по-батьковіздобувача)

Рецензент: д.геол.мінер.н,проф,СафрановТ.А.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

Керівник проекту Д.геогр.н.,проф.Берлінський М.А.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

Рекомендовано до захисту:
Протокол засідання кафедри
океанології
№ ___ від ____ . ____ . 2024 р.

Завідувач кафедри
Юрій ТУЧКОВЕНКО
(підпис) (прізвище, ім'я)

Захищено на засіданні ЕК № __
протокол № __ від ____ . ____ . 2024 р.

Оцінка _____ / _____ / _____
(за національною шкалою/шкалою ECTS/ бали)
Голова ЕК
Олександр МАТИГІН
(підпис) (прізвище, ім'я)

Одеса 2024

АНОТАЦІЯ

На магістерську роботу по темі «особливості антропогенного навантаження на прибережну екосистему Ірландії» магістра групи МЗО-19 Бородіної Катерини Олексіївни

Актуальність обраної теми обумовлена посиленням антропогенного впливу на прибережні екосистеми Ірландії внаслідок змін клімату, зростання урбанізації, розширення туризму та промислової діяльності.

Мета роботи: аналіз існуючого стану антропогенного впливу на прибережні зони Ірландії та моделювання можливих сценаріїв їх розвитку з урахуванням екологічних та соціально-економічних факторів.

Об'єкт дослідження : прибережна екосистема, яка зазнає впливу різних видів людської діяльності.

Предмет дослідження: специфічні види впливу антропогенної діяльності на прибережні екосистеми та їх наслідки.

Завданням дослідження є визначення основних видів антропогенного впливу на прибережні зони Ірландії, аналіз стану біорізноманіття в уразливих екосистемах, моделювання сценаріїв розвитку антропогенного навантаження до 2050 року, розробка стратегій зниження впливу людської діяльності на прибережні екосистеми.

Методи: екологічний моніторинг якості води, аналіз історичних даних антропогенного впливу, а також моделювання можливих сценаріїв розвитку екосистем із використанням системи оцінки екологічного ризику.

Результати: Ідентифіковано основні антропогенні загрози, зокрема, інтенсивне рибальство, урбанізацію, забруднення пластиком та хімічними речовинами. Показано, що без належних заходів захисту до 2050 року можлива деградація ключових екосистем Ірландії, зокрема естуаріїв та підводних луків.

Висновки. Моделювання показало, що впровадження комплексних заходів, таких як регулювання рибальства, очищення стоків, зменшення пластикового забруднення та адаптація до змін клімату, здатне значно зменшити негативний вплив антропогенного навантаження.

Ключові слова: АНТРОПОГЕННЕ НАВАНТАЖЕННЯ, ПРИБЕРЕЖНІ ЕКОСИСТЕМИ, БІОРИЗНОМАНІТТЯ, ІРЛАНДІЯ, СЦЕНАРІЇ РОЗВИТКУ, ЗАХИСТ ПРИРОДИ, КЛІМАТИЧНІ ЗМІНИ, ЗАБРУДНЕННЯ.

SUMMARY

Purpose: Analysis of the impact of anthropogenic pressure on the coastal ecosystems of Ireland and the modeling of future scenarios for sustainable management and protection of these ecosystems.

Methods: The research employed GIS technologies to analyze spatial changes, ecological monitoring of water quality, historical data analysis on anthropogenic impacts, and scenario modeling using an environmental risk assessment framework. Key data sources included government reports, satellite imagery, and field measurements of biodiversity and pollution levels.

Results: The study identified critical anthropogenic threats, such as overfishing, urbanization, plastic and chemical pollution, and climate change effects. Projections indicate that, without significant intervention, key ecosystems like estuaries, tidal zones, and underwater kelp forests could face severe degradation by 2050. Conversely, the implementation of sustainable management practices—such as stricter pollution control, habitat restoration, and adaptive climate measures—can mitigate these risks and stabilize the ecosystem functions.

Conclusions: The research highlights the urgent need for comprehensive strategies to address human-induced pressures on Ireland's coastal zones. Effective measures, including stricter regulation of fishing practices, enhanced waste management, and the promotion of biodiversity-friendly policies, can ensure the long-term ecological and economic sustainability of these regions. Modeling scenarios underscore the importance of immediate action to balance development and conservation.

Key words: ANTHROPOGENIC PRESSURE, COASTAL ECOSYSTEMS, BIODIVERSITY, SCENARIO MODELING, CLIMATE CHANGE, SUSTAINABLE MANAGEMENT, IRELAND, POLLUTION.

Зміст

ВСТУП	5
1 ПРИРОДНО-ГЕОГРАФІЧНІ УМОВИ ПРИБЕРЕЖНОЇ ЕКОСИСТЕМИ ІРЛАНДІЇ	8
1.1. Географічне положення Ірландії	8
1.2. Зміни ландшафту Ірландії в різні епохи та їх вплив на прибережні екосистеми.....	11
1.3. Біорізноманіття прибережних екосистем.....	14
1.4. Основні види антропогенного впливу на прибережні екосистеми....	18
2 ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ	25
2.1. Забруднення водних ресурсів та зміна біорізноманіття.....	25
2.2. Ерозія берегової лінії та зміна клімату і його вплив на прибережні екосистеми.....	30
2.3. Приклади окремих прибережних зон, які постраждали від антропогенного впливу.....	35
3 СТРАТЕГІЇ ЗМЕНШЕННЯ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ ТА ЗАХИСТУ ПРИБЕРЕЖНИХ ЕКОСИСТЕМ	43
3.1. Політика з охорони прибережних зон та управління природними ресурсами	43
3.2. Екологічна освіта та підвищення обізнаності громадян	45
3.3. Технологічні рішення для зменшення впливу	50
3.4. Міжнародне співробітництво в галузі охорони прибережних екосистем.....	55
4 ПРОГНОЗ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗМІН У ПРИБЕРЕЖНИХ ЕКОСИСТЕМАХ ІРЛАНДІЇ	59
4.1. Оцінка потенційних змін клімату та їх вплив на прибережні екосистеми.....	59
4.2. Моделювання майбутніх сценаріїв розвитку антропогенного навантаження та заходів захисту.....	62
4.3. Аналіз можливих інноваційних рішень для захисту екосистем з використанням новітніх технологій.....	68
ВИСНОВКИ	72
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	74
ДОДАТКИ	81

ВСТУП

Актуальність роботи полягає у необхідності детального дослідження впливу діяльності людини на екосистеми, які є вразливими та мають важливе значення для біорізноманіття, економіки та людського добробуту. У сучасному світі стрімкий розвиток урбанізації, промисловості, сільського господарства, рекреаційної діяльності та туризму призводить до зростання антропогенного тиску на екосистеми. Прибережні зони є одними з найуразливіших територій, оскільки вони одночасно піддаються впливу як природних факторів, так і діяльності людини.

По-перше, прибережні екосистеми виконують низку екологічних функцій, таких як стабілізація берегів, очищення води, підтримання біорізноманіття, а також забезпечення кормової бази для багатьох видів тварин і рослин. Порушення цих функцій через антропогенне навантаження може призвести до серйозних екологічних проблем, зокрема ерозії берегів, забруднення водних ресурсів, зниження біорізноманіття та порушення природних циклів. Важливо зазначити, що ці процеси можуть мати глобальні наслідки, зокрема в контексті зміни клімату та підвищення рівня Світового океану.

По-друге, зростаюче населення у прибережних регіонах та інтенсивний розвиток інфраструктури (причали, порти, промислові об'єкти) призводять до деградації природних екосистем, які не встигають відновлюватися. Викиди шкідливих речовин, забруднення побутовими та промисловими відходами, хімічні речовини та токсини, які потрапляють у воду, створюють критичні умови для флори та фауни прибережних зон. Це, в свою чергу, викликає зниження чисельності видів та втрачену продуктивність природних систем.

Окрім того, прибережні зони часто є популярними для рекреаційної діяльності, що також створює додаткове навантаження. Туристичний сектор значною мірою впливає на екосистеми через будівництво туристичних

комплексів, причалів, доріг, а також через забруднення та деградацію територій внаслідок надмірного використання природних ресурсів. Надмірна експлуатація природних ресурсів та недотримання екологічних норм призводять до втрати якості води, зниження рибальських ресурсів, забруднення ґрунтів та виснаження природних рекреаційних можливостей.

Крім прямого впливу, варто враховувати й опосередкований, наприклад, зміни клімату, які посилюються внаслідок антропогенної діяльності. Підвищення температури води, підвищення рівня моря та екстремальні погодні явища також є результатом взаємодії людської діяльності з природним середовищем. Ці зміни мають негативний вплив на прибережні екосистеми, оскільки сприяють деградації середовища існування для багатьох видів і загрожують виживанню морських екосистем.

Актуальність цієї роботи зумовлена також необхідністю пошуку ефективних шляхів для зниження антропогенного навантаження на прибережні зони. Сучасні підходи до управління прибережними екосистемами повинні враховувати екологічні, економічні та соціальні фактори з метою забезпечення сталого розвитку цих територій. Екологічні проблеми прибережних зон вимагають системного підходу для розробки екологічно безпечних стратегій управління ресурсами та їх охорони, що є важливим не лише для окремих регіонів, але й для глобальної екологічної стабільності.

Отже, дослідження антропогенного навантаження на прибережні екосистеми є надзвичайно важливим з точки зору забезпечення збереження природних ресурсів та біорізноманіття, а також для гармонізації інтересів людини та природи у процесі розвитку прибережних територій.

Об'єкт дослідження: прибережна екосистема, яка зазнає впливу різних видів людської діяльності.

Предмет дослідження: специфічні види впливу антропогенної діяльності на прибережні екосистеми та їх наслідки.

Метою є аналіз особливостей антропогенного навантаження на прибережну екосистему та розробка рекомендацій щодо мінімізації негативних наслідків цього впливу для забезпечення сталого розвитку прибережних територій.

В процесі дослідження вирішувалися наступні **завдання**:

- Аналіз наукової літератури щодо теоретичних основ антропогенного впливу на екосистеми, зокрема прибережні зони, для визначення ключових концепцій та підходів до оцінки антропогенного навантаження.
- Вивчення основних видів антропогенної діяльності, які впливають на прибережні екосистеми, таких як урбанізація, промислове забруднення, туризм, сільське господарство та рекреаційна діяльність.
- Оцінка наслідків антропогенного навантаження на біорізноманіття, стан водних ресурсів та ґрунтів прибережних зон, включаючи деградацію середовища існування та втрату екологічних функцій екосистеми.
- Дослідження впливу змін клімату на прибережні екосистеми як додаткового фактору антропогенного навантаження, включаючи підвищення рівня моря, температури води та екстремальні погодні явища.
- Вивчення методів зменшення негативного впливу антропогенної діяльності на прибережні екосистеми та розробка рекомендацій щодо екологічно безпечного управління природними ресурсами в цих зонах.
- Оцінка ефективності існуючих заходів захисту та відновлення прибережних екосистем, а також пропозиція нових підходів до сталого використання прибережних територій.
- Визначення перспектив для подальших досліджень у галузі захисту прибережних екосистем та розробка практичних рекомендацій для оптимізації управління прибережними зонами.

Структура роботи. Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, чотирнадцяти підрозділів, двох рисунків, п'яти таблиць, висновків та списку літератури. Загальний обсяг роботи - 80 сторінок.

1 ПРИРОДНО-ГЕОГРАФІЧНІ УМОВИ ПРИБЕРЕЖНОЇ ЕКОСИСТЕМИ ІРЛАНДІЇ

1.1 Географічне положення Ірландії

Ірландія — острівна держава на північному заході Європи, розташована на захід від Великобританії, відділена від неї Ірландським морем. На заході острів омивається Атлантичним океаном, з півдня його обмежує Кельтське море, а на північному сході — Північний канал. Загальна площа Ірландії складає близько 84 421 км², з яких більшу частину займає однойменна країна, а на північному сході розташований Північна Ірландія, що входить до складу Великобританії. Берегова лінія острова протяжністю понад 3 000 км має складну форму із затоками, бухтами та численними островами, що створюють унікальні умови для розвитку різноманітних екосистем [12].

Завдяки своєму положенню та впливу теплої Північноатлантичної течії, Ірландія характеризується помірним океанічним кліматом, що створює сприятливі умови для багатьох видів флори та фауни. Середньорічна температура на прибережних територіях зазвичай становить +10°C, з помірно теплим літом і м'якою зимою. Часті опади, що розподіляються майже рівномірно протягом року, забезпечують високий рівень вологості, необхідний для прибережних екосистем.

Геологічно узбережжя Ірландії дуже різноманітне: його складові включають вапнякові та пісковикові формації, які сформувалися протягом мільйонів років і забезпечують ідеальні умови для морських організмів. Прибережні території відзначаються стрімкими скелями на заході та низькими, піщаними берегами на сході. Особливо відомі скелясті утворення, такі як Кліфи

Могер, які є не тільки привабливими туристичними об'єктами, а й важливими середовищами для багатьох видів птахів.

Ірландія славиться багатим морським біорізноманіттям. Її узбережжя включає кілька типів прибережних екосистем:

1. Естуарії та лимани — водно-болотні угіддя, де прісна вода річок змішується з солоною океанською, створюючи багаті поживними речовинами умови для багатьох видів риби, молюсків та водоростей. Тут живуть важливі для риболовлі види, зокрема лосось і форель, а також численні види водоплавних птахів.

2. Солончаки — райони з високим вмістом солі у воді, де розвиваються спеціалізовані рослини, такі як солерос і різні види злаків, що є кормом для багатьох птахів. Ці території забезпечують житло для низки видів перелітних птахів, які прилітають сюди під час зимових міграцій.

3. Приливно-відливні зони — області, що регулярно покриваються водою під час припливу і оголюються під час відливу. Вони багаті на водорості, ракоподібних та молюсків, що є важливими джерелами їжі для птахів і риби. Ці зони також відомі високим рівнем первинної продуктивності.

4. Скелясті рифи та підводні луки водоростей — у західній частині острова можна знайти великі підводні луки з ламінаріями та іншими великими водоростями, що утворюють густі "ліси" на глибині. Вони слугують сховищем для численних видів риби, морських їжаків і зірок, забезпечуючи високий рівень біорізноманіття та підтримуючи рибальські галузі [5].

Багато прибережних екосистем Ірландії сьогодні перебувають під охороною держави та міжнародних організацій через їх екологічну цінність і роль у збереженні біорізноманіття. Території, як-от Національний парк Коннемара, включають важливі прибережні та морські екосистеми, що охороняються як місця проживання багатьох видів. Ірландські зусилля щодо захисту моря включають регулювання рибальства, моніторинг стану

прибережних вод і заходи проти забруднення, що впливає на естуарії та коралові рифи.

Загалом, унікальне географічне положення Ірландії та її різноманітні прибережні екосистеми роблять її важливою екологічною зоною не лише в межах Європи, але й у світовому масштабі. Ці природні багатства відіграють значну роль у стабілізації клімату, збереженні біорізноманіття та економічному розвитку країни.

Ірландія, як острівна держава з довгою береговою лінією, вживає активних заходів для збереження унікальних прибережних екосистем, що є невід'ємною частиною її природної та культурної спадщини. Її прибережні території зберігають надзвичайно високе біорізноманіття, підтримуючи численні види флори і фауни, що мають важливе значення для місцевих громад, туризму та економіки. Для ефективного управління природними ресурсами Ірландія активно розвиває та впроваджує комплексні стратегії, які поєднують як національні заходи, так і міжнародне співробітництво.

Ірландія є однією з небагатьох європейських країн, що має холодоводні коралові рифи, які розташовані вздовж континентального шельфу на західному узбережжі. Ці рифи є середовищем для багатьох рідкісних і важливих видів, зокрема глибоководних риб, та відіграють критичну роль у збереженні морської екосистеми. Державні та міжнародні програми забезпечують їх моніторинг та дослідження впливу кліматичних змін. Для захисту морських ресурсів Ірландія дотримується квот та обмежень на вилов риби, встановлених Європейським Союзом. Це включає обмеження на кількість виловленої риби, захист місць розмноження та збереження молодих особин, що є частиною стратегії сталого рибальства. Окрім цього, проводяться регулярні перевірки для попередження браконьєрства і контролю за дотриманням правил [50].

На східному узбережжі, де розташовані піщані пляжі та дюни, реалізуються заходи для запобігання їх ерозії. Використання бар'єрних структур, збереження прибережної рослинності та обмеження доступу до

певних територій є важливими заходами, що допомагають стабілізувати дюни та підтримувати прибережні екосистеми. Ірландія активно працює над зменшенням забруднення води і узбережжя. Використання очисних споруд, контроль за аграрними стоками та зменшення забруднення від важкої промисловості дозволяє зберегти якість води. Держава також підтримує очищення узбереж від сміття, часто заохочуючи волонтерів і громадські організації.

Підвищення обізнаності громадян про важливість прибережних екосистем є одним із стратегічних напрямів екологічної політики Ірландії. Через освітні програми, які підтримуються на національному рівні, громадянам надається інформація про важливість охорони природи та роль кожного у збереженні прибережного середовища. Освітні кампанії проводяться серед молоді, туристів та місцевих жителів, що дозволяє інтегрувати екологічну свідомість у повсякденне життя. Ірландія є частиною багатьох європейських і міжнародних ініціатив, спрямованих на захист морських екосистем, таких як Міжнародний фонд захисту природи (WWF), програма "Блакитний прапор" для пляжів та прибережних зон, а також міжнародні угоди щодо захисту морського біорізноманіття. Ці програми забезпечують країні доступ до передового досвіду і технологій, а також дозволяють посилити захист природних ресурсів завдяки міжнародній підтримці. Завдяки цим заходам Ірландія не лише зберігає унікальне біорізноманіття та екосистеми, але й робить значний внесок у глобальну екологічну стабільність, розвиваючи сучасні підходи до охорони навколишнього середовища [49].

1.2 Зміни ландшафту Ірландії в різні епохи та їх вплив на прибережні екосистеми

Ірландія, як острів з багатою геологічною історією, зазнала значних змін ландшафту впродовж мільйонів років, що суттєво вплинуло на розвиток її екосистем, зокрема прибережних. Зміни клімату, тектонічні процеси та діяльність людини формували сучасний вигляд цього острова, накладаючи відбиток на біорізноманіття та екологічний баланс.

Палеозойська ера (близько 400-250 млн років тому). Ірландія у цей час була частиною єдиного суперконтиненту Пангея. Тектонічні рухи сприяли формуванню древніх гірських масивів, деякі з яких пізніше стали основою сучасних Південно-Західних і Північних гірських районів. Осадкові породи, що накопичувались на дні древніх морів, з часом стали вапняковими та пісковиковими скелями, характерними для західного узбережжя. Це були перші етапи формування Ірландського ландшафту, що, зрештою, вплинуло на майбутні прибережні екосистеми [6].

Мезозойська ера (близько 250-65 млн років тому). Цей період приніс великі зміни для берегової лінії. Унаслідок підйому рівня моря формувалися нові морські простори, в яких відкладалися нові шари осадових порід. Вапняки цього періоду, особливо на заході Ірландії, згодом стали базою для прибережних екосистем, зокрема естуаріїв і скелястих рифів, що зараз є домівкою для багатьох видів риб та морських птахів.

Льодовикові періоди значно змінили ландшафт Ірландії. Більшу частину острова покривали льодовики, які, рухаючись, розтирали й зносили гори, утворюючи глибокі долини, такі як Глендалох, та залишали численні озера і болота. Відступ льодовиків формував нові річкові системи та створював узбережжя, зокрема північні й західні затоки, придатні для розвитку сучасних естуаріїв. Галі води сприяли створенню прибережних територій з багатими ґрунтами, що пізніше стали основою для болотистих і водно-болотних екосистем.

Після відступу льодовиків клімат став значно теплішим, що сприяло розширенню прибережних екосистем. Затоплення деяких долин і низин

сформувало численні бухти та естуарії, багаті на поживні речовини, де розвивалися коралові рифи та підводні луки водоростей, які слугували природними сховищами для морських видів. У цей період зросло різноманіття рослинності та фауни, зокрема водоростей, риб і птахів, що зробило узбережжя Ірландії екологічно цінною зоною [16].

Неоліт та Бронзова доба (близько 6,000 років тому — початок нашої ери). З появою перших землеробів та скотарів на острові розпочалась зміна ландшафту через вирубку лісів для сільськогосподарських потреб. Це призвело до посилення ерозії ґрунтів та збільшення стоку в прибережні води, зокрема у східних і південних регіонах. Прибережні екосистеми поступово піддавались впливу антропогенних факторів, таких як надмірний вилов риби й експлуатація морських ресурсів.

Середньовіччя та Новий час. У цей період відбулися значні зміни в управлінні землею, що вплинуло на прибережні території. Великі ділянки були осушені та використані для випасу худоби, що посилювало вивітрювання і змив ґрунту. Урбанізація прибережних територій, зокрема навколо Дубліна та Корка, призвела до будівництва портів і причалів, що частково зруйнувало природні екосистеми, зокрема припливно-відливні зони та естуарії, які служили місцями проживання для численних видів.

З ХХ століття до наших днів Ірландія зіткнулася з викликами, пов'язаними з індустріалізацією та змінами клімату. Зміна температури океану, підняття рівня моря та забруднення вод від промисловості й сільського господарства завдають серйозної шкоди прибережним екосистемам. Наразі значну увагу приділяють збереженню біорізноманіття та екосистем, зокрема через створення заповідних зон та обмеження на рибальство. Такі місця, як Кліфи Могер і Національний парк Кілларни, сьогодні перебувають під охороною і забезпечують захист цінних прибережних екосистем [48].

Додаток А підсумовує ключові етапи розвитку ландшафту Ірландії, розкриваючи їхній вплив на прибережні екосистеми, які є важливими для біорізноманіття та екологічної рівноваги країни.

Усі ці зміни ландшафту, від льодовикових процесів до антропогенних впливів, сприяли формуванню багатих і різноманітних прибережних екосистем Ірландії. Коралові рифи, естуарії, солончаки та підводні луки є ключовими зонами для біорізноманіття та відіграють важливу роль у підтриманні екологічного балансу. Завдяки своєму складному геологічному минулому та еволюційним змінам, прибережні екосистеми Ірландії є не лише місцем проживання для багатьох видів, а й важливим фактором стабілізації клімату, утримання ґрунтів та захисту від ерозії. Збереження цих екосистем стає критично важливим завданням для забезпечення стійкості природного середовища у майбутньому.

1.3 Біорізноманіття прибережних екосистем

Прибережні екосистеми Ірландії є одним з найбагатших джерел біорізноманіття у Європі, завдяки складному ландшафту, м'якому океанічному клімату та багатим поживними речовинами водам, що підтримують численні види флори і фауни. Унікальність узбережжя Ірландії, що простягається на понад 3000 км, полягає в різноманітності природних умов, включаючи естуарії, припливно-відливні зони, солончаки, піщані пляжі, скелясті узбережжя, а також підводні луки та коралові рифи, кожна з яких є домом для численних екологічних спільнот. Естуарії Ірландії, такі як затока Шаннон та Ліффі, є перехідними зонами, де прісна річкова вода змішується із солоною водою Атлантичного океану. Ці екосистеми забезпечують надзвичайно багатий

живильний ґрунт для багатьох водних і наземних видів. Естуарії створюють умови для великих концентрацій риби, молюсків і ракоподібних, зокрема устриць, мідій, крабів, а також лосося і форелі, які тут нерестяться. Вони також є важливими місцями зимівлі для перелітних птахів, таких як крижень, чирянка мала, чернь та численні види чапель, що знаходять тут достатньо їжі під час зимових міграцій.

Наступна таблиця описує різноманітні прибережні екосистеми Ірландії та підходи до їхнього захисту. Міжнародне співробітництво, локальні природоохоронні заходи та обмеження на антропогенний вплив сприяють збереженню унікальної біоти Ірландії та сталому розвитку її прибережних зон.

Таблиця 1.1

Різноманітність прибережних екосистем Ірландії

Тип прибережної екосистеми	Характерні види	Екологічні функції	Основні загрози	Методи захисту
Скелясті узбережжя	Птахи (кайра, тупик, баклан), морські водорості, молюски, ракоподібні, літоральні риби	Гніздування та розмноження птахів, регулювання рівня вуглецю, підтримка рибної популяції	Зміна клімату, ерозія берегів, туризм, нафтові викиди	Обмеження туризму, створення природоохоронних зон, моніторинг ерозії, програми відновлення
Піщані дюни	Пляжний колосок, морський пісочник, трави, дюнна флора, комахи (жуки, бджоли)	Захист берегів від вітрової ерозії, створення середовища для унікальних видів, рекреація	Затоплення через підвищення рівня моря, туризм, будівництво	Обмеження будівництва, контрольований доступ для туристів, посадка місцевих видів рослин для стабілізації ґрунту
Солоні болота	Очерет, тростина, осоки, морські їжаки, ракоподібні, лиски, чаплі	Захист від повеней, фільтрація води, місце годування для перелітних птахів	Підвищення рівня моря, забруднення, дренаж, втрата середовища через розширення ферм	Створення заповідних зон, відновлення заболочених територій, моніторинг рівня води, впровадження стійкого рибальства

Морські луки	Морська трава зостера, молюски, краби, черв'яки, риби (морський лящ, мерлуза), морські їжаки	Зменшення хвильової енергії, захист від ерозії, поглинання вуглецю, середовище для розмноження риб	Забруднення від сільського господарства, фізичне руйнування, рибальство	Обмеження рибальства, моніторинг якості води, посадка морської трави, програми з очищення прибережних вод
Морські печери та затоки	Мідії, устриці, губки, актинії, риби (сарган, тріска), морські зірки	Унікальні екосистеми з високим рівнем біорізноманіття, місце для нересту морських видів, рекреація	Забруднення (пластик, хімікати), туризм, зміна клімату	Захист природних територій, обмеження рибальства, контроль за відходами, екологічна освіта для туристів
Водоростеві ліси (келпи)	Бурі водорості (ламінарія), риби (морський судак, сарган), молюски, краби, морські їжаки	Поглинання CO ₂ , створення укриття для риб, регулювання морських поживних речовин	Зміна температури води, підвищення кислотності океану, надмірне рибальство	Захист від надмірного рибальства, програми моніторингу температури, зниження хімічного забруднення, охорона водоростевих лісів
Коралові рифи холодних вод	Холодноводні корали, риби (глибоководний окунь, морський вовк), ракоподібні	Унікальне середовище для біорізноманіття, підтримка морських харчових ланцюгів	Виллов глибоководної риби, руйнування риболовецькими снастями, зміна температури води	Обмеження глибоководного рибальства, створення охоронних зон, заборона на шкідливі риболовецькі техніки
Відкриті пляжі та прибережні піщані мілини	Птахи (коловодник, мартин), краби, молюски, піщані черв'яки	Місця відпочинку перелітних птахів, рекреаційні зони для людей, середовище для молюсків і крабів	Надмірний туризм, забруднення пластиком, будівництво	Розробка зон з обмеженим доступом, очищення узбережжя, просвітницькі кампанії для туристів, заборона на будівництво

Джерело: створене автором за допомогою [21].

Солончаки утворюються на низовинних ділянках, які періодично затоплюються припливами. Ці території населені специфічними видами рослин, здатними переносити високий рівень солоності, такими як солерос, та іншими солелюбними травами і злаками. Солончаки відіграють важливу екологічну роль як місце проживання для численних видів птахів, зокрема для великих зграїв качок і гусей, які харчуються насінням солончакових рослин та малими водними організмами. Солончаки також служать важливими місцями гніздування для рідкісних видів, як-от кулик-сорока та морський сивка. Приливно-відливні зони Ірландії, які постійно покриваються водою під час припливу та оголюються під час відливу, є середовищем високої біологічної продуктивності. В цих умовах водорості, молюски, ракоподібні та черви утворюють густі колонії, що стають джерелом їжі для численних видів птахів і морських ссавців. Тут живуть численні види крабів, зокрема краб-муравейник та приморський краб, а також черепашки, які забезпечують важливий запас корму для птахів, зокрема для мартинів, чайок та берегових куликів.

Скелясті узбережжя, особливо на західному узбережжі, такі як Кліфи Мoger, є ключовими місцями проживання для багатьох видів морських птахів, які гніздяться тут на високих скелях, захищених від наземних хижаків. Тут зустрічаються колонії таких видів, як глупиші, кайри, тупики та альки. Ці скелясті екосистеми також підтримують невеликі популяції ссавців, таких як тюлені. Важливим елементом біорізноманіття є також підводні рифи, які складаються з ламінарій та інших великих водоростей, що утворюють густі «підводні ліси». Такі ліси служать прихистком і джерелом їжі для різних видів риб, зокрема морського окуня, пікши, а також для безхребетних, таких як морські їжаки, зірки та численні види креветок.

Піщані пляжі Ірландії є осередками численних видів, які адаптувались до умов періодичного пересування піску та припливно-відливних циклів. На пляжах і в дюнах можна зустріти типові види рослин, як-от дюнна трава, костриця, а також рідкісні квіткові рослини. Піщані береги також є важливими

місцями гніздування для птахів, таких як зуйок, який знаходить тут укриття та харчується малими ракоподібними і черв'яками [20]. У південно-західній частині узбережжя Ірландії зустрічаються коралові рифи, які є унікальними для помірних широт. Такі рифи, зокрема біля затоки Бантрі, забезпечують середовище для численних видів риби, молюсків та ракоподібних. Вони особливо багаті на життя завдяки їх структурній складності, що надає численні укриття для морських видів. Поряд із кораловими рифами розташовуються підводні луки водоростей, особливо ламінарій, що створюють густі колонії та сприяють фотосинтезу, утворюючи первинну продукцію для численних екосистем.

У прибережних водах Ірландії мешкає кілька видів морських ссавців, включаючи звичайних і сірих тюленів, яких можна побачити вздовж західного та північного узбережжя. Ці види використовують прибережні скелясті території для відпочинку та розмноження. Крім того, ірландські води є домівкою для деяких видів китоподібних, зокрема дельфінів та китів фінвалів, що часто мігрують вздовж узбережжя, надаючи Ірландії міжнародну важливість для збереження морських ссавців. Ірландські прибережні екосистеми перебувають під впливом численних загроз, включаючи забруднення води, зменшення площі природних середовищ існування через урбанізацію, зміни клімату та надмірний вилов риби. Важливими є зусилля держави та міжнародних організацій, спрямовані на збереження цих унікальних екосистем. Сьогодні в Ірландії створено низку національних парків, прибережних заповідників і морських охоронних зон, що захищають біорізноманіття і забезпечують його відновлення [47].

Біорізноманіття прибережних екосистем Ірландії має велике екологічне, економічне та культурне значення. Це середовище забезпечує ресурси для риболовлі, туризму та освіти, а також підтримує екосистемні послуги, такі як поглинання вуглецю, регулювання клімату, захист берегової лінії та підтримання гідрологічного циклу. Завдяки багатству природних ресурсів та

заходам охорони, прибережні екосистеми Ірландії стають моделлю сталого використання природних багатств для майбутніх поколінь.

1.4 Основні види антропогенного впливу на прибережні екосистеми

Прибережні екосистеми Ірландії з її багатим біорізноманіттям та унікальними природними умовами зазнають значного антропогенного впливу через діяльність людини. До основних видів антропогенного впливу на ці екосистеми належать урбанізація, промислове та сільськогосподарське забруднення, надмірний вилов риби, зміни клімату, розвиток туризму та зростання морського транспорту. Усі ці фактори спричиняють деградацію природних середовищ, зменшення чисельності видів і впливають на баланс екосистем, що існують вздовж ірландського узбережжя. Ірландія, особливо у таких містах, як Дублін, Корк та Голвей, зіштовхується зі значною забудовою прибережних територій. Швидка урбанізація веде до зменшення природних середовищ, що забезпечують проживання для численних видів флори та фауни. Будівництво портів, дамб і морських споруд змінює природний ландшафт, порушує припливно-відливні ритми та посилює ерозію берегів. Порушення берегової зони зменшує можливість відновлення популяцій риб та морських ссавців, які використовують ці райони як місця розмноження або харчування.

Таблиця 1.2

Основні типи антропогенного впливу на прибережні екосистеми

Ірландії

Тип антропогенного впливу	Вплив на прибережні екосистеми	Основні наслідки	Приклади регіонів, де вплив найбільший	Заходи зменшення впливу
Забруднення пластиком	Скупчення сміття на пляжах, забруднення	Травмування та загибель морських тварин,	Західне узбережжя Ірландії, прибережні	Очищення узбережжя, заборона одноразового

	водного середовища, поглинання мікропластика організмами	порушення харчових ланцюгів, забруднення відкладень	зони на півдні	пластику, екологічна освіта для населення
Забруднення хімікатами та аграрними стоками	Збагачення водних систем нітратами та фосфатами, хімічне забруднення морських та прісноводних середовищ	Евтрофікація, токсичне забруднення морської флори та фауни, загибель риб і морських тварин	Річкові дельти, солоні болота, затоки на півдні та сході Ірландії	Впровадження практик сталого землеробства, очищення стічних вод, контроль агрохімічних викидів
Будівництво та урбанізація	Знищення природного середовища, перетворення дюн та солоних боліт на забудовані зони	Втрата середовища проживання для рідкісних видів, зміни в рельєфі та гідрології, ерозія берегової лінії	Великі міста та порти, наприклад, Дублін, Корк, Голвей	Обмеження забудови прибережних територій, створення природоохоронних зон, моніторинг впливу будівництва
Рибальство та надмірний вилов	Вилов молодих особин, руйнування донних екосистем	Скорочення чисельності риб, порушення харчових ланцюгів, деградація морського дна	Південні та західні прибережні води Ірландії	Встановлення квот на вилов, контроль рибальства, підтримка аквакультури, використання стійких рибальських практик
Зміна клімату (підвищення температури води та рівня моря)	Підвищення температури води, підвищення рівня моря, частіші штормові явища	Втрата коралів, зниження популяцій риб, ерозія берегів, підвищена солоність водно-болотних угідь	Прибережні райони та водно-болотні угіддя	Створення захисних споруд, розробка адаптаційних стратегій, зниження викидів парникових газів
Туризм	Деградація природних ландшафтів, тиск на прибережну флору і фауну	Втрата біорізноманіття, порушення екологічного балансу, сміттєві забруднення	Популярні туристичні місця, такі як Скелліг-Майкл, Кілларні	Регулювання туристичної діяльності, обмеження на доступ до природних зон, екологічна освіта туристів
Транспорт та судноплавство	Викиди забруднювачів	Загибель морських	Порти в Дубліні,	Контроль за забрудненням від

	від суден, ризик витоків нафти, руйнування морських екосистем	тварин, забруднення морського середовища, порушення розмноження морської флори	Белфасті та Корку	суден, впровадження безпечних технологій, заборона на скидання відходів
Аквакультура та вирощування морепродуктів	Перенасичення середовища органічними відходами, використання антибіотиків і хімікатів	Забруднення вод, передача хвороб до дикої флори і фауни, деградація природних біотопів	Західне узбережжя Ірландії, місця вирощування лосося	Контроль за використанням хімікатів, вибір стійких методів вирощування, екологічний моніторинг
Дренаж водно-болотних угідь	Знищення боліт, втручання в природні гідрологічні процеси	Втрата середовища проживання для рідкісних видів, зниження водоутримуючої здатності територій	Прибережні болота та солоні водно-болотні угіддя	Відновлення боліт, обмеження дренажу, створення захищених природних територій
Поширення інвазивних видів	Витіснення місцевих видів, захоплення природних ресурсів новими видами	Зниження біорізноманіття, порушення екологічного балансу, конкуренція за ресурси	Прибережні екосистеми на всій території Ірландії	Контроль та моніторинг інвазивних видів, просвітницькі кампанії, програми зі знищення інвазивних видів

Джерело: створене автором за допомогою [22].

З розвитком сільського господарства, особливо молочного і м'ясного скотарства, яке є провідною галуззю аграрного сектора Ірландії, відбувається значне хімічне забруднення прибережних вод. Нітрати та фосфати з добрив, що використовуються на полях, потрапляють у річки й потім змиваються у прибережні води. Це призводить до евтрофікації – надмірного розмноження водоростей, що спричиняє дефіцит кисню у воді. Така ситуація небезпечна для багатьох морських видів, зокрема для молюсків і риб, які гинуть у результаті «цвітіння» води. Крім того, сільськогосподарські пестициди та гербіциди можуть впливати на здоров'я морських організмів, зменшуючи їхню чисельність і різноманіття.

Ірландія також стикається з промисловим забрудненням прибережних вод, особливо у регіонах із розвиненою хімічною та харчовою промисловістю. Скиди промислових відходів і важких металів, як-от ртуть, свинець та кадмій, забруднюють прибережні екосистеми і потрапляють у харчовий ланцюг. Ці токсичні речовини мають кумулятивний ефект, накопичуючись в організмах морських мешканців, зокрема риб, що є важливим елементом харчового ланцюга як для диких тварин, так і для людини. Це спричиняє ризики для людського здоров'я через споживання морепродуктів і створює загрозу для великих видів, як-от дельфіни та морські птахи, які харчуються отруєною рибою.

Ірландське узбережжя, зокрема у західній частині, є важливим рибальським регіоном, але надмірний вилов риби стає серйозною проблемою для підтримання екологічної рівноваги. Промислове рибальство, яке використовує тралові мережі, призводить до руйнування донних середовищ, зокрема морських рифів і підводних луків ламінарій, що є важливими місцями для нересту і проживання численних видів. Деякі види риби, зокрема тріска, лосось і пікша, зазнають надмірного вилову, що знижує їхню чисельність і ставить під загрозу стабільність популяцій. Крім того, побічний вилов рідкісних і молодих видів риб, що гинуть у мережах, зменшує біорізноманіття і впливає на трофічний баланс екосистем.

Туризм, який є важливим сектором економіки Ірландії, також впливає на прибережні екосистеми. Популярні туристичні локації, такі як Кліфи Могер, Кільмор Кей та Голвейська затока, щорічно приваблюють мільйони відвідувачів. Однак, надмірне навантаження на ці території призводить до пошкодження дюн, забруднення води та фізичної деградації місць проживання багатьох видів. Туристи та водні види спорту, як-от віндсерфінг та дайвінг, можуть турбувати морських ссавців і птахів, змушуючи їх покидати звичні місця проживання. Неорганізоване пересування та діяльність на дюнах також

прискорюють ерозію піщаних пляжів, що зменшує доступність природних місць для гніздування прибережних птахів.

Глобальні зміни клімату, які проявляються у підвищенні температури води і рівня моря, впливають на прибережні екосистеми Ірландії, особливо на південні та західні узбережжя. Підвищення температури води змінює умови проживання для багатьох видів риб і водоростей, змушуючи їх переселятися на північ або до глибших вод. Зміни температурних режимів також сприяють розмноженню інвазивних видів, які витісняють місцеві види та впливають на біорізноманіття. Підняття рівня моря загрожує затопленням солончаків, пляжів і дюн, які є критично важливими для багатьох ендемічних видів рослин і тварин. Зміни клімату також сприяють частішим і сильнішим штормам, які руйнують прибережні ландшафти та спричиняють ерозію.

Морський транспорт є ще одним важливим фактором антропогенного впливу на ірландські прибережні екосистеми. Судноплавство спричиняє забруднення води відходами, нафтовими плямами та іншими токсичними речовинами. Крім того, баластні води суден можуть переносити інвазивні види, які негативно впливають на місцеву флору і фауну, змінюючи екологічну рівновагу. Судноплавні маршрути, що проходять уздовж ірландського узбережжя, також є джерелом підводного шуму, що може дезорієнтувати та впливати на поведінку морських ссавців, зокрема китів і дельфінів, які покладаються на звуки для спілкування та навігації [46].

У відповідь на ці численні загрози Ірландія впроваджує низку заходів, спрямованих на зменшення антропогенного впливу та збереження прибережних екосистем. Національні парки та охоронні зони, такі як Національний парк Кілларни, Кліфи Могер і заповідники у Шаннонській затоці, захищають природні території та регулюють діяльність людини, сприяючи збереженню біорізноманіття. Також впроваджуються програми контролю над забрудненням вод і зменшення використання пестицидів у сільському господарстві. Для запобігання надмірному вилову риби Ірландія співпрацює з міжнародними

організаціями, встановлюючи квоти та забороняючи певні методи вилову. Розвиток екологічного туризму і освітні програми допомагають мінімізувати негативний вплив на природу та підвищують екологічну свідомість серед відвідувачів і місцевого населення.

Прибережні екосистеми Ірландії є одними з найцінніших природних багатств країни, проте вони знаходяться під серйозним антропогенним тиском. Збереження цих екосистем є критично важливим для екологічної стабільності та добробуту майбутніх поколінь. Ефективне управління та збереження природних ресурсів, підтримка екологічно стійких практик та впровадження науково обґрунтованих заходів дозволять зменшити негативний вплив антропогенних факторів і зберегти прибережні екосистеми для майбутнього.

2 ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ

2.1 Біорізноманіття прибережних екосистем

Біорізноманіття прибережних екосистем є важливим елементом світової екологічної системи, що забезпечує стабільність природних процесів, підтримує ресурсну базу для людей та сприяє збереженню численних видів флори і фауни. Прибережні зони об'єднують різні екосистеми, такі як мангрові ліси, коралові рифи, естуарії, затоки, солончаки, приливно-відливні зони, морські луки та піщані дюни. Кожен із цих типів екосистем підтримує унікальний набір видів, які пристосовані до специфічних умов навколишнього середовища. Різноманіття прибережних екосистем є надзвичайно важливим, адже ці території забезпечують місця розмноження, вигодовування і зростання багатьох видів, включаючи риб, птахів та морських ссавців, які є частиною глобального харчового ланцюга.

Мангрові ліси розташовані в тропічних і субтропічних зонах і є житлом для багатьох видів, зокрема риб, ракоподібних, рептилій і птахів. Ці ліси мають здатність до затримання великої кількості вуглецю, що робить їх важливими для боротьби зі змінами клімату. Мангрові ліси також служать природними бар'єрами, які захищають узбережжя від ерозії та штормів.

Коралові рифи підтримують найбільше біорізноманіття серед морських екосистем, включаючи тисячі видів риб, коралів, молюсків та інших організмів. Вони займають менше 1% морського дна, проте підтримують близько 25% усіх

морських видів. Коралові рифи особливо вразливі до забруднення, підвищення температури води та кислотності океану, що значно загрожує їх виживанню.

Естуарії та лагуни — це перехідні зони, де прісна вода річок змішується з солоною водою моря, створюючи середовище, багате на поживні речовини. Це важливі зони для нересту та вирощування молоді багатьох видів риби, таких як лосось і форель, а також для численних видів водоплавних птахів. Лагуни та естуарії виконують важливу роль у підтримці рибних запасів і надають екосистемні послуги для рибальства та сільського господарства.

Солончаки — це райони з високим вмістом солі, які з'являються внаслідок припливів і обмеженої циркуляції води. Вони підтримують спеціалізовані рослини, такі як солерос і різні види злаків, які, в свою чергу, є джерелом харчування для птахів та дрібних ссавців. Солончаки також виступають природними фільтрами для води, допомагаючи утримувати забруднювачі.

Приливно-відливні зони розташовані на межі суходолу та моря і характеризуються регулярними змінами рівня води. Вони багаті на водорості, ракоподібних та моллюсків, які забезпечують їжу для багатьох видів птахів, риби та інших тварин. Приливно-відливні зони є важливими з точки зору екосистемної продуктивності, оскільки вони підтримують велику кількість первинних виробників, таких як водорості.

Морські луки водоростей, зокрема ламінарій та зостери, є важливими для багатьох видів риби та морських ссавців, оскільки забезпечують їм їжу та схованки. Вони відіграють важливу роль у підтримці якості води та слугують значними резервуарами вуглецю. Морські луки також сприяють запобіганню ерозії, стабілізуючи морське дно [45].

Прибережні екосистеми є невід'ємною частиною глобального циклу поживних речовин та води. Вони поглинають вуглець, забезпечують високий рівень первинної продукції та слугують джерелом кисню. Завдяки цьому вони мають критичне значення для підтримки біорізноманіття на планеті, зберігаючи

баланс в екосистемах. Також прибережні зони є важливими місцями для розмноження та вирощування молоді риб і морських організмів, що забезпечує продовольчу базу для людей. Прибережні екосистеми зазнають значного антропогенного навантаження, що включає забруднення від сільськогосподарської та промислової діяльності, надмірне рибальство, забудову берегової лінії та туризм. Забруднення від добрив і пестицидів може призвести до евтрофікації, що спричиняє швидке зростання водоростей і погіршення умов для морських видів. Окрім цього, зміни клімату, такі як підвищення температури океану та рівня моря, спричиняють деградацію багатьох прибережних екосистем, особливо коралових рифів. Для збереження прибережного біорізноманіття необхідні комплексні заходи, включаючи охорону природних територій, контроль за рибальством, зменшення забруднення та екологічну освіту. Багато країн створюють національні парки та резервати на узбережжях, що обмежує антропогенний вплив на чутливі екосистеми. Крім того, активний розвиток екотуризму сприяє підвищенню обізнаності населення щодо значення прибережних екосистем. У глобальному масштабі також розробляються міжнародні угоди та ініціативи, такі як Рамкова конвенція ООН про зміну клімату, для підтримки зусиль з охорони природи та зниження викидів вуглецю. Екологічна освіта та залучення громадськості є важливими складовими стратегії збереження біорізноманіття, адже чим більше людей розумітиме цінність та важливість прибережних екосистем, тим більше шансів на їх захист.

Біорізноманіття прибережних екосистем є критично важливим для екологічної стабільності та людського добробуту. Прибережні зони забезпечують численні екосистемні послуги, включаючи захист від штормів, регуляцію клімату, підтримку рибальства та рекреаційні можливості. Захист цих унікальних екосистем і управління природними ресурсами є ключовими завданнями для збереження їхнього біорізноманіття та забезпечення сталого розвитку.

Забруднення водних ресурсів – одна з найгостріших екологічних проблем сучасності, яка викликає суттєві зміни в біорізноманітті як прісноводних, так і морських екосистем. Джерела забруднення води є численними та включають промислові й сільськогосподарські стоки, скиди з побутових джерел, забруднення від транспорту та нафтові розливи. Це забруднення призводить до серйозних змін у природних середовищах, зокрема до зникнення рідкісних видів, порушення екологічної рівноваги та погіршення якості водних ресурсів, що впливає на добробут екосистем, включаючи людину. Промислові підприємства є одним з головних джерел забруднення води. Відходи, що містять важкі метали (свинець, ртуть, кадмій), нафтопродукти, феноли, органічні розчинники та інші токсичні речовини, потрапляють у річки, озера та моря, забруднюючи їхні води. Важкі метали особливо небезпечні через здатність накопичуватись в організмах. Вони порушують нормальне функціонування органів у водних тварин і впливають на процеси росту, розмноження, що веде до зниження популяцій видів і впливає на верхівки харчових ланцюгів. Біорізноманіття водних екосистем зменшується, адже під дією токсичних речовин чутливі види вимирають, тоді як більш стійкі або інвазивні види починають домінувати, що призводить до втрати екологічної рівноваги.

Сільське господарство є значним джерелом забруднення води через використання мінеральних добрив і пестицидів, що потрапляють у ґрунтові та поверхневі води в результаті стоку з полів. Нітрати і фосфати, які є основними компонентами добрив, викликають евтрофікацію – процес надмірного розмноження водоростей і ціанобактерій. Це спричиняє «цвітіння» води, що призводить до зниження вмісту кисню у водоймах. Коли водорості та бактерії розкладаються, вони забирають кисень з води, що викликає масову загибель риб, молюсків, ракоподібних та інших живих організмів, які потребують кисню для життя. У водах з низьким вмістом кисню часто виживають лише небагато адаптованих видів, а місцеве біорізноманіття зазнає значних втрат [2].

Побутові відходи також є вагомим фактором забруднення водних ресурсів. Водойми забруднюються органічними речовинами, миючими засобами, фарбами, медикаментами, а також пластиком. Пластикові відходи мають особливо небезпечний вплив на водні екосистеми. Пластик, потрапляючи у воду, розпадається на мікрочастинки, які споживаються рибами, молюсками та птахами, потрапляючи в їхні організми та викликаючи проблеми зі здоров'ям. Дрібні мікропластики згодом накопичуються в харчовому ланцюгу, доходячи до людини. Крім того, синтетичні хімічні речовини, що використовуються в побутових товарах, можуть мати канцерогенний або мутагенний вплив на живі організми, що ставить під загрозу здоров'я не лише водних мешканців, а й людей, які споживають рибу та інші продукти з водойм.

Нафтові розливи є катастрофічними для морських екосистем, оскільки нафта покриває поверхню води та утворює плівку, яка перешкоджає проникненню світла та кисню у воду. Це призводить до загибелі планктону, який є основним джерелом харчування для багатьох морських видів. Токсичні речовини в нафті негативно впливають на шкіру та внутрішні органи морських ссавців, риб та птахів, викликаючи захворювання та зниження їхньої чисельності. Розливи нафти спричиняють порушення всієї екосистеми, оскільки масово гинуть як великі морські ссавці, так і мікроорганізми, що утворюють основу харчового ланцюга. Птахи, які контактують з нафтою, часто втрачають здатність до польоту і гинуть від холоду або від нестачі їжі [8].

Судноплавство, яке забезпечує до 90% міжнародної торгівлі, спричиняє значний вплив на морські екосистеми. Крім забруднення води важкими металами, паливом та іншими хімічними речовинами, морські судна генерують шум, який впливає на морських ссавців, таких як кити і дельфіни. Морський шум заважає їм орієнтуватися у просторі, спілкуватися та полювати, оскільки ці тварини покладаються на ехолокацію для навігації. Порушення їхніх комунікаційних систем призводить до дезорієнтації, що може закінчуватись загибеллю цих тварин. Забруднення від судноплавства також сприяє

поширенню інвазивних видів, які можуть витіснити місцеві види та змінювати склад водної екосистеми, що веде до подальших змін у біорізноманітті [7].

Кліматичні зміни спричиняють підвищення температури води, що веде до порушення екологічного балансу в океанах і прісних водоймах. Багато водних видів є чутливими до температурних змін, і навіть незначне підвищення температури може змусити їх мігрувати до більш прохолодних вод, де існують інші харчові ланцюги та екосистеми. Наприклад, коралові рифи, що є домівкою для численних морських видів, під впливом підвищення температури зазнають коралового відбілювання, що вбиває корали і зменшує біорізноманіття. Крім того, танення льодовиків і підвищення рівня моря змінюють солоність води, що створює нові, менш сприятливі умови для багатьох видів, зокрема у прибережних та естуаріях. Забруднення водних ресурсів та зміни клімату призводять до глобальних змін біорізноманіття. Вимирання деяких видів тягне за собою зміни у всій екосистемі. Наприклад, зникнення хижаків призводить до зростання чисельності здобичі, що, в свою чергу, змінює рослинний покрив та впливає на фізичні характеристики водойм. Порушення в екосистемах прісних вод викликають суттєві зміни в житті лісів і полів, а втрата біорізноманіття морських екосистем веде до зменшення риболовецьких ресурсів та негативно впливає на глобальну продовольчу безпеку.

Для зниження рівня забруднення води та збереження біорізноманіття необхідні комплексні заходи. Вони включають обмеження використання хімічних речовин у сільському господарстві, вдосконалення технологій очистки промислових і побутових стоків, запровадження стандартів для скорочення пластикових відходів та розробку більш екологічно чистих видів пального для транспорту. Створення природоохоронних зон, зокрема у місцях, де збереглись ендемічні види, також сприятиме збереженню біорізноманіття.

Забруднення водних ресурсів та зміна біорізноманіття є тісно пов'язаними питаннями, вирішення яких вимагає глобальної відповідальності. Забруднення води посилює втрату біорізноманіття, що негативно впливає на стійкість

екосистем та людство в цілому. Зміни в екологічних стандартах та політиках, розвиток «зелених» технологій, а також підвищення екологічної свідомості є критичними для відновлення і збереження водних ресурсів [10].

2.2 Ерозія берегової лінії та зміна клімату і їх вплив на прибережні екосистеми

Ерозія берегової лінії та зміни клімату – це дві взаємопов'язані проблеми, які глибоко впливають на прибережні екосистеми по всьому світу. Процеси ерозії берега призводять до втрати ґрунтів, змін у складі ландшафту та порушення умов для багатьох видів рослин і тварин, які мешкають у прибережній зоні. Разом зі змінами клімату ці процеси загострюють вже існуючі екологічні проблеми, знижують біорізноманіття і негативно впливають на людей, які живуть уздовж узбережжя [19].

Ерозія берегової лінії має як природні, так і антропогенні причини. Природні причини включають вплив хвиль, течій і припливів, які постійно руйнують берегову лінію, змиваючи піщані й гравійні ґрунти в океан. До природних чинників також належать сезонні шторми та штормові хвилі, які посилюють процеси руйнування, особливо на відкритих ділянках берега.

Антропогенний вплив, як-от будівництво дамб, портів, інших берегозахисних споруд, видобуток піску й гравію, сприяє прискоренню ерозії, оскільки зміни в розподілі піску та берегових потоків призводять до порушення природних процесів. Урбанізація прибережних районів, осушення земель і вирубка рослинності також поглиблюють цю проблему, адже кореневі системи рослин більше не утримують ґрунт.

Зміна клімату значно впливає на динаміку ерозії берегової лінії, погіршуючи ситуацію через підвищення рівня моря, частішання екстремальних

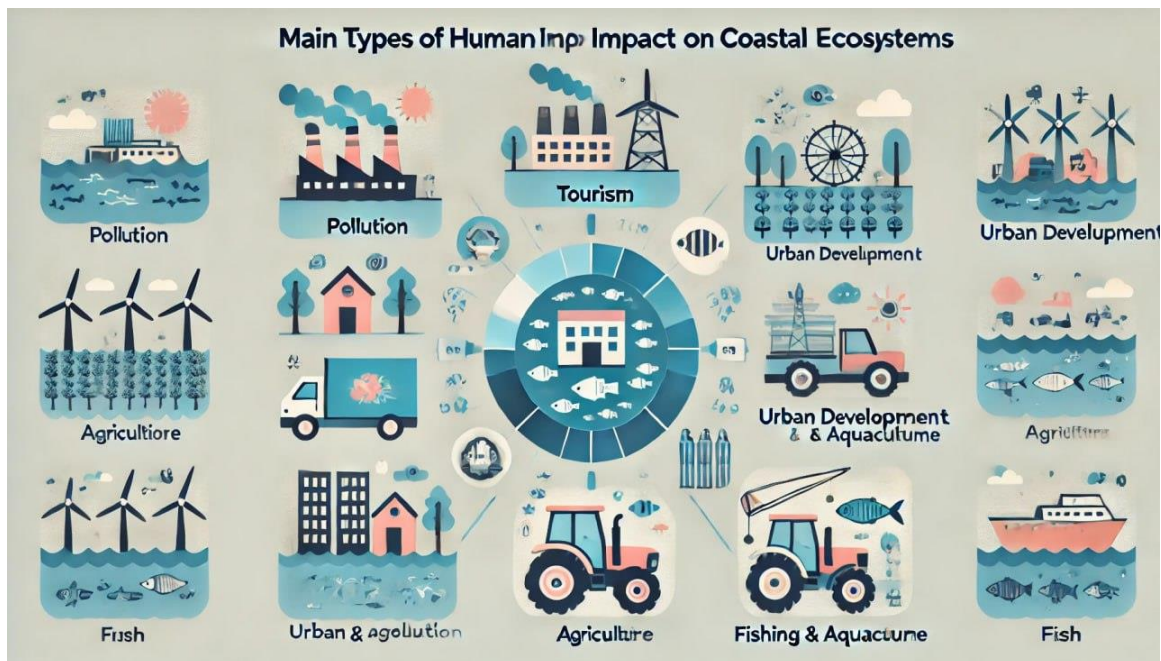
погодних явищ та інші кліматичні явища. Одним із ключових факторів є підвищення рівня моря, викликане таненням льодовиків і тепловим розширенням води внаслідок підвищення глобальних температур. Підняття рівня моря призводить до змиву ґрунтів і затоплення низьких ділянок узбережжя, що змушує прибережні лінії зміщуватися вглиб суші.

Крім того, зміна клімату призводить до частішання та інтенсивності штормів і ураганів, які спричиняють масштабне руйнування узбережжя та впливають на цілі прибережні екосистеми. Через екстремальні погодні явища руйнуються природні бар'єри, такі як дюни, соляні болота і коралові рифи, які традиційно захищали узбережжя від ерозії [4].

Прибережні екосистеми є одними з найбільш багатих біорізноманіттям та екологічно значущих територій. Вони включають мангрові ліси, солоні болота, дельти, естуарії, піщані пляжі, дюни та коралові рифи, які забезпечують проживання для багатьох видів рослин і тварин. Ерозія берегової лінії знищує ці екосистеми, змінюючи фізичні та хімічні характеристики середовища і призводячи до втрати біорізноманіття.

Солоні болота, наприклад, є домівкою для багатьох видів птахів, риб і безхребетних, але ерозія викликає зникнення цих територій, а отже, і видів, що в них проживають. Мангрові ліси, які мають потужну кореневу систему і є природним бар'єром проти хвиль, також страждають від ерозії та зникнення ґрунтів. Руйнування мангрових лісів призводить до втрати місця проживання для риб, крабів та інших морських організмів, а також знижує захист узбережжя від хвиль.

Далі наведена діаграма, що ілюструє основні види антропогенного впливу на прибережні екосистеми, включаючи категорії забруднення, туризму, урбанізації, сільського господарства та рибальства/аквакультури. Діаграма використовує значки для кожного виду впливу та розділена для зручного розуміння кожного аспекту.



*Рис.2.1 Основні види антропогенного впливу на прибережні екосистеми
Джерело: створене автором за допомогою [1].*

Крім фізичних руйнувань, зміна клімату впливає на прибережні екосистеми через зміну температурних і гідрологічних умов. Підвищення температури води змушує деякі види мігрувати в прохолодніші води, що змінює структуру місцевих екосистем і може викликати харчові дисбаланси.

Зміни в температурі води також викликають масове відмирання коралів через коралове відбілювання, яке є результатом втрати симбіотичних водоростей, що забезпечують коралам харчування. Коралові рифи є середовищем для багатьох морських видів, і їхнє зникнення негативно впливає на риболовні ресурси та загальне біорізноманіття. Зникнення коралів також робить узбережжя більш вразливими до ерозії, оскільки рифи є природними бар'єрами, які пом'якшують силу хвиль.

Зміни клімату впливають також на сезонні цикли та солоність води в естуаріях і дельтах річок. Це змінює умови для розмноження риб і створює нові виклики для водних рослин, які відіграють роль у фільтрації води і запобіганні

ерозії. Різкі зміни умов у цих зонах призводять до скорочення чисельності видів, які не можуть адаптуватися до нових умов [13].

Ерозія берегової лінії та зміна клімату впливають не лише на природне середовище, а й на людей, що мешкають уздовж узбережжя. Втрата ґрунтів та зсув берегової лінії створюють загрозу для інфраструктури, таких як дороги, житлові будинки, туристичні об'єкти та промислові зони. Підвищення рівня моря може призвести до вимушеного переселення населення та втрати прибережних земель, що є особливо серйозною проблемою для острівних держав і низинних територій.

Зміни в кліматі та втрата біорізноманіття також впливають на економічні галузі, зокрема рибальство та туризм. Зниження чисельності риб через ерозію та руйнування їхнього середовища проживання зменшує улови, а зникнення коралових рифів і піщаних пляжів робить курорти менш привабливими для туристів. Все це призводить до економічних втрат, які можуть бути значними для місцевих громад.

Для боротьби з ерозією берегової лінії та змінами клімату потрібні комплексні заходи. Одним з таких заходів є відновлення природних бар'єрів – мангрових лісів, солоних боліт, піщаних дюн та коралових рифів. Ці екосистеми не тільки знижують силу хвиль, а й сприяють підтримці біорізноманіття та покращують якість води.

Інженерні рішення, як-от встановлення штучних рифів, будівництво дамб і укріплень, можуть захистити узбережжя, проте важливо поєднувати ці методи з природоохоронними заходами, щоб мінімізувати довгострокові негативні наслідки для екосистеми. Екологічно орієнтоване будівництво і планування прибережних районів також можуть зменшити вплив людини на ерозію, зберігаючи природні зони та дюни як буферні зони для захисту узбережжя. Важливими заходами є також регулювання видобутку ресурсів і зниження обсягів викидів парникових газів для уповільнення темпів зміни клімату. Глобальні ініціативи, такі як Паризька угода, націлені на зниження викидів і

захист екосистем, але ефективність цих зусиль залежить від активної участі всіх країн. Ерозія берегової лінії та зміни клімату є взаємопов'язаними проблемами, які суттєво впливають на прибережні екосистеми, ставлячи під загрозу їхнє існування та багатство біорізноманіття. Зміщення берегових ліній, зниження чисельності видів і зникнення природних бар'єрів роблять узбережжя вразливими до подальших екологічних загроз. Комплексний підхід до збереження берегів, включно з відновленням природних екосистем, є ключовим для забезпечення сталого розвитку прибережних районів і захисту їх від подальшої деградації.

2.3 Приклади окремих прибережних зон, які постраждали від антропогенного впливу

Ірландія, оточена Атлантичним океаном, має величезну різноманітність прибережних зон, які є домом для багатих екосистем і численних видів флори та фауни. Однак численні антропогенні фактори, включаючи урбанізацію, промислову діяльність, сільське господарство і зміни клімату, негативно впливають на ці природні середовища. У цій статті розглянемо декілька прикладів прибережних зон Ірландії, які зазнали серйозних змін внаслідок людської діяльності [15].

Дублін, столиця Ірландії, є прикладом значних змін у прибережній зоні, які відбулися під впливом антропогенної діяльності. Урбанізація та розширення міста призвели до забудови прибережних територій, таких як зони порту та пляжі. Це викликало зменшення природних середовищ, а також вплинуло на якість води через стічні води і забруднення, що надходять від промислових викидів. У результаті таких змін постраждали місцеві види, включаючи різноманітні морські птахи і рибу, які потребують чистого середовища для існування.

Далі приведена інфографіка з прикладами прибережних зон Ірландії, які постраждали від антропогенного впливу. Діаграма включає зони Дублінської затоки, західного узбережжя Коннемари, затоки Голвей, берегової лінії Керрі та скель Кліффс оф Могер, з відповідними іконками для забруднення, туризму, ерозії та інших видів впливу.



Рис.2.2 Приклади прибережних зон Ірландії, які постраждали від антропогенного впливу.

Джерело: створене автором за допомогою [9].

Пляжі в графствах Кілкенні та Сліго також постраждали від антропогенного впливу, зокрема від туризму та забудови. У Кілкенні пляжі стали популярними туристичними напрямками, що призвело до збільшення навантаження на природні ресурси. Неправильне управління відходами та забруднення, викликані великою кількістю відвідувачів, призвели до деградації екосистем, які колись були домом для багатьох видів. У графстві Сліго, де розташовані красиві піщані пляжі, проблема ерозії посилилася через забудову прибережних територій, що викликало зменшення площі пляжів і негативно вплинуло на місцеві рибні ресурси [14].

Мангрові ліси, які раніше слугували важливими природними бар'єрами, зазнали значних змін на південь від міста Корк. Антропогенний вплив, зокрема сільське господарство і будівництво, призвели до деградації цих природних зон. Витіснення мангрових лісів, викликане збільшенням площі сільськогосподарських угідь, зменшило біорізноманіття, оскільки багато видів морських організмів втрачають своє середовище проживання. Це також зменшило здатність цих екосистем захищати узбережжя від хвиль і штормів, що підвищує ризик ерозії та затоплення.

Півострів Мальохайд, розташований на північ від Дубліна, є ще одним прикладом, де антропогенні фактори значно вплинули на екосистему. У цій зоні активні проекти з урбанізації та розвитку інфраструктури призвели до знищення природних місць проживання. Забудова поблизу узбережжя викликала збільшення стічних вод, що потрапляють у місцеві водойми, погіршуючи якість води і впливаючи на здоров'я місцевих риб і водних рослин. Поряд з цим, рекреаційні види діяльності, такі як водні види спорту, також чинять тиск на цю природну екосистему, що призводить до подальшої деградації прибережних територій.

Прибережні зони на заході Ірландії, зокрема в графствах Клер і Лімерик, також постраждали від антропогенного впливу. Тут ведеться активне сільське господарство, що часто включає використання пестицидів і добрив, які потрапляють у водойми, призводячи до евтрофікації та погіршення якості води. Це негативно впливає на місцеві водні екосистеми, зокрема на популяції риби та інших водних організмів. Пляжі також страждають від забруднення пластиковими відходами, які потрапляють в океан, створюючи серйозні загрози для морських птахів і тварин.

Затока Галвей – розташована на західному узбережжі Ірландії, затока Галвей має багате біорізноманіття, включаючи коралові рифи, численні види риб, водоростей і птахів. Проте інтенсивний розвиток туристичної інфраструктури, забруднення побутовими відходами й промислове

навантаження загрожують екосистемам затоки. Викиди з прибережних поселень та готелів підвищують рівень поживних речовин у воді, що спричиняє цвітіння водоростей і може викликати загибель риб та інших морських мешканців.

Затока Карлінгфорд – розташована на кордоні Ірландії та Північної Ірландії, ця зона піддається антропогенному впливу через рибальську діяльність, рекреаційне використання та промислове забруднення. Основною загрозою тут є неконтрольований вилов морських мешканців, що призводить до скорочення чисельності видів та порушення природного балансу. Затока також страждає від надмірного осадження, спричиненого береговою ерозією та впливом сільського господарства, що зменшує якість середовища для численних видів фауни.

Острови Аран – цей архіпелаг у затоці Голуей включає три основні острови: Інішмор, Інішман та Інішір. Хоча вони відомі своєю культурною спадщиною і природними красотами, підвищений потік туристів, а також забруднення від суден значно впливають на екосистему островів. Тиск на ресурси води, зокрема забруднення стічними водами і залишками їжі, сприяє деградації природних середовищ існування багатьох видів.

Затока Шаннон – одна з найбільших естуарієвих зон в Ірландії, яка відома різноманітністю водно-болотних угідь і значною кількістю видів риби. Водночас, антропогенний тиск у вигляді інтенсивного промислового рибальства, забруднення від сільськогосподарських стоків і судноплавства спричинив значні екологічні проблеми. Викиди добрив і пестицидів із прилеглих сільськогосподарських територій підвищують концентрацію фосфатів і нітратів у воді, що спричиняє розвиток водоростей і порушує кисневий режим.

Затока Кінсейл – це мальовнича зона на південному узбережжі Ірландії, де розташовані прибережні рифи та піщані пляжі. Проте антропогенний вплив, включаючи судноплавство, комерційне рибальство та розвиток рекреаційної

інфраструктури, призводить до деградації цих прибережних зон. Забруднення від суден та вилов риби на промисловому рівні знижують чисельність морських мешканців, а розвиток туризму сприяє накопиченню побутового сміття, яке впливає на флору і фауну.

Скелі Хоут – ця прибережна зона, розташована недалеко від Дубліна, відома своїми скелястими утвореннями та багатством морського життя. Але через постійний туристичний потік спостерігається зростання забруднення внаслідок накопичення сміття та зростання шумового фону. Постійна присутність людей порушує життя диких птахів, особливо під час сезону гніздування. Витоптування рослинності та руйнування природного ландшафту скель впливають на стабільність прибережних екосистем.

Берегова лінія Бантрі-Бей – бухта на південному заході Ірландії має високий рівень біорізноманіття, але водночас вона є важливим центром морської торгівлі та туризму. Інтенсивний рух суден і нафтових танкерів підвищує ризики забруднення нафтопродуктами, що може бути згубним для морських організмів. Промисловий рибальський промисел у цій зоні також призводить до скорочення чисельності видів, а аквакультура в прибережних зонах часто стає джерелом забруднення вод.

Зона Белмуллет (графство Мейо) – це природний регіон, відомий дикими пляжами та водно-болотними угіддями. Проте зростання сільськогосподарської діяльності та туристичної інфраструктури посилює навантаження на екосистему. Розширення сільськогосподарських угідь сприяє збільшенню кількості стічних вод та добрив, які потрапляють у прибережні води. Це призводить до розвитку водоростей і зниження рівня кисню, що загрожує численним видам риб і ракоподібних.

Каванаг-Бей – цей район приваблює численних рибалок і любителів природи, але неконтрольований вилов риби й морепродуктів створює значний тиск на морські ресурси. Окрім цього, зростання туристичного потоку і розвиток місцевих готелів призводять до накопичення сміття та зростання

забруднення води. Інфраструктура, розташована близько до води, посилює ерозійні процеси та сприяє втраті природного середовища [44].

Антропогенний тиск на прибережні зони Ірландії є комплексним і включає забруднення, виснаження природних ресурсів, інфраструктурний розвиток та зміни в екосистемах через сільське господарство. Тому важливими заходами для збереження цих екосистем залишаються регулювання туристичної діяльності, моніторинг промислового забруднення та впровадження програм з відновлення природних середовищ.

Таблиця 2.1

Приклади антропогенного впливу на прибережні зони Ірландії

Назва прибережної зони	Розташування	Основні види антропогенного впливу	Наслідки впливу	Заходи для зменшення впливу
Затока Галвей	Західне узбережжя Ірландії	Туристична інфраструктура, побутове забруднення, промислове навантаження	Цвітіння водоростей, загибель морських видів, зниження якості води	Обмеження на забудову прибережної території, моніторинг якості води, створення природоохоронних зон
Затока Карлінгфорд	Кордон Ірландії та Північної Ірландії	Неконтрольований вилов морських ресурсів, промислове забруднення, рекреаційне використання	Скорочення чисельності морських видів, порушення природного балансу	Регулювання вилову риби, збереження водно-болотних угідь, обмеження комерційного використання
Пляжі графства Корк	Південне узбережжя Ірландії	Пластикове забруднення, сміття, відходи з яхт	Накопичення побутових відходів, деградація дюн, втрата місць проживання птахів	Регулярне прибирання пляжів, обмеження на використання пластика, заборона викидання сміття у прибережних зонах
Острови Аран	Затока Голуей	Туристичний потік, забруднення суднами, тиск на ресурси води	Виснаження водних ресурсів, деградація середовищ існування	Створення обмежень на туристичні відвідини, запровадження програм з управління відходами
Затока Шаннон	Західне узбережжя	Промислове рибальство,	Розвиток водоростей,	Обмеження на інтенсивне

	Ірландії	сільськогосподарське забруднення, судноплавство	втрати кисню у воді, загроза для місцевої фауни	рибальство, контроль викидів із сільськогосподарських угідь, моніторинг екологічного стану
Затока Кінсейл	Південне узбережжя	Забруднення від суден, комерційне рибальство, туристичне навантаження	Зниження чисельності морських мешканців, накопичення побутового сміття	Введення правил для рибальства, регулярне очищення берегів, моніторинг стану рибних запасів
Скелі Хоут	Неподалік Дубліна	Туристичний потік, шумове забруднення, витокування рослинності	Втрати місць гніздування птахів, порушення природного ландшафту	Обмеження кількості туристів, створення спеціальних маршрутів, заходи для захисту рослинності
Берегова лінія Бантрі-Бей	Південно-західне узбережжя	Судноплавство, нафтове забруднення, промислове рибальство	Ризик забруднення нафтою, зниження чисельності риб, вплив на морську фауну	Заборона викидів з танкерів, посилення контролю за виловом риби, створення програм моніторингу стану вод
Зона Белмуллет	Графство Мейо	Розширення сільського господарства, збільшення туристичного потоку	Забруднення води добривами, розростання водоростей, зниження рівня кисню	Обмеження сільськогосподарських викидів, створення захисних зон для відновлення прибережних екосистем
Каванаг-Бей	Західне узбережжя	Неконтрольований вилов риби, розвиток туристичної інфраструктури	Зниження чисельності морських видів, накопичення сміття, ерозія берегів	Впровадження правил рибальства, очищення територій, контроль за будівництвом інфраструктури в прибережних зонах

Джерело: створене автором за допомогою [24].

Прибережні зони Ірландії є важливими екологічними системами, які забезпечують середовище для багатьох видів. Однак антропогенний вплив, зокрема урбанізація, сільське господарство, забруднення і зміни клімату, загрожує їхньому існуванню. Приклади, наведені в цій статті, демонструють,

як людська діяльність може негативно впливати на природні екосистеми. Для збереження прибережних зон та відновлення їхньої екологічної цінності необхідно впроваджувати стійкі практики управління, які будуть враховувати потреби як людей, так і природи [17].

3 СТРАТЕГІЇ ЗМЕНШЕННЯ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ ТА ЗАХИСТУ ПРИБЕРЕЖНИХ ЕКОСИСТЕМ

3.1 Політика з охорони прибережних зон та управління природними ресурсами

Політика Ірландії з охорони прибережних зон та управління природними ресурсами є складовою частиною загальної стратегії держави з охорони навколишнього середовища, спрямованої на забезпечення сталого розвитку та збереження унікальних природних екосистем. Як острівна держава, Ірландія має велику протяжність берегової лінії, багату на екосистеми, що включають водно-болотні угіддя, піщані дюни, скелясті береги та морські середовища. Ці природні багатства не лише мають екологічну цінність, але й становлять економічну основу для багатьох галузей, зокрема рибальства, туризму та енергетики. Відтак, політика охорони прибережних зон є пріоритетною для Ірландії.

Морське просторове планування є ключовим компонентом політики Ірландії щодо прибережних зон. У рамках Європейської директиви з морського просторового планування (Directive 2014/89/EU) [3], Ірландія розробила власний національний план морського просторового планування. Цей план спрямований на гармонійне співіснування різних видів діяльності, таких як рибальство, аквакультура, морський транспорт, туризм та розвиток відновлюваних джерел енергії (морські вітрові електростанції), з одночасним збереженням природних ресурсів і екосистем. Основна мета MSP полягає у тому, щоб забезпечити сталий розвиток морських і прибережних ресурсів шляхом визначення найбільш підходящих територій для певних видів діяльності, з урахуванням екологічних, економічних та соціальних факторів.

Рибальство є важливою частиною економіки прибережних зон Ірландії. Політика держави у цій галузі включає дотримання принципів спільної рибальської політики ЄС (Common Fisheries Policy), яка спрямована на регулювання вилову риби, запобігання перевилову та забезпечення відновлення рибних популяцій. Ірландія також підтримує ініціативи щодо розвитку аквакультури як екологічно безпечної альтернативи традиційному рибальству. Значна увага приділяється використанню наукових досліджень для контролю за

станом рибних запасів, зокрема впровадженню квот на вилов риби та створенню зон з обмеженим або забороненим виловом, які сприяють відновленню екосистем.

Ірландія підписала низку міжнародних угод, таких як Рамсарська конвенція про водно-болотні угіддя та Конвенція про біологічне різноманіття, які зобов'язують державу зберігати природні екосистеми та рідкісні види флори й фауни в прибережних зонах. Багато прибережних територій Ірландії мають статус заповідних зон, включаючи національні парки, спеціальні природоохоронні території (SAC), спеціальні зони охорони птахів (SPA), що охороняються на національному та європейському рівні. Зокрема, прибережні зони захищаються через програму "Natura 2000", яка є частиною політики ЄС щодо охорони рідкісних і вразливих видів та оселищ. Ці території охоплюють не лише суходутні екосистеми, але й значні частини морської зони, що є життєво важливими для морської фауни.

Політика Ірландії у сфері управління відходами та запобігання забрудненню морських вод включає впровадження суворих норм і стандартів для підприємств, що здійснюють свою діяльність у прибережних зонах. Це стосується як промислових об'єктів, так і сільського господарства та туристичних комплексів. Основними напрямками є зменшення забруднення води хімічними речовинами, органічними відходами та пластиком.

Зокрема, у контексті захисту від морського сміття та пластикового забруднення, Ірландія активно впроваджує європейські директиви щодо скорочення використання одноразових пластикових виробів та розвитку інфраструктури для утилізації відходів. Крім того, держава реалізує програми з очищення прибережних територій та просуває освітні кампанії з підвищення обізнаності населення щодо проблеми морського сміття [18].

Ірландія також приділяє значну увагу управлінню ризиками, пов'язаними зі зміною клімату та стихійними лихами, такими як повені, підвищення рівня моря та прибережна ерозія. Ці ризики суттєво впливають на прибережні зони,

тому у 2018 році Ірландія прийняла національну стратегію щодо адаптації до змін клімату. У рамках цієї стратегії впроваджуються заходи для зменшення ризику ерозії берегів, запобігання затопленню прибережних територій та захисту життєво важливих екосистем. Також держава інвестує у створення зелених інфраструктур, таких як відновлення природних бар'єрів, зокрема дюн і боліт, що мають природний захист від повеней. Вона активно розвиває сектор відновлюваної енергетики, зокрема морські вітрові електростанції, що є частиною національної стратегії переходу на чисті джерела енергії. Такий розвиток вимагає ретельного планування та врахування екологічних ризиків, оскільки будівництво вітрових ферм у морі може мати негативний вплив на морську флору і фауну. Для мінімізації цих ризиків проводяться екологічні оцінки, спрямовані на збереження екосистем під час будівництва та експлуатації енергетичних об'єктів. Політика Ірландії з охорони прибережних зон та управління природними ресурсами є комплексною та спрямованою на збереження біорізноманіття, сталий розвиток економіки, захист від забруднення та підготовку до змін клімату. Завдяки впровадженню міжнародних та національних програм, Ірландія працює над тим, щоб зберегти унікальні природні ресурси прибережних зон для майбутніх поколінь, забезпечуючи при цьому економічний розвиток та підвищення якості життя населення.

3.2 Екологічна освіта та підвищення обізнаності громадян

Екологічна освіта та підвищення обізнаності громадян є однією з ключових стратегій зменшення антропогенного навантаження та захисту прибережних екосистем. Ця стратегія полягає у систематичному підвищенні рівня знань, розуміння та екологічної відповідальності серед населення щодо важливості прибережних зон і необхідності їх збереження. Оскільки більшість

негативного впливу на екосистеми походить від людської діяльності, зокрема через неусвідомлене чи невідповідальне використання природних ресурсів, освітні заходи є критичними для зміни ставлення громадян до навколишнього середовища та впровадження принципів сталого розвитку [52].

Екологічна освіта виконує важливу роль у розвитку екологічної культури суспільства, сприяючи формуванню розуміння взаємозв'язку між здоров'ям екосистем та якістю життя людей. Для захисту прибережних зон важливо, щоб громадяни усвідомлювали екологічну цінність цих територій, їхню вразливість до антропогенного впливу та те, яким чином їхні дії можуть безпосередньо впливати на довкілля. Освітні програми, спрямовані на захист прибережних зон, повинні охоплювати широкі верстви населення, включаючи дітей, студентів, дорослих, представників бізнесу, туристичної індустрії та державних службовців. Це дозволить формувати екологічну відповідальність на всіх рівнях суспільства, від побутових дій до стратегічних рішень у сфері управління ресурсами [26].

Освіта з питань захисту довкілля повинна починатися зі школи та бути інтегрованою в навчальні програми на всіх рівнях. Навчання повинне акцентувати увагу на взаємодії людини і природи, впливі забруднення на екосистеми, а також на важливості збереження біорізноманіття. Шкільні програми можуть включати уроки про значення прибережних екосистем, їхній внесок у стабілізацію клімату, захист берегових ліній, водопостачання, а також екосистемні послуги, які вони надають (наприклад, підтримка рибальства, очищення води та захист від повеней). Проведення польових досліджень, екскурсій у прибережні зони та участь у волонтерських проектах з очищення берегів допоможе підліткам і студентам краще усвідомити важливість природоохоронної діяльності на практиці. Це сприятиме формуванню екологічної свідомості та відповідальності ще на ранніх етапах життя.

Поряд із молоддю, важливо проводити інформаційно-просвітницькі кампанії серед дорослого населення. Велика частина антропогенного

навантаження на прибережні зони походить від діяльності дорослих, зокрема у сфері рибальства, туризму, будівництва та управління відходами. Саме тому необхідно забезпечити, щоб громадяни, які ведуть господарську діяльність у цих регіонах, усвідомлювали свій вплив на екосистеми та мали доступ до ресурсів, які допоможуть їм мінімізувати цей вплив. Інформаційні кампанії через засоби масової інформації, соціальні мережі, вебінари, екологічні фестивалі та виставки можуть охоплювати широку аудиторію, розповідаючи про проблеми деградації прибережних зон, забруднення вод, надмірний вилов риби та важливість відповідального використання природних ресурсів [30].

Іншим важливим напрямком є навчання представників бізнесу, які здійснюють діяльність у прибережних зонах, а також державних службовців, що відповідають за прийняття рішень у сфері охорони довкілля. Для цього необхідно створювати спеціальні тренінги та семінари з екологічно безпечного ведення бізнесу, застосування принципів сталого розвитку та мінімізації негативного впливу на природні ресурси. Це може включати навчальні програми для туристичних компаній, які працюють у прибережних регіонах, щодо відповідального ставлення до екосистем, мінімізації відходів та скорочення забруднення. Представники рибальства мають бути поінформовані про раціональне використання рибних ресурсів та дотримання рибальських квот для запобігання перевилу. Державні службовці, відповідальні за управління прибережними зонами, мають отримати знання про сучасні методи моніторингу стану екосистем, планування та управління з метою збереження природних територій.

Залучення громадян до практичної участі у захисті прибережних екосистем є важливим елементом стратегії. Впровадження програм волонтерства, таких як участь у проектах з очищення пляжів від сміття, відновлення природних ландшафтів або висадка прибережної рослинності, допоможе підвищити відчуття відповідальності серед населення. Громадянські ініціативи, що спрямовані на захист довкілля, можуть бути підтримані на

державному рівні шляхом надання фінансової та організаційної підтримки громадським організаціям та екологічним активістам. Це дозволить розширити можливості для екологічної участі населення, а також сприятиме формуванню партнерських відносин між урядом, бізнесом і громадянським суспільством у справі збереження прибережних зон [27].

Сучасні цифрові технології та засоби масової інформації є важливим інструментом для підвищення обізнаності про екологічні проблеми та захист прибережних екосистем. Використання мобільних додатків, соціальних мереж та онлайн-платформ дозволяє швидко й ефективно поширювати інформацію серед великої кількості людей. Наприклад, екологічні організації можуть створювати інтерактивні карти прибережних зон, на яких відображені екологічні проблеми, або мобільні додатки для інформування громадян про способи зменшення свого екологічного сліду. Технології можуть бути використані для проведення онлайн-курсів і вебінарів, на яких спеціалісти з екології можуть навчати населення принципам сталого розвитку та захисту довкілля. Це допоможе створити глобальну спільноту людей, зацікавлених у збереженні прибережних зон, яка може впливати на громадську думку та сприяти впровадженню екологічно відповідальних рішень на всіх рівнях [28].

Екологічна освіта та підвищення обізнаності громадян є невід'ємною частиною стратегії зменшення антропогенного навантаження на прибережні екосистеми. Вона дозволяє формувати свідоме та відповідальне ставлення до природних ресурсів, сприяє зменшенню негативного впливу людської діяльності на екосистеми та підтримує сталий розвиток прибережних територій. Лише через поширення знань, формування екологічної культури та залучення громадян до природоохоронних заходів можна забезпечити ефективний захист цих унікальних екосистем і збереження їх для майбутніх поколінь.

3.3 Технологічні рішення для зменшення впливу

Технологічні рішення для зменшення впливу антропогенного навантаження на прибережну екосистему є ключовим елементом стратегії сталого розвитку і захисту природних ресурсів прибережних територій. Сучасні технології дозволяють не тільки знижувати шкоду, яку завдає діяльність людини, а й сприяти відновленню деградованих екосистем. Прибережні зони є одними з найбільш вразливих до антропогенного впливу через інтенсивний розвиток туризму, рибальства, будівництва, видобутку ресурсів, забруднення води та інших факторів. Використання інноваційних рішень допомагає значно скоротити цей негативний вплив [54].

Однією з головних проблем прибережних зон є забруднення води стічними водами, які містять хімічні забруднювачі, важкі метали, пластикові відходи та інші шкідливі речовини. Сучасні технології очищення води дозволяють значно знизити кількість забруднень, які потрапляють у море та впливають на прибережні екосистеми. Мембранні технології та системи ультрафільтрації дозволяють ефективно очищати воду від органічних і хімічних забруднювачів. Біологічні системи очищення використовують мікроорганізми для розщеплення органічних речовин у стічних водах, що зменшує вміст токсичних сполук, які можуть завдати шкоди прибережним екосистемам. Технології нульових відходів у промисловості дозволяють повторно використовувати стічні води після очищення або зменшити їхнє утворення шляхом оптимізації виробничих процесів. Додатково до цього важливо впроваджувати технології контролю за стічними водами, що потрапляють до прибережних зон, такі як датчики якості води та системи моніторингу в реальному часі, що дозволяють вчасно виявляти випадки забруднення та швидко реагувати на них [10].

Традиційні джерела енергії, такі як викопні палива, створюють значне навантаження на екосистеми через викиди парникових газів, забруднення води та повітря. Відновлювані джерела енергії, такі як сонячна, вітрова, хвильова

енергія та енергія припливів, можуть значно скоротити цей вплив. Морські вітрові електростанції є одним із найперспективніших напрямків розвитку відновлюваної енергетики для прибережних зон. Завдяки віддаленому розташуванню у морі, вони мінімізують вплив на суходільні екосистеми, одночасно забезпечуючи чисту енергію для прибережних громад і міст. Хвильові та припливні електростанції використовують енергію руху води, що є природним і постійним джерелом, яке не потребує спалювання палива чи викидів шкідливих речовин. Ці технології не тільки знижують потребу в традиційних джерелах енергії, але й зменшують вплив на прибережні екосистеми через зміну клімату [11].

Будівництво на прибережних територіях часто призводить до деградації природних ландшафтів, руйнування дюн, заболочених угідь та інших важливих елементів екосистеми. Екологічне будівництво передбачає використання матеріалів і технологій, які мінімізують шкоду для довкілля та сприяють збереженню природних особливостей місцевості. Зелені будівлі, що використовують енергоефективні технології, мають менший вплив на довкілля, оскільки споживають менше ресурсів (води, енергії) і створюють менше відходів. Розумне планування територій передбачає розташування будівель та інфраструктури так, щоб зменшити втручання в природні екосистеми, зокрема уникати будівництва на особливо вразливих територіях, таких як дельти річок, болотисті угіддя або піщані дюни. Відновлення природних бар'єрів, таких як дюни або заболочені території, які природно захищають берегові лінії від ерозії та штормів, також є важливим напрямком будівельної діяльності.

З Охорона біорізноманіття прибережних зон є важливою умовою для підтримання здоров'я екосистем. Сучасні технології дозволяють здійснювати моніторинг стану екосистем і вчасно виявляти загрози для біорізноманіття. Дрони та супутниковий моніторинг дозволяють отримувати високоточні дані про стан прибережних екосистем, моніторити зміни в рослинному та тваринному світі, виявляти забруднення та слідкувати за динамікою ерозії

берегів. Технології GPS допомагають відслідковувати міграційні шляхи тварин, що дозволяє вживати заходів для збереження їхніх природних середовищ. Біосенсори можуть використовуватися для моніторингу здоров'я морських екосистем, таких як коралові рифи, виявлення змін у хімічному складі води або появи шкідливих речовин.

Один із головних викликів для прибережних екосистем — це пластикове забруднення та інші тверді відходи, які потрапляють у море і стають загрозою для морської флори і фауни. Системи збору та переробки пластикових відходів на прибережних територіях, які дозволяють зменшити кількість сміття, що потрапляє у водні об'єкти. Наприклад, автоматизовані системи збору сміття на пляжах або плавучі системи, що очищують поверхневі води від пластику. Технології біорозкладного пластику, що дозволяють зменшити шкідливий вплив пластикових відходів, якщо вони все ж таки потрапляють у навколишнє середовище. Системи утилізації та переробки відходів на основі принципів кругової економіки, коли відходи перетворюються у вторинні ресурси.

Виробництво та використання бутильованої води значно впливає на довкілля, оскільки пластикові пляшки, що використовуються для її пакування, стають однією з найбільших причин забруднення планети. Пластик, особливо макро- і мікропластик, є основними елементами цієї проблеми, і його накопичення у природі стає серйозною загрозою для екосистем.

Макропластик — це великі частини пластикових відходів, які накопичуються на звалищах або у водних системах. Він спричиняє засмічення, погіршує ландшафти та створює умови для негативного впливу на дику природу. Пластикові пляшки можуть розкладатися сотні років, за цей час завдаючи шкоди флорі, фауні та морським організмам.

Мікропластик, своєю чергою, є ще більш загрозливою проблемою. Він утворюється в результаті розпаду більших часток пластику та потрапляє у воду, повітря і ґрунт, де проникає в харчові ланцюги. Потрапляючи у світовий океан

та інші водні системи, мікропластик впливає на водні організми, а згодом — на людей, які споживають морепродукти.

Виробництво пластикових пляшок також пов'язане з великим викидом парникових газів. Використання викопних ресурсів для виробництва пластику підсилює кліматичні зміни, а недостатній рівень переробки пластмас лише збільшує масштаб проблеми. Більшість пластикових пляшок не переробляються належним чином, потрапляючи на звалища або в природу [31].

В рамках сучасних підходів для мінімізації впливу бутильованої води на довкілля активно розглядаються різні інноваційні рішення, такі як біорозкладні та компостовані матеріали, механічний і хімічний рециклінг, впровадження еко-френдлі упаковки. Використання альтернативних матеріалів, зокрема агро-індустріальних відходів, може допомогти замінити традиційні пластикові упаковки, знижуючи залежність від нафти і одноразових пластиків.

Також важливо розглядати роль циркулярної економіки у розв'язанні проблеми бутильованої води. Впровадження ефективних систем сортування і рециклінгу може значно зменшити кількість пластику, що потрапляє у довкілля. Ключовим тут є відповідальність виробників за весь життєвий цикл продукту (система EPR — розширена відповідальність виробників), що стимулює їх розробляти більш стійкі пакувальні рішення.

Таким чином, вплив бутильованої води на навколишнє середовище є комплексною проблемою, яка потребує рішучих дій на рівні держав, виробників і споживачів. Важливо, щоб громадськість розуміла масштаб загрози та активно долучалася до вирішення проблеми шляхом зменшення використання пластику та підтримки екологічних ініціатив.

Проблема впливу бутильованої води на навколишнє середовище стала особливо актуальною з середини 20-го століття, коли почався масовий перехід від багаторазових скляних пляшок до одноразових пластикових. Саме в цей період виробництво пластику різко зросло завдяки його низькій вартості,

легкості та міцності, що зробило пластик ідеальним матеріалом для широкого використання в упаковці, зокрема й для бутильованої води.

1960-1970-ті роки: Масове використання пластику почалося після Другої світової війни, але саме в цей час одноразові пластикові пляшки для напоїв, зокрема для води, стали популярними через свою зручність. До цього часу більшість пляшок для напоїв були скляними та багаторазовими, які повернули виробникам для повторного використання. Пластик швидко витіснив скло через свою легкість і можливість одноразового використання.

1980-ті роки: Проблема забруднення пластиком почала привертати більше уваги з боку екологічних організацій. У цей період з'явилися перші дослідження, які показали, що пластикові відходи, включаючи пластикові пляшки, мають надзвичайно довгий час розкладу — від сотень до тисяч років. Однак на рівні політики та виробництва ще не було значних змін, і використання пластику продовжувало зростати.

1990-ті - 2000-ні роки: Збільшення кількості пластикових відходів, зокрема пластикових пляшок, стало очевидним для всіх. Великі міські звалища переповнювалися, а світовий океан почав потерпати від величезної кількості сміття, зокрема мікропластику, що стало предметом глобальної екологічної стурбованості. У цей час почали з'являтися дослідження, які показали, як пластик, особливо мікропластик, впливає на морські екосистеми та потрапляє в харчовий ланцюг.

З 2010-х років проблема забруднення пластиком досягла критичної точки. Міжнародні організації, такі як ООН, ЄС та інші, почали активно розробляти стратегії для зменшення використання одноразових пластикових виробів. Введено політики скорочення використання пластику та переробки відходів, але рівень споживання бутильованої води все ще продовжує зростати.

Проблема впливу пластикових пляшок на навколишнє середовище є однією з ключових екологічних проблем сучасності. На глобальному рівні країни та корпорації працюють над впровадженням циркулярної економіки,

зменшенням використання одноразових виробів, розробкою нових біорозкладних матеріалів і вдосконаленням систем сортування та переробки.

Прибережні зони часто є популярними туристичними об'єктами, що призводить до значного навантаження на екосистеми. Діджиталізація та розумне планування туристичних потоків. Використання мобільних додатків для контролю за кількістю відвідувачів у певних зонах, управління транспортними потоками та обмеження доступу до особливо вразливих природних територій у періоди пікового навантаження. Розумні інфраструктурні рішення для мінімізації впливу туристів, такі як автоматизовані системи утилізації сміття, енергоефективне освітлення на сонячних батареях, та інші екологічно чисті технології. Технології дозволяють не лише мінімізувати шкоду для прибережних зон, але й відновлювати деградовані екосистеми. Регенеративне рибальство — це технологія, яка дозволяє підтримувати та відновлювати популяції риби за рахунок контролю за виловом та штучного збільшення їхньої чисельності. Проекти з відновлення мангрових лісів та коралових рифів включають використання біотехнологій для швидшого відновлення пошкоджених екосистем [43].

Сучасні технологічні рішення відіграють вирішальну роль у зменшенні впливу антропогенного навантаження на прибережні екосистеми. Від очищення вод і зменшення забруднення до впровадження екологічно чистих джерел енергії, від моніторингу стану екосистем до відновлення природних бар'єрів — ці інновації є основою для забезпечення сталого розвитку прибережних територій. Технологічний прогрес дозволяє знайти баланс між використанням ресурсів і збереженням природного середовища, що є ключовою умовою для захисту екосистем та їхнього збереження для майбутніх поколінь.

3.4 Міжнародне співробітництво в галузі охорони прибережних екосистем

Міжнародне співробітництво в галузі охорони прибережних екосистем є надзвичайно важливим елементом глобальної стратегії захисту природних ресурсів та біорізноманіття. Прибережні екосистеми, такі як коралові рифи, мангрові ліси, морські трави, болота та дельти річок, відіграють вирішальну роль у підтримці екологічного балансу на планеті. Вони забезпечують екосистемні послуги, такі як захист від штормів, підтримка рибних ресурсів, поглинання вуглекислого газу та фільтрація забруднень. Однак, через антропогенний тиск, зокрема, забруднення, надмірне рибальство, розвиток прибережної інфраструктури та зміну клімату, ці екосистеми перебувають під серйозною загрозою. Саме тому міжнародне співробітництво є ключовим інструментом для їхньої ефективної охорони та збереження [32].

Прибережні екосистеми мають транскордонний характер, що означає, що їхній стан впливає на регіони за межами конкретної країни. Наприклад, зміни клімату та підвищення рівня моря впливають на всі прибережні держави, незалежно від їхнього внеску у глобальні викиди парникових газів. Забруднення пластиком, яке потрапляє у моря та океани, також не знає кордонів і переноситься течіями на тисячі кілометрів. Крім того, багато морських видів, таких як риби та морські птахи, мігрують через міжнародні води, тому для їхнього захисту необхідні глобальні зусилля. Саме тому міжнародна співпраця є вирішальним фактором у вирішенні проблем, пов'язаних з охороною прибережних екосистем [29].

Існує кілька ключових міжнародних угод і конвенцій, які регулюють захист прибережних екосистем на глобальному рівні:

- Конвенція про біологічне різноманіття (CBD). Ця конвенція зобов'язує країни-учасниці вживати заходів для збереження біорізноманіття, включаючи прибережні та морські екосистеми. Згідно з CBD, держави повинні розробляти національні стратегії і плани дій, спрямовані на захист біологічного різноманіття, а також співпрацювати на міжнародному рівні [12].

- Конвенція ООН з морського права (UNCLOS). UNCLOS визначає правові основи для захисту та використання морських ресурсів, зокрема прибережних екосистем. Ця угода встановлює правила для управління ресурсами у виняткових економічних зонах (ВЕЗ), а також зобов'язує країни співпрацювати у боротьбі із забрудненням морського середовища [5].

- Рамкова конвенція ООН про зміну клімату (UNFCCC). Хоча ця конвенція має на меті боротьбу з глобальним потеплінням, її вплив поширюється й на прибережні екосистеми, які є особливо вразливими до підвищення рівня моря, зміни температур та збільшення частоти екстремальних погодних явищ. У рамках цієї конвенції країни працюють над зменшенням викидів парникових газів і розробляють адаптаційні стратегії для прибережних громад та екосистем [13].

- Конвенція про охорону водно-болотних угідь (Рамсарська конвенція). Ця угода спрямована на збереження водно-болотних угідь, включаючи прибережні зони, через стале використання їхніх ресурсів. Країни, які ратифікували Рамсарську конвенцію, зобов'язуються захищати водно-болотні угіддя міжнародного значення та сприяти їхньому відновленню [6].

Крім глобальних конвенцій, існує низка регіональних ініціатив, які спрямовані на охорону прибережних екосистем і морських ресурсів. Одним із прикладів є Барселонська конвенція, яка об'єднує країни Середземномор'я для боротьби з морським забрудненням та захисту прибережних зон. Інший приклад — Картахенський протокол, що регулює охорону Карибського регіону. Також можна відзначити такі програми, як HELCOM (Комісія з захисту морського середовища Балтійського моря), яка спрямована на захист прибережних зон Балтійського моря від забруднення, та СПОС (Спільна програма захисту Північно-Східної Атлантики). Ці регіональні ініціативи дозволяють враховувати специфіку кожного морського басейну і забезпечують ефективніший захист прибережних екосистем у різних регіонах світу.

Одним із важливих аспектів міжнародного співробітництва є обмін науковими знаннями та технологіями. Країни об'єднують зусилля для проведення спільних досліджень стану прибережних екосистем, оцінки рівня їхньої деградації та розробки нових методів для відновлення. Наприклад, міжнародні проекти, такі як Глобальна програма моніторингу коралових рифів (GCRMN) та Глобальна система спостереження за океанами (GOOS), дозволяють здійснювати моніторинг стану прибережних зон та океанів у різних частинах світу. Дані, зібрані цими системами, допомагають виявляти основні загрози для прибережних екосистем та розробляти відповідні стратегії для їхнього захисту. Крім того, існують міжнародні програми з розвитку екологічно чистих технологій для зменшення антропогенного впливу на прибережні зони. Наприклад, спільні проекти з розвитку відновлюваної енергетики (вітрових і хвильових електростанцій) або з впровадження технологій очищення вод від пластикових відходів.

Міжнародні фінансові організації та фонди відіграють важливу роль у підтримці проектів з охорони прибережних екосистем. Наприклад, Глобальний екологічний фонд (GEF) фінансує проекти з охорони біорізноманіття, боротьби з забрудненням морів та адаптації до змін клімату, які мають безпосередній вплив на прибережні екосистеми. Крім того, такі організації, як Світовий банк, Азійський банк розвитку та Європейський інвестиційний банк, також надають фінансову підтримку проектам з управління природними ресурсами, захисту прибережних зон і розвитку стійкої інфраструктури [33].

Міжнародне співробітництво в галузі охорони прибережних екосистем включає й активну роботу з місцевими громадами. Глобальні та регіональні організації розуміють важливість залучення місцевого населення до процесу охорони та відновлення прибережних територій. Успішні проекти часто базуються на партнерстві з місцевими рибалками, фермерами, екологічними активістами та туристичними компаніями. Велика увага приділяється екологічній освіті та підвищенню обізнаності про важливість збереження

прибережних екосистем. Міжнародні програми з екологічної освіти спрямовані на формування екологічної свідомості серед молоді та місцевих жителів, що допомагає зменшити антропогенний вплив на навколишнє середовище [34].

Міжнародне співробітництво є основою для ефективного захисту та збереження прибережних екосистем, які є критично важливими для екологічної стабільності планети. Угоди та конвенції, спільні наукові дослідження, регіональні ініціативи та фінансування проектів дозволяють забезпечити цілісний підхід до охорони прибережних зон. Лише через спільні зусилля та ефективну взаємодію можна досягти значущих результатів у захисті біорізноманіття та сталого розвитку прибережних територій, забезпечуючи їхнє збереження для майбутніх поколінь.

4 ПРОГНОЗ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗМІН У ПРИБЕРЕЖНИХ ЕКОСИСТЕМАХ ІРЛАНДІЇ

4.1 Оцінка потенційних змін клімату та їх вплив на прибережні екосистеми

Зміна клімату є однією з найсерйозніших екологічних проблем сучасності, яка особливо відчутно вплине на прибережні зони по всьому світу, зокрема й в Ірландії. Клімат Ірландії історично характеризується помірним

океанічним впливом з порівняно м'якими зимами та прохолодними влітку. Однак під впливом глобального потепління середньорічні температури поступово зростають, що в поєднанні з іншими чинниками, як-от зміна режиму опадів і частішання екстремальних погодних явищ, посилює ризики для прибережних екосистем країни. Розглянемо основні кліматичні прогнози для Ірландії та потенційні наслідки для її узбережжя [53].

Один з основних прогнозів щодо зміни клімату в Ірландії — це зростання середньої температури. За даними Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (IPCC), середньорічна температура на планеті може зрости на 1,5–2°C до кінця століття. Для Ірландії це означає поступове підвищення температури, яке, ймовірно, супроводжуватиметься гарячішим літом і теплішими зимами. У прибережних зонах це може спричинити зміни в морських екосистемах, зокрема в біорізноманітті і сезонності видів. Наприклад, деякі морські види, такі як риба і молюски, можуть шукати прохолодніші води, переміщуючись на північ. Таке переміщення змінить структуру харчових ланцюгів і створить харчові дисбаланси, оскільки нові види можуть не мати достатньо природних хижаків або ж не зможуть адаптуватися до нових умов. З іншого боку, підвищення температури призведе до розповсюдження інвазійних видів, які здатні швидко адаптуватися і конкурувати з місцевими видами, витісняючи їх з природного середовища.

Підвищення рівня моря є ще однією значущою загрозою, пов'язаною зі зміною клімату, і це особливо актуально для прибережних районів Ірландії. За прогнозами, підняття рівня моря внаслідок танення льодовиків та теплового розширення води може становити до 1 метра до кінця століття. Для низинних прибережних територій Ірландії, таких як частина графств Корк і Дублін, це становить серйозний ризик затоплення, знищення інфраструктури, солонування прісноводних запасів та деградації природних екосистем. Серед екосистем, що зазнають найбільших втрат, — це солоні болота та піщані дюни, які є бар'єрами між океаном і суходолом. Зникнення цих природних буферів підвищує

вразливість територій до штормів і ерозії, що спричиняє додаткові зміни у складі рослинності та зменшення кількості місць для проживання багатьох видів. Оскільки рівень моря піднімається, солоні води проникають у прісноводні заплави, змінюючи солоність і склад ґрунтів, що ставить під загрозу існування водно-болотних екосистем [35].

За прогнозами, зміна клімату призведе до більшої частоти та інтенсивності штормів та екстремальних погодних умов. Ірландія розташована в зоні, де Атлантичний океан регулярно приносить потужні шторми, що стають дедалі частішими через зміни в атмосферній циркуляції. Підвищення температури океану посилює енергію таких явищ, що призводить до більших руйнувань на узбережжі. Це, своєю чергою, підвищує ризик затоплень та ерозії, зокрема у прибережних містах і селах, таких як Голуей і Лімерик. Шторми руйнують природні прибережні бар'єри, такі як дюни та мангрові ліси, які слугують захистом від хвиль. Крім того, екстремальні погодні умови можуть призвести до знищення рослинності та ґрунту, що порушує екологічний баланс в екосистемах. Наприклад, частішання штормів впливає на чисельність птахів, які живуть на узбережжі, адже штормові хвилі руйнують їхні місця гніздування та зменшують кількість доступних ресурсів.

Кліматичні моделі передбачають, що зміна клімату призведе до змін у режимі опадів: зими в Ірландії стануть більш вологими, а літо — більш сухим. Такі коливання в сезонності можуть мати негативні наслідки для прибережних екосистем, які залежні від стабільного рівня вологості та водообміну. Вологіші зими можуть спричинити паводки, що ускладнює ріст рослинності на прибережних луках і призводить до насичення ґрунту водою. Сухі літа, зі свого боку, підвищують ризик посух і викликають нестачу прісної води для тварин, які мешкають поблизу узбережжя. Водночас збільшення обсягу опадів узимку може призвести до вимивання ґрунтів та ерозії, що спричиняє втрату земель уздовж берегової лінії та підвищує вміст забруднюючих речовин у воді через стік. Зміни в режимі опадів також можуть вплинути на ріст і життєвий цикл

рослин, які живуть у прибережних болотах і дюнах, оскільки більшість із них адаптовані до відносно стабільних умов вологи і солоності [36].

Через зміни клімату та фізичну перебудову узбережжя багато місцевих видів можуть втратити свої середовища існування. Деякі види рослин і тварин, адаптовані до специфічних умов узбережжя, таких як стабільний рівень солоності та температури, не зможуть пристосуватися до нових умов і, ймовірно, зникнуть з цих екосистем. Наприклад, зміни солоності через проникнення морської води до прісноводних джерел можуть вплинути на річкову та озерну флору і фауну, включаючи рибу, водорості та інші водні рослини. Інший аспект зміни клімату — це поширення інвазійних видів, які можуть успішно адаптуватися до нових умов і витіснити місцеві види, що викликає дисбаланс у складі екосистем. Водночас зміна клімату може призвести до міграції деяких видів птахів і риби, які традиційно знаходили їжу на прибережних територіях Ірландії, що може змінити харчові ланцюги та структуру екосистем уздовж узбережжя.

Враховуючи можливі наслідки зміни клімату, Ірландія може вжити низку заходів для захисту прибережних екосистем. Це включає відновлення природних бар'єрів, таких як мангрові ліси, солоні болота і дюни, які знижують силу хвиль і захищають узбережжя від затоплення. Іншим важливим заходом є захист ендемічних видів і створення природоохоронних зон, де регулюється антропогенна діяльність та контролюється доступ туристів. Загалом, прогнозовані кліматичні зміни становлять серйозну загрозу для прибережних екосистем Ірландії. Підвищення рівня моря, зміни в температурі і режимі опадів, частіші шторми створюють умови для суттєвих змін у природних середовищах. Однак активні заходи зі збереження і відновлення прибережних зон допоможуть зменшити ці ризики та захистити багатство і унікальність біорізноманіття Ірландії [54].

4.2 Моделювання майбутніх сценаріїв розвитку антропогенного навантаження на прибережні зони Ірландії та заходів захисту

З огляду на прискорені темпи урбанізації, зростання населення та збільшення економічної активності, антропогенне навантаження на прибережні зони Ірландії значно зросло. Однак перед сучасним суспільством стоїть складне завдання збереження і відновлення природних екосистем узбережжя, яке вже зазнало значних змін. Для кращого розуміння можливих наслідків антропогенної діяльності та розробки стратегій захисту, проводяться численні моделювання майбутніх сценаріїв розвитку узбережжя, що враховують різні фактори, від демографічних та економічних до кліматичних змін. Ці моделі розглядають кілька основних сценаріїв розвитку та визначають комплекс заходів, які можуть зменшити негативний вплив на прибережні екосистеми Ірландії [37]

Таблиця 4.1

Можливі сценарії розвитку антропогенного навантаження на прибережні зони Ірландії

Сценарій розвитку	Ключові чинники антропогенного навантаження	Можливі наслідки для прибережних зон	Запропоновані заходи захисту
Інтенсивне зростання туризму	<ul style="list-style-type: none"> - Розвиток туристичної інфраструктури на узбережжі - Збільшення транспортного потоку - Забруднення сміттям - Деградація природних ландшафтів через витоптування 	<ul style="list-style-type: none"> - Втрата місць гніздування для птахів - Зниження якості води через накопичення сміття та відходів - Зростання ерозії берегів 	<ul style="list-style-type: none"> - Обмеження туристичних потоків у періоди пікового навантаження - Розробка екологічно чистої інфраструктури - Збільшення кількості смітєвих контейнерів та інформаційних стендів для підвищення екологічної обізнаності - Проведення кампаній з очищення берегів - Введення зон з обмеженим доступом до природних ділянок, щоб

			мінімізувати витоптування рослинності
Економічна експансія рибальства	Інтенсивне промислове рибальство - Використання великих сіток і недозволених методів вилову - Забруднення води рибальськими відходами	- Зменшення чисельності морських видів - Втрата біорізноманіття - Порушення харчових ланцюгів	Впровадження квот на вилов риби для збереження морських ресурсів - Посилення моніторингу й контролю за рибальськими методами та практиками - Розробка програм для відновлення рибних запасів - Промоція стійких методів рибальства та підтримка програм навчання для рибалок щодо екологічно відповідальних практик
Сільськогосподарське розширення	- Використання хімічних добрив і пестицидів на сільськогосподарських полях поблизу прибережних зон - Розширення пасовищ і угідь для тваринництва	- Забруднення прибережних вод агрохімікатами - Збільшення ризиків цвітіння водоростей та евтрофікації води - Погіршення якості води	- Застосування природних бар'єрів і буферних зон між сільськогосподарськими полями та прибережними екосистемами - Використання органічних та екологічно чистих добрив - Запровадження екологічного моніторингу для швидкого виявлення забруднень та їх усунення
Поглиблення судноплавства	- Зростання судноплавства для комерційних та туристичних цілей - Забруднення вод нафтовими відходами та викидами від суден - Створення додаткових портів і терміналів	- Ризик нафтових розливів - Зниження якості води, шкода для водної флори і фауни - Порушення екосистем через шумове забруднення та	- Запровадження систем очищення для суден перед заходом у порт - Посилення заходів із запобігання розливу нафти, введення регулярних екологічних перевірок - Створення буферних зон для судноплавства та обмеження на перевищення

		ерозію берегів	допустимого рівня шуму для охорони водного середовища
Зростання урбанізації	<ul style="list-style-type: none"> - Розширення міст та житлової інфраструктури на узбережжі - Підвищення рівня стоків побутових та промислових відходів у прибережні води - Забруднення повітря та води - Забруднення мікропластиком 	<ul style="list-style-type: none"> - Деградація прибережних екосистем - Забруднення води - Зниження біорізноманіття через втрату місць проживання для флори та фауни 	<ul style="list-style-type: none"> - Посилення екологічних норм та моніторинг якості води і повітря в урбанізованих зонах - Обов'язкове очищення всіх стоків перед скиданням у море - Створення зелених насаджень та зон для запобігання змиву відходів, таких як системи перехоплення дощових стоків
Зміни клімату та підвищення рівня моря	<ul style="list-style-type: none"> - Підвищення температури води - Посилення штормової активності - Затоплення прибережних зон та ерозія берегів - Зміщення ареалів проживання видів 	<ul style="list-style-type: none"> - Порушення природних екосистем - Зміни у флорі та фауні - Втрата прибережних дюн і водно-болотних угідь через ерозію і затоплення 	<ul style="list-style-type: none"> - Введення систем захисту берегів від ерозії та підвищення рівня моря (наприклад, висадка морських трав, зміцнення дюн) - Розробка планів з адаптації до змін клімату - Введення зон евакуації для рідкісних видів флори та фауни у випадку небезпеки
Посилення забруднення пластиком	<ul style="list-style-type: none"> - Скидання побутового та промислового пластику у прибережні води - Сміттєзвалища біля прибережних зон 	<ul style="list-style-type: none"> Накопичення мікропластику в організмах морських видів - Забруднення пляжів та прибережних вод - Загибель тварин, що заплутуються в пластику 	<ul style="list-style-type: none"> - Встановлення фільтраційних систем на очисних спорудах - Підтримка програм зі збору та переробки пластику - Запровадження освітніх кампаній для населення про безпеку пластику та способи його зменшення
Видобуток корисних копалин	<ul style="list-style-type: none"> - Видобуток газу та нафти поблизу узбережжя - Забруднення ґрунтів та вод нафтопродуктами 	<ul style="list-style-type: none"> - Забруднення прибережних вод токсичними речовинами - Руйнування місць проживання 	<ul style="list-style-type: none"> - Контроль за викидами та дотримання екологічних стандартів - Введення спеціальних резервуарів для захисту води від забруднення - Заборона на розширення видобутку

		для морських видів - Зниження якості води та повітря	у чутливих до екосистем регіонах, регулярний екологічний моніторинг
--	--	---	---

Джерело: створене автором за допомогою [25].

Сценарій інтенсивного розвитку передбачає подальше зростання населення, розширення міських територій, інфраструктури та збільшення індустріальної активності в прибережних зонах. З огляду на зростання економіки, в Ірландії може значно збільшитися кількість інфраструктурних об'єктів, як-от порти, доки та туристичні зони. Інтенсивне використання прибережних територій може призвести до значного впливу на біорізноманіття та екосистеми через втрати природних середовищ існування, забруднення води та ерозію ґрунтів. У результаті при такому сценарії прибережні зони можуть втратити здатність до самовідновлення. Це матиме безпосередній вплив на морське та наземне біорізноманіття, оскільки відбудеться втрата місць проживання багатьох видів. Наприклад, забудова соляних боліт, природних дюн і водно-болотних угідь може спричинити знищення середовищ, важливих для водоплавних птахів, а також таких видів, як тріска і креветки, що використовують ці зони як розплідники. Крім того, високий рівень забруднення через відходи і стоки негативно позначиться на якості води, що вплине на здоров'я як риби, так і людей.

Сценарій контрольованого розвитку з акцентом на стійкість передбачає впровадження обмежень на будівництво та розвиток інфраструктури в прибережних зонах задля зменшення екологічного тиску. Наприклад, будівництво нових споруд може бути обмежене відповідними природоохоронними стандартами, що передбачатимуть оцінку екологічного впливу і розробку компенсаторних заходів для захисту довкілля. Контрольоване розширення урбанізованих територій також може бути досягнуте за рахунок концентрації нових об'єктів на вже розвинених ділянках.

У разі реалізації цього сценарію Ірландія може зменшити втрати природних екосистем і забезпечити збереження важливих біотопів, таких як солоні болота і дельти річок. Обмеження на використання добрив, контроль над промисловими викидами та суворий контроль за якістю стоків сприятимуть збереженню здоров'я прибережних водних систем. Крім того, при цьому сценарії велика увага приділяється відновленню природних бар'єрів, таких як прибережні ліси, мангрові зарості і дюни, які забезпечують захист від штормів та ерозії берегів [38].

Сценарій сталого розвитку з акцентом на захист клімату де Ірландія інтегрує активні заходи з боротьби зі зміною клімату в стратегії розвитку своїх прибережних зон. Передбачаються посилені обмеження щодо викидів парникових газів, впровадження відновлюваних джерел енергії та скорочення використання викопних видів палива, зокрема в промисловості та транспорті. Важливим аспектом є також захист природних середовищ, зокрема морських екосистем, які поглинають значні обсяги вуглецю, як-от морські водорості та морські болота. Цей сценарій передбачає, що заходи, спрямовані на зниження викидів, сприятимуть збереженню здоров'я екосистем у довгостроковій перспективі. У прибережних зонах це зменшить ризик підняття рівня моря та потепління вод, що є загрозою для багатьох видів, як-от морські птахи та риби. Крім того, інвестиції в інноваційні технології, такі як системи очищення води та відновлення природних дюн і бар'єрів, сприятимуть збільшенню стійкості прибережних екосистем до кліматичних змін.

Враховуючи різні сценарії, Ірландія може розробити комплексні заходи, які допоможуть зменшити негативний вплив антропогенного навантаження на прибережні зони. Виділення охоронюваних територій уздовж узбережжя допоможе захистити екосистеми від подальшого впливу людської діяльності. Природоохоронні зони можуть бути обмежені для будівництва та діяльності, що потенційно шкодить біорізноманіттю. Заходи з відновлення, такі як висаджування морських трав та водоростей, відновлення солоних боліт і дюн,

зменшати шкоду від штормів, затоплень і ерозії. Відновлення природних середовищ зменшить ймовірність втрат ґрунту і підвищить здатність узбережжя витримувати природні катаклізми. Суворий контроль над використанням пестицидів, добрив і промислових стоків допоможе зменшити забруднення прибережних вод і зберегти водну фауну. Законодавче регулювання щодо стоків, що потрапляють у прибережні води, є важливим кроком до захисту цих ресурсів. Містобудування може включати використання екологічно стійких інфраструктур, таких як зелені покрівлі та дренажні системи для зменшення ризику паводків і ерозії ґрунтів. Це дозволить уникнути надмірної забудови прибережних територій і сприятиме збереженню природного середовища. Інформування населення про значення прибережних екосистем та їхню вразливість до людського впливу є важливим кроком для формування екологічно свідомого суспільства. Освітні програми можуть сприяти зменшенню забруднення та навантаження на узбережжя [39].

Майбутнє прибережних зон Ірландії залежить від того, як країна буде керувати своїм антропогенним впливом у наступні десятиліття. Сценарії розвитку узбережжя показують, що інтенсивне використання ресурсів і неконтрольована урбанізація можуть мати згубні наслідки для екосистем. Проте, за умови впровадження відповідних заходів захисту і сталого розвитку, Ірландія має можливість зберегти природну цінність своїх прибережних зон. Стратегічний підхід, заснований на наукових дослідженнях і прогнозах, допоможе захистити біорізноманіття, поліпшити екологічний стан узбережжя і забезпечити сталий розвиток у довгостроковій перспективі.

4.3 Аналіз можливих інноваційних рішень для захисту екосистем з використанням новітніх технологій

Збереження екосистем стає дедалі актуальнішим завданням, яке потребує інноваційних рішень і новітніх технологій для ефективної та стійкої взаємодії з природою. Оскільки антропогенний вплив і зміна клімату завдають значної шкоди природним середовищам, розробка нових підходів до захисту екосистем стає необхідністю. Технологічні інновації охоплюють різноманітні галузі – від біотехнологій та штучного інтелекту до відновлювальної енергетики та «зелених» інфраструктур – і мають значний потенціал для мінімізації впливу людини на природу.

Супутникові технології та дрони дозволяють здійснювати відстеження великих територій екосистем у режимі реального часу. Це дає можливість виявляти зміни в екосистемах, включаючи втрати рослинного покриву, зміну водного балансу, а також вплив на біорізноманіття. Використання супутникових знімків та інфрачервоних даних допомагає точно відстежувати деградацію земель, стан лісів і заповідних зон, а також рівень викидів парникових газів [51].

Розміщення мережі датчиків у ключових місцях допомагає отримувати інформацію про стан екосистем і природні зміни. Сенсори здатні відстежувати параметри, такі як температура, вологість, рівень забруднення, рівень солоності, склад ґрунту та багато іншого. Зібрані дані можна передавати в реальному часі, що дозволяє швидко реагувати на негативні зміни. Наприклад, в екосистемах водних ресурсів сенсори допомагають відстежувати рівень кисню, токсинів та інших забруднюючих речовин, що важливо для захисту водної фауни та флори.

Аналіз великих даних (Big Data) у поєднанні зі штучним інтелектом (ШІ) дозволяє моделювати складні екосистемні процеси і передбачати зміни внаслідок природних і антропогенних впливів. Наприклад, машинне навчання може аналізувати кліматичні та екологічні дані, щоб прогнозувати лісові пожежі, втрати біорізноманіття або зміни у рівнях морів. Завдяки ШІ можна створювати карти загроз і зон високого ризику для біорізноманіття, що сприяє

більш ефективному плануванню заходів захисту та оптимізації використання ресурсів.

Перехід на відновлювані джерела енергії, такі як сонячна, вітрова і гідроенергетика, дозволяє зменшити викиди парникових газів, що позитивно впливає на екосистеми. Наприклад, скорочення споживання викопного палива знижує забруднення повітря і води, що позитивно впливає на здоров'я лісів і водних систем. Розвиток технологій відновлюваної енергетики також дозволяє забезпечувати сталий розвиток прибережних екосистем, які є особливо вразливими до змін клімату [40].

Зелена інфраструктура передбачає інтеграцію природних елементів у міське середовище та інфраструктурні об'єкти. До таких рішень належать зелені покрівлі, стінові насадження, біофільтраційні зони для очищення стічних вод, а також створення міських лісів і водно-болотних угідь. Такі технології не тільки допомагають зменшити забруднення та відновити біорізноманіття, але й поліпшують якість повітря та води, що сприяє здоров'ю мешканців і стійкості екосистем у місті та навколо нього.

Інноваційні методи очищення води, такі як біофільтри та мембранні технології, дозволяють усувати важкі метали, токсичні сполуки та органічні забруднювачі з водних ресурсів. Наприклад, фотокаталітичні фільтри на основі нанотехнологій здатні розкладати забруднювачі під дією світла, а біофільтри з використанням мікроорганізмів допомагають природним шляхом очищати воду. Схожі технології можуть застосовуватися для очищення ґрунтів від нафтових продуктів, важких металів та інших забруднювачів, що знижує навантаження на екосистеми.

Генна інженерія дозволяє створювати рослини та мікроорганізми, які є стійкими до змін клімату або здатні краще поглинати вуглекислий газ. Наприклад, розробка генетично модифікованих дерев, які швидко ростуть і ефективніше поглинають вуглець, може значно покращити вуглецевий баланс в екосистемах. Такі дерева також можуть краще адаптуватися до кліматичних

змін і зменшити ризик поширення лісових пожеж. Подібні технології можуть бути застосовані до морських водоростей, які поглинають вуглекислий газ у прибережних зонах [41].

Інноваційні методи розмноження і вирощування зникаючих видів рослин і тварин допомагають відновлювати екосистеми, які постраждали від антропогенного впливу. Наприклад, для відновлення коралових рифів використовуються методи клонування коралів і трансплантації вирощених в лабораторних умовах коралових поліпів. Подібні технології дозволяють зберегти генофонд і покращити стійкість екосистем до змін клімату.

Системи геоінформаційного аналізу (GIS) дозволяють аналізувати та моделювати екосистемні процеси і зміни в землекористуванні. Це особливо корисно для розробки стратегій збереження природних ресурсів. GIS-технології дозволяють створювати точні карти екосистем, зон ризику та моделей їхнього розвитку, що сприяє ефективнішому управлінню природоохоронними територіями і дозволяє оптимізувати використання ресурсів. Блокчейн, хоча в першу чергу асоціюється з фінансами, знаходить застосування і в екології. Блокчейн-технології дозволяють створювати прозорі та незмінні записи про зміну стану екосистем, їх забруднення, збереження біорізноманіття тощо. Такі системи корисні для контролю за виконанням природоохоронних програм, стеження за використанням ресурсів і фінансуванням заходів із захисту довкілля.

Розробка екологічно чистих і відновлюваних матеріалів є важливим напрямком для зниження впливу на екосистеми. Наприклад, використання композитних матеріалів з біорозкладаних компонентів, таких як бамбук, дерев'яні волокна, водорості, допомагає мінімізувати забруднення та сприяє стійкому будівництву. Також використовуються будівельні матеріали, які здатні самотійно очищатися від забруднень, що позитивно позначається на екосистемах і зменшує негативний вплив міської забудови [42].

Застосування новітніх технологій і інноваційних рішень для захисту екосистем може значно зменшити антропогенний вплив і забезпечити стале використання природних ресурсів. Використання дистанційного зондування, штучного інтелекту, зелених інфраструктур, біотехнологій та відновлюваної енергетики сприяє більшому захисту екосистем і підвищенню їхньої стійкості до змін. Інноваційні підходи до управління та моніторингу природних ресурсів дозволяють ефективно реагувати на виклики сьогодення та зберігати унікальні природні багатства для майбутніх поколінь.

ВИСНОВКИ

Розкриті питання сучасних викликів, з якими стикаються прибережні зони в умовах посилення людського впливу. Проведене дослідження дає змогу оцінити вплив різних видів антропогенної діяльності, таких як урбанізація, промислове забруднення, туристична діяльність і сільське господарство, на

екосистеми узбережжя, які є особливо чутливими до змін у навколишньому середовищі. Антропогенний тиск на прибережні зони спричиняє значні зміни у структурі та функціонуванні екосистем, що виявляється у втраті біорізноманіття, деградації природних місць існування, забрудненні водних ресурсів і погіршенні стану ґрунтів.

Результати дослідження показали, що основні форми антропогенного впливу пов'язані з господарською діяльністю людини, що призводить до забруднення води і ґрунтів хімічними речовинами, важкими металами та іншими токсичними елементами. Високий рівень антропогенного навантаження також сприяє ерозійним процесам, що активізуються через порушення природного ґрунтового покриву, внаслідок чого узбережжя втрачають свою здатність до природного самовідновлення. Поряд із цим значний вплив мають кліматичні зміни, які, на тлі збільшення антропогенного навантаження, призводять до зменшення продуктивності природних екосистем і підвищення їхньої вразливості до зовнішніх чинників.

Однією з важливих особливостей є те, що різні види антропогенної діяльності часто накладаються один на одного, утворюючи синергетичний ефект, який посилює негативний вплив на екосистеми. Наприклад, інтенсивний розвиток туристичної інфраструктури веде до зростання обсягів відходів та забруднення прибережних зон, а також до збільшення використання ресурсів, таких як вода та енергія. Це, в свою чергу, створює додаткове навантаження на природні ресурси та призводить до деградації середовища проживання місцевої флори та фауни.

Для зниження негативного впливу людської діяльності на прибережні екосистеми важливо впроваджувати комплекс заходів, спрямованих на збереження і відновлення природних ресурсів. Основними напрямками можуть бути: запровадження жорсткіших стандартів для очищення промислових і побутових стоків, розвиток екологічно безпечної туристичної діяльності, створення природоохоронних зон, а також підвищення екологічної свідомості

серед населення та бізнесу. Важливе значення має також впровадження систем моніторингу та контролю за станом прибережних зон, що дозволить швидше реагувати на екологічні загрози і приймати превентивні заходи.

Таким чином, робота демонструє, що зменшення антропогенного навантаження на прибережні екосистеми є важливим завданням для забезпечення їх стійкості та відновлення природних процесів. Лише завдяки комплексному підходу та співпраці державних, громадських і бізнес-структур можна досягти ефективного захисту екосистем узбережжя, що дозволить зберегти їхню природну цінність і здатність до саморегуляції. Висновки та рекомендації, представлені у роботі, можуть стати основою для подальших досліджень та розробки ефективних заходів для зменшення негативного впливу на прибережні зони, забезпечуючи стале управління природними ресурсами та збереження біорізноманіття для майбутніх поколінь.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гавриленко О.П. Геоекологія і природокористування: монографія. Київ: Видавець Бихун В.Ю., 2018. 393 с
2. Гавриленко О.П. Екологія з основами геоекології: підручник. Riga: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2018. 462 с.

3. Гродзинський М.Д. Ландшафтна екологія: підручник. Київ: Знання, 2014. 550 с.
4. Гусева Е.Д., Сафранов Т.А. Проблемы и перспективы развития прибрежной зоны Одесской промышленно-городской агломерации. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Містобудівне планування і управління прибережними територіями», 19-20 вересня 2016 р., смт. Сергіївка Одеської обл. Одеса: «Принт Бистро», 2016. С. 95-96.
5. Конвенція Організації Об'єднаних Націй з морського права. (Конвенцію ратифіковано Законом N 728-XIV від 03.06.99, ВВР, 1999, N 31, ст.254) URL: <http://consultant.parus.ua/?doc=00O5WDC64C> (дата звернення: 30.10.2024).
6. Конвенція про водно-болотні угіддя, що мають міжнародне значення, головним чином як середовище існування водоплавних птахів URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_031#Text (дата звернення: 30.10.2024).
7. Макгрейді Л. "Морські екосистеми Ірландії: зміни в результаті людської діяльності", 2022. 376с
8. Марченко О. В. Історія формування та становлення природнозаповідного фонду Ірландії. Київ: Видавництво Національного університету "Києво-Могилянська академія", 2019. 224 с.
9. О'Коннор Н., О'Нілл М. "Берегова лінія Ірландії: вплив антропогенного навантаження", 2023. 421с
10. О'Рейлі П., Коннеллі Г. "Забруднення вод в Ірландії: проблеми та рішення", 2022. 320с.
11. О'Салліван Д., Фіцджеральд Р. "Антропогенні впливи на прибережні екосистеми Ірландії", 2021. 340с.
12. Офіційний сайт Конвенції про біорізноманіття – URL: <http://www.cbd.int>(дата звернення: 30.10.2024).

13. Рамкова конвенція Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату
URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_044#Text (дата звернення:
30.10..2024).

14. Руденко В. П. Екологічні аспекти розвитку промисловості в прибережній зоні Ірландії. Київ: Видавництво Київського національного університету імені Тараса Шевченка, 2017. 224 с.

15. Ткачук О. М. Прибережна зона Ірландії: екологічні виклики та заходи з охорони. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2017. 208 с

16. Топчієв О.Г., Мальчикова Д.С., Пилипенко І.О., Яворська В.В. Методологічні основи географії: Ландшафтна оболонка Землі. Довкілля: навч. посіб. Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2018. 348 с.

17. Харченко О. Є. Екологічні проблеми прибережної зони Ірландійського моря. Львів: Видавництво Львівського національного університету імені Івана Франка, 2016. 168 с.

18. Хіггінс С., Мурфі П. "Прибережні зони Ірландії: стан, виклики та перспективи", 2023. 400с.

19. Шищенко П.Г., Гавриленко О.П. Геоекологічне обґрунтування проектів природокористування: підручник. Київ: Альтерпрес, 2014. 414 с

20. Шищенко П.Г., Гавриленко О.П. Конструктивно-географічні основи раціонального природокористування: підручник. Київ: ДП «Прінт Сервіс», 2015. 395 с

21. Шищенко П.Г., Гавриленко О.П. Основи екології: підручник. Київ: ДП «Прінт Сервіс», 2015. 517 с.

22. Шищенко П.Г., Гавриленко О.П. Ш 65 Прикладна геоекологія: підручник. Київ: ПВТП «LAT&K», 2020. 440 с. ISBN 978-617-7824-13-7

23. Шищенко П.Г., Гавриленко О.П., Муніч Н.В. Геоекологія: теоретичні та практичні аспекти: монографія. Київ: Альтерпрес, 2014. 468 с

24. Ярошенко А. А. Особливості впливу промислових викидів на екосистему Ірландійського моря. Київ: Видавництво Київського національного університету імені Тараса Шевченка, 2018. 192 с

25. Abaza V., Dumitrache C., Filimon A., Oros A., Lazar L., Coatu V., Tiganus D. (2016). Ecological assessment of benthic invertebrate fauna from the Romanian marine transitional waters. *Journal of Environmental Protection and Ecology* 17(3):932-941.

26. Alexandrov B.G. (2016). General remarks on the method of quantitative accounting of zooplankton and the use of an integrated assessment of the state of zooplankton to determine the quality of the marine environment (calculation methodology, quality assessment scales) Workshop on the NPMS and LOMO.

27. Aslan E., Tan İ., Tolun L. (2019). Evaluation of Pollution in Marine Sediments Collected from the Coasts of Turkey: The Black Sea, The Sea of Marmara and The Aegean Sea. Second National Monitoring and Assessment Symposium, 11-13 December 2019 Ankara. Abstract book. Ankara 2020 ISBN 978-625- 70-76-04-03

28. Atabay H., Aslan E., Kara E., Tolun L. (2019). Distribution of the Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Organochlorinated Contaminants in Coastal Sediments from Turkey. Second National Monitoring and Assessment Symposium, 11-13 December 2019 Ankara. Abstract book. Ankara 2020 ISBN 978-625- 70-76-04-03.

29. Bat L., Öztekin A., Şahin F., Arıcı E., Özsandıkçı U. (2018). An overview of the Black Sea pollution in Turkey. *MedFAR.*, 1(2):67-86.

30. Ceschin, S., Bellini, A., & Scalici, M. (2021). Aquatic plants and ecotoxicological assessment in freshwater ecosystems: A review. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(5), 4975-4988. doi: 10.1007/s11356-020-11496-3.

31. De Oliveira, P.E., Raczka, M., McMichael, C.N.H., Pinaya, J.L.D., & Bush, M.B. (2020). Climate change and biogeographic connectivity across the Brazilian cerrado. *Journal of Biogeography*, 47, 396-407. doi: [10.1111/jbi.13732](https://doi.org/10.1111/jbi.13732).

32. Dong, B., Zhou, Y., Jeppesen, E., Qin, B., & Shi, K. (2022). Six decades of field observations reveal how anthropogenic pressure changes the coverage and community of submerged aquatic vegetation in a eutrophic lake. *Science of the Total Environment*, 842, article number 156878. [doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.156878](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156878).
33. Fedoniuk, T.P., Fedoniuk, R.H., Romanchuk, L.D., Petruk, A.A., & Pazych, V.M. (2019). The influence of landscape structure on the quality index of surface waters. *Journal of Water and Land Development*, 43(1), 56-63. [doi: 10.2478/jwld-2019-0063](https://doi.org/10.2478/jwld-2019-0063).
34. Fedonyuk, T.P., Galushchenko, O.M., Melnichuk, T.V., Zhukov, O.V., Vishnevskiy, D.O., Zymaroieva, A.A., & Hurelia, V.V. (2020). Prospects and main aspects of the GIS-technologies application for monitoring of biodiversity (on the example of the Chernobyl Radiation-Ecological Biosphere Reserve). *Space Science and Technology*, 26(6), 75-93. [doi: 10.15407/knit2020.06.075](https://doi.org/10.15407/knit2020.06.075).
35. Finlay, R.D., Mahmood, S., Rosenstock, N., Bolou-Bi, E.B., Köhler, S.J., Fahad, Z., Rosling, A., Wallander, H., Belyazid, S., & Bishop, K. (2020). Reviews and syntheses: Biological weathering and its consequences at different spatial levels – from nanoscale to global scale. *Biogeosciences*, 17, 1507-1533. [doi: 10.5194/bg-17-1507-2020](https://doi.org/10.5194/bg-17-1507-2020).
36. Gil, L., Capó, X., Tejada, S., Mateu-Vicens, G., Ferriol, P., Pinya, S., & Sureda, A. (2020). Salt variation induces oxidative stress response in aquatic macrophytes: The case of the Eurasian water-milfoil *Myriophyllum spicatum* L. (Saxifragales: Haloragaceae). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 239, article number 106756. [doi: 10.1016/j.ecss.2020.106756](https://doi.org/10.1016/j.ecss.2020.106756).
37. Gurnell, A.M., Scott, S.J., England, J., Gurnell, D., Jeffries, R., Shuker, L., & Wharton, G. (2020). Assessing river condition: A multiscale approach designed for operational application in the context of biodiversity net gain. *River Research and Applications*, 36(8), 1559-1578. [doi: 10.1002/rra.3673](https://doi.org/10.1002/rra.3673).
38. Hájek, M., Dítě, D., Horsáková, V., Mikulášková, E., Peterka, T., Navrátilová, J., Jiménez-Alfaro, B., Hájková, P., Tichý, L., & Horsák, M. (2020).

Towards the pan-European bioindication system: Assessing and testing updated hydrological indicator values for vascular plants and bryophytes in mires. *Ecological Indicators*, 116, article number 106527. [doi: 10.1016/j.ecolind.2020.106527](https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106527).

39. Haq, S.M., Shah, A.A., Yaqoob, U., & Hassan, M. (2021). Floristic quality assessment index of the dagwan stream in Dachigam National Park of Kashmir Himalaya. *Proceedings of the National Academy of Sciences India Section B – Biological Sciences*, 91, 657-664. [doi: 10.1007/s40011-021-01247-w](https://doi.org/10.1007/s40011-021-01247-w).

40. Hu, G., Zeng, W., Yao, R., Xie, Y., & Liang, S. (2021). An integrated assessment system for the carrying capacity of the water environment based on system dynamics. *Journal of Environmental Management*, 295, article number 113045. [doi: 10.1016/j.jenvman.2021.113045](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113045).

41. Joan-Albert Sanchez-Cabeza, Ellen R.M. Druffel, Environmental records of anthropogenic impacts on coastal ecosystems: An introduction, *Marine Pollution Bulletin*, Volume 59, Issues 4–7, 2018, Pages 87-90, ISSN 0025-326X, <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2009.06.002>.
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X09002240>)

42. Kataki, S., Chatterjee, S., Vairale, M.G., Dwivedi, S.K., & Gupta, D.K. (2021). Constructed wetland, an eco-technology for wastewater treatment: A review on types of wastewaters treated and components of the technology (macrophyte, biofilm and substrate). *Journal of Environmental Management*, 283, article number 111986. [doi: 10.1016/j.jenvman.2021.111986](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.111986).

43. Lin, Z., Zhong, C., Yu, G., Fu, Y., Guan, B., Liu, Z., & Yu, J. (2021). Effects of sediments phosphorus inactivation on the life strategies of *Myriophyllum spicatum*: Implications for lake restoration. *Water*, 13(15), article number 2112. [doi: 10.3390/w13152112](https://doi.org/10.3390/w13152112).

44. Lindholm, M., Alahuhta, J., Heino, J., & Toivonen, H. (2021). Temporal beta diversity of lake plants is determined by concomitant changes in environmental factors across decades. *Journal of Ecology*, 109(2), 819-832. [doi: 10.1111/1365-2745.13508](https://doi.org/10.1111/1365-2745.13508).

45. Minggang Cai, Yan Liu, Kai Chen, Dongren Huang, Shengyun Yang, Quantitative analysis of anthropogenic influences on coastal water – A new perspective, *Ecological Indicators*, Volume 67, 2016, Pages 673-683, ISSN 1470-160X, <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.03.037>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X16301418>)
46. O'Hare, M.T., Aguiar, F.C., Asaeda, T., Bakker, E.S., Chambers, P.A., Clayton, J.S., Elger, A., Ferreira, T.M., Gross, E.M., Gunn, I.D.M., Gurnell, A.M., Hellsten, S., Hofstra, D.E., Li, W., Mohr, S., Puijalón, S., Szoszkiewicz, K., Willby, N.J., & Wood, K.A. (2018). Plants in aquatic ecosystems: Current trends and future directions. *Hydrobiologia*, 812(1), 1-11. [doi: 10.1007/s10750-017-3190-7](https://doi.org/10.1007/s10750-017-3190-7).
47. Reid, A.J., Carlson, A.K., Creed, I.F., Eliason, E.J., Gell, P.A., Johnson, P.T., Kidd, K.A., MacCormack, T.J., Olden, J.D., Ormerod, S.J., Smol, J.P., Taylor, W.W., Tockner, K., Vermaire, J.C., Dudgeon, D., & Cooke, S.J. (2019). Emerging threats and persistent conservation challenges for freshwater biodiversity. *Biological Reviews*, 94(3), 849-873. [doi: 10.1111/brv.12480](https://doi.org/10.1111/brv.12480).
48. Rosa Freitas, Adília Pires, Cátia Velez, Ângela Almeida, Anthony Moreira, Frederick J. Wrona, Amadeu M.V.M. Soares, Etelvina Figueira, Effects of seawater acidification on *Diopatra neapolitana* (Polychaete, Onuphidae): Biochemical and regenerative capacity responses, *Ecological Indicators*, Volume 60, 2016, Pages 152-161, ISSN 1470-160X, <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.06.032>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X15003659>)
49. Roth, N., Zoder, S., Zaman, A.A., Thorn, S., & Schmidl, J. (2020). Long-term monitoring reveals decreasing water beetle diversity, loss of specialists and community shifts over the past 28 years. *Insect Conservation and Diversity*, 13(2), 140-150. [doi: 10.1111/icad.12411](https://doi.org/10.1111/icad.12411).
50. Szpakowska, B., Świerk, D., Pajchrowska, M., & Gołdyn, R. (2021). Verifying the usefulness of macrophytes as an indicator of the status of small waterbodies. *Science of the Total Environment*, 798, article number 149279. [doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.149279](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149279).

51. Tanwir, K., Javed, M.T., Shahid, M., Akram, M.S., Haider, M.Z., Chaudhary, H.J., Ali, Q., & Lindberg, S. (2020). Ecophysiology and stress responses of aquatic macrophytes under metal/metalloid toxicity. In *Plant ecophysiology and adaptation under climate change: Mechanisms and perspectives I* (pp. 485-511). Singapore: Springer. [doi: 10.1007/978-981-15-2156-0_16](https://doi.org/10.1007/978-981-15-2156-0_16).

52. Vardanyan, L., & De, J. (2021). [Potential of aquatic macrophytes in phytoremediation of heavy metals: A case study from the Lake Sevan Basin, Armenia](#). In *Rhizomicrobiome Dynamics in Bioremediation* (pp. 407-419). Boca Raton: CRC Press.

53. Vestergaard, O., & Sand-Jensen, K. (2000). Aquatic macrophyte richness in Danish lakes in relation to alkalinity, transparency, and lake area. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 57, 2022-2031. [doi: 10.1139/cjfas-57-10-2022](https://doi.org/10.1139/cjfas-57-10-2022).

54. Xu, D., Xia, Y., Li, Z., Gu, Y., Lou, C., Wang, H., & Han, J. (2020). The influence of flow rates and water depth gradients on the growth process of submerged macrophytes and the biomass composition of the phytoplankton assemblage in eutrophic water: An analysis based on submerged macrophytes photosynthesis parameters. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(25), 31477-31488. [doi: 10.1007/s11356-020-09404-w](https://doi.org/10.1007/s11356-020-09404-w).

ДОДАТКИ

Додаток А

Ключові етапи розвитку ландшафту Ірландії

Епоха	Характеристика змін ландшафту	Вплив на прибережні екосистеми
Льодовиковий період	Під час останнього льодовикового періоду льодовики вкривали більшість території Ірландії, що спричинило ерозію та формування гір, річок та фіордів.	Різке зниження температури обмежило видове різноманіття, змінилися глибини та форми прибережних територій, з'явилися численні фіорди, де почали розвиватися холодостійкі види. Після відступу льодовиків формувалися нові прибережні зони, придатні для заселення видів, стійких до різких кліматичних умов.
Післяльодовикова епоха	Після відступу льодовиків територія Ірландії зазнала процесів відновлення. Лісові масиви поступово відновлювалися, вкриваючи більшість території країни.	Відновлення рослинності на узбережжі сприяло формуванню нових середовищ існування для комах, птахів і дрібних тварин, поступово повернулися численні види рослин і тварин. З'явилися нові естуарії та солончаки, багаті на поживні речовини. Проте ландшафт залишався нестабільним через подальше підвищення рівня моря.
Неоліт (6 000 – 4 500 рр. до н.е.)	Почалося вирубування лісів для ведення землеробства. Землеробські громади освоювали родючі ґрунти на узбережжях та островах.	Лісові екосистеми на прибережних територіях поступово витіснялися сільськогосподарськими угіддями, що зменшило природні укриття для тварин і знизило місцеве біорізноманіття. На узбережжях почали з'являтися дренажні системи для поліпшення якості ґрунтів.
Бронзова доба (2 500 – 500 рр. до н.е.)	Інтенсивний видобуток металів призвів до зростання антропогенного навантаження на природу. Розпочалася торгівля між островами та розвиток поселень.	Видобуток металів на узбережжях викликав забруднення води та ґрунту, що вплинуло на екосистеми річок і прибережних зон. Поява нових поселень на узбережжях збільшила тиск на

		природні ресурси, зокрема ліс та рибу, зменшуючи чисельність прибережних видів та руйнуючи деякі природні оселища.
Середньовіччя (500 – 1500 рр.)	Зростання населення та побудова замків і монастирів. Активне використання деревини для будівництва та палива призвело до масового вирубування лісів.	Масова вирубка лісів на узбережжях знищила природні екосистеми, зменшила біорізноманіття й призвела до ерозії ґрунтів. Зростання сільськогосподарських угідь і випас худоби зруйнували природні середовища існування, що особливо вплинуло на прибережні солончаки та луки, які поступово деградували.
Колоніальний період (1600 – 1900 рр.)	Розвиток сільського господарства, створення нових портів для торгівлі та масова індустріалізація. Почалося осушення земель і створення штучних каналів.	Порти й канали порушили природну циркуляцію води, що зменшило чисельність риб і моллюсків у прибережних зонах. Розширення сільськогосподарських угідь на узбережжі призвело до зниження природного біорізноманіття та деградації природних екосистем. Забруднення індустріальних міст вплинуло на чистоту води та ґрунту.
XX століття	Індустріалізація, розвиток транспортної інфраструктури та туризму, масове заселення узбережжя. Забруднення від промислових і побутових відходів стало значним фактором.	Забудова прибережних зон призвела до втрати численних природних середовищ існування. Забруднення прибережних вод від промислових відходів, пестицидів і стоків порушило баланс екосистем, загрожуючи рибам, моллюскам і водоплавним птахам. Туризм і надмірний вилов риби виснажили природні ресурси прибережної зони.
Сучасний період (XXI століття)	Посилення зусиль із збереження природи, створення національних парків, активні заходи для боротьби зі змінами клімату та підвищенням рівня моря.	Ірландія розвиває програми зі збереження прибережних екосистем, включаючи відновлення лісів та зменшення антропогенного впливу. Проте загрози, такі як зміни клімату, підвищення

		рівня моря та забруднення мікропластиком, залишаються критичними. Відновлюються природні солончаки, луки, естуарії, а також розширюються зони охорони природи.
--	--	--

Джерело: створене автором за допомогою [23].