



ISSN 2695-1584 (Print)

ISSN 2695-1592 (Online)

DOI:10.52058/2708-7530-2025-11(54)

VĚDA A PERSPEKTIVY

No 11(54)
2025



Ми з Україною



ISSN 2695-1584 (Print)

ISSN 2695-1592 (Online)

DOI: [https://doi.org/10.52058/2695-1592-2025-11\(54\)](https://doi.org/10.52058/2695-1592-2025-11(54))

Věda a perspektivy

№ 11(54) 2025

Praha, České republika
2025

Multidisciplinární mezinárodní vědecký magazín "Věda a perspektivy" je registrován v České republice. Státní registrační číslo u Ministerstva kultury ČR: E 24142. № 11(54) 2025. str. 347

Zveřejněno rozhodnutím akademické rady Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o. (zápis č. 210/2025 ze dne 21. listopadu 2025)

Vydavatel:

Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o. , Česká republika
International Economic Institute s.r.o. Praha, České republika se sídlem V Lázních 688,
Jesenice 252 42
IČO 03562671 Praha, České republika
zastoupen Mgr. Markétou Pavlovou

Časopis vychází v rámci práce vydavatelské skupiny „Scientific Perspectives“ a s vědeckou podporou: veřejné organizace „Ukrainian Assembly of Doctors of Sciences in Public Administration“, veřejné organizace „Association of Scientists of Ukraine“, Institut filozofie a sociologie Ázerbájdžánu Národní akademie věd (Baku, Ázerbájdžán)



Časopis je zařazen do mezinárodní vědeometrické databáze Index Copernicus (IC), mezinárodního vyhledávače Google Scholar a do mezinárodní vědeometrické databáze Research Bible



Šéfredaktor:
Karel Nedbálek - doktor
práv, docent (Zlín, Česká
republika)



Zástupce šéfredaktora:
Markéta Pavlova - ředitel,
Mezinárodní Ekonomický
Institut (Praha, České
republika)



Dina Dashevskaya - geolog,
geochemist Praha, Česká
republika (Jeruzalém, Izrael)

Členové redakční rady:

- Humeir Huseyn Achmedov** - doktor pedagogických věd, profesor (Baku, Ázerbájdžán)
Ahmet Selcuk Akdemir - doktor věd, profesor, Malatya Turgut Ozal University (Turecko)
Iryna Zhukova - kandidátka na vědu ve veřejné správě, docentka (Kyjev, Ukrajina)
Savvas Mavridis - profesor, katedra marketingu a cestovního ruchu, International Hellenic University (Thessaloniki, Greece);
Jurij Kijakov - doktor informatiky, dr.h.c. v oblasti rozvoje vzdělávání (Teplice, Česká republika)
Vladimír Bačičin - docent ekonomie (Bratislava, Slovensko)
Peter Ošváth - docent práva (Bratislava, Slovensko)
Yevhen Romanenko - doktor věd ve veřejné správě, profesor, ctěný právník Ukrajiny (Kyjev, Ukrajina)
Oleksandr Datsiy - doktor ekonomie, profesor, čestný pracovník školství na Ukrajině (Kyjev, Ukrajina)
Badri Getchbaya - doktor ekonomie, profesor, docent na Batumi State University. Shota Rustaveli (Gruzie)
Laila Achmetová - doktorka historických věd, profesorka politologie, profesorka UNESCO, mezinárodní žurnalistiky a médií na žurnalistické fakultě Kazašské národní univerzity (KazNU). al-Farabi (Kazachstán)
Oleksandr Nepomnyashy - doktor věd ve veřejné správě, kandidát ekonomických věd, profesor, řádný člen Vysoké školy stavební Ukrajiny (Kyjev, Ukrajina)
Michał Tomasz - doktor věd, docent katedry geografie regionálního rozvoje, University of Gdańsk (Polsko)

Články jsou vyvěšeny v redakci autora. Za obsah a pravopis zaslaných materiálů odpovídají autoři

© Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o. , Česká republika, 2025
© Vydavatelské skupiny „Scientific Perspectives“, 2025
© autoři článků, 2025



OBSAH

SÉRIE “Ekonomika”

Antonina Bazyliuk, Iaroslava Nazarenko <i>THE WELFARE STATE IN THE XXI CENTURY: GLOBAL CHALLENGES AND UKRAINIAN NATIONAL PRIORITIES</i>	8
Oleg Khorobchuk, Andriy Pilko <i>QUANTITATIVE ASSESSMENT OF THE REGION'S EXPORT POTENTIAL</i>	19
Olena Vasiltsova <i>ADDITIVES AND IMPROVERS IN BAKERY PRODUCTS: INTERNATIONAL COMPARISON AND THEIR IMPACT ON HUMAN HEALTH</i>	30
Тетяна Долішня, Анна Драганчук <i>ЕКОНОМІЧНА СУТНІСТЬ, КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ВИДИ НЕМАТЕРІАЛЬНИХ АКТИВІВ У СФЕРІ КОНСАЛТИНГУ</i>	42

SÉRIE “Pedagogika”

Oleksandra Ordanovska, Vyacheslav Pivovarchik, Alesya Supranovich <i>PROBLEM-BASED RESEARCH GROUPS AS AN EFFECTIVE FORM OF ORGANIZING SCIENTIFIC AND RESEARCH ACTIVITIES IN PHYSICS AND MATHEMATICS EDUCATION</i>	49
---	----

SÉRIE “Právní vědy”

Oleksandr Shevchuk <i>THE SUI GENERIS DATABASE RIGHT REVISITED FOR AI: A LEGAL BASIS FOR PROTECTING FINANCIAL, INTELLECTUAL, AND LABOUR INVESTMENTS</i>	58
Олексій Бойко <i>ЩОДО ВПРОВАДЖЕННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА ДОСУДОВОМУ ПРОВАДЖЕНІ</i>	66



Вікторія Крупей, Василь Горин 77
*ПРАВОВЕ РЕГУЛЮВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ КОНФІДЕНЦІЙНОГО
СПІВРОБІТНИЦТВА В МЕЖАХ КРИМІНАЛЬНОГО ПРОВАДЖЕННЯ*

Ігор Митрофанов 87
КРИМІНАЛЬНО КАРАНІ ПОСЯГАННЯ НА ВІЙСЬКОВЕ МАЙНО

Володимир Федченко 99
*ПРОВЕДЕННЯ ЩОДО НЕПОВНОЛІТНІХ ОСІБ ОКРЕМИХ СЛІДЧИХ
(РОЗШУКОВИХ) ТА ІНШИХ ПРОЦЕСУАЛЬНИХ ДІЙ В КРИМІ-
НАЛЬНИХ ПРОВАДЖЕННЯХ*

SÉRIE “Veřejná správa”

Христина Васькович 110
*СУЧАСНИЙ СТАН ТА НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ДЕРЖАВНОГО
УПРАВЛІННЯ У СФЕРІ ТУРИЗМУ УКРАЇНИ*

SÉRIE “Psychologie”

Світлана Бондаревич 124
МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ СТРУКТУРИ МОДЕЛІ ЗДОРОВ'Я

Яна Марінова 137
*ПСИХОЛОГІЧНЕ БЛАГОПОЛУЧЧЯ МОЛОДИХ ЖІНОК В УМОВАХ
ВІЙНИ: ФАКТОРИ СТРЕСОСТІЙКОСТІ, УСВІДОМЛЕНОСТІ ТА
СТАНУ ПОТОКУ*

Світлана Шпак, Світлана Якубовська, Наталія Трамбовецька 144
*ОПТИМІЗАЦІЯ СОЦІАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНОГО КЛІМАТУ В
КОЛЕКТИВІ ЮНАКІВ ЗАСОБАМИ АРТ-ТЕРАПІЇ*

SÉRIE “Geografické vědy”

**Андрій Бортнік, Сергій Полянський, Михайло Мельнічук, Лариса
Чижевська, Юрій Білецький, Олег Мельник, Роман Качаровський** 158
*ОСОБЛИВОСТІ МЕЛІОРОВАНИХ ГІДРОМОРФНИХ ҐРУНТІВ
БАСЕЙНУ РІЧКИ ПРИП'ЯТІ (В МЕЖАХ ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛАСТІ)*



Зоя Карпюк, Лариса Чижевська 173
АДАПТИВНІ СТРАТЕГІЇ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ОКЕАНІЧНИХ ЕКО-СИСТЕМ У ЕКСТРЕМАЛЬНИХ ГІДРОХІМІЧНИХ УМОВАХ

Тетяна Павловська, Сергій Бондарчук 190
БАГАТОРІЧНИЙ (1950–2024 РР.) РЕЖИМ ВИПАДАННЯ ОПАДІВ НА МЕТЕОСТАНЦІЇ МАНЕВИЧІ (ВОЛИНСЬКА ОБЛАСТЬ, УКРАЇНА)

Лариса Чижевська, Михайло Мельнійчук, Зоя Карпюк, Юрій Білецький, Сергій Полянський, Роман Качаровський, Чижевський Тадеуш 205
НАПРЯМКИ ТА НАСЛІДКИ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ У ДУБРОВИЦЬКІЙ ГРОМАДІ РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

SÉRIE “Filologické vědy”

Zhanna Danilich, Habriiela Leva 223
COMPARATIVE STUDY OF MACHINE LEARNING AND DEEP LEARNING METHODS FOR EMOTION RECOGNITION IN TEXTS

Olesia Reshetar 235
LINGUOSTYLISTIC FEATURES OF THE CONTEMPORARY ENGLISH-LANGUAGE FILM TEXT (BASED ON THE FILM "SCHINDLER'S LIST")

Olesia Reshetar 245
FRAMING THE IMAGE OF AMERICAN PRESIDENT DONALD J. TRUMP IN ENGLISH-LANGUAGE MEDIA DISCOURSE

Viktor Tsymbalov 255
PSYCHOLOGICAL VOCABULARY OF THE ENGLISH LANGUAGE IN THE CONTEXT OF IMPROVING PERSONAL LIFE

SÉRIE “Informační technologie”

Yevhenii Bombela, Dmytro Blyzniuk, Denis Miroshnichenko, Vladimir Lebedev 267
HYBRID AI-AUGMENTED PROJECT METHODOLOGY



SÉRIE “Biologie”

- Наталія Душечкіна, Світлана Совгіра, Олена Кочубей, 288**
Святослав Мандебура
*КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ ВПЛИВУ НЕОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН
НА ЕКОСИСТЕМИ ВОДОЙМ ЗАПОВІДНИХ ТЕРИТОРІЙ*

SÉRIE “Finance, bankovníctví, pojišťovnictví a akciový trh”

- Тетяна Косова, Богдан Стременовський 301**
*АДАПТИВНІ МЕХАНІЗМИ ФІНАНСОВОЇ РЕСТРУКТУРИЗАЦІЇ
АВІАЦІЙНИХ ПІДПРИЄМСТВ В УМОВАХ РИЗИК-ОРІЄНТОВА-
НОГО СЕРЕДОВИЩА*

SÉRIE “Řízení”

- Наталія Дєєва, Олександр Радченко 314**
*ПУБЛІЧНІ ЗАКУПІВЛІ У СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ МАТЕРІАЛЬНО-
ТЕХНІЧНИМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯМ ЗАКЛАДІВ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я*

SÉRIE “Lékařské vědy”

- Галина Нагуляк 328**
*КОСМЕТОЛОГІЧНА ПІДТРИМКА ПАЦІЄНТІВ ІЗ ГОРМОНАЛЬНО-
ОБУМОВЛЕНИМИ ЗМІНАМИ ШКІРИ: КЛІНІЧНІ АЛГОРИТМИ*

SÉRIE “Sociologie”

- Наталія Шуст, Юрій Салтиков 337**
*ОСОБЛИВОСТІ СПОЖИВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО КОНТЕНТУ
МОЛОДЮ В ЦИФРОВУ ДОБУ*



[https://doi.org/10.52058/2695-1592-2025-11\(54\)-173-189](https://doi.org/10.52058/2695-1592-2025-11(54)-173-189)

Зоя Карпюк

*кандидат географічних наук,
доцент кафедри фізичної географії
географічного факультету
Волинського національного університету
імені Лесі Українки, м. Луцьк, Україна,
<https://orcid.org/0000-0002-8073-3129>*

Лариса Чижевська

*кандидат географічних наук, доцент,
завідувач кафедри фізичної географії географічного факультету
Волинського національного університету
імені Лесі Українки, м. Луцьк, Україна,
<https://orcid.org/0000-0002-6705-3460>*

АДАПТИВНІ СТРАТЕГІЇ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ОКЕАНІЧНИХ ЕКОСИСТЕМ У ЕКСТРЕМАЛЬНИХ ГІДРОХІМІЧНИХ УМОВАХ

Анотація. У статті аналізуються вузькоспеціалізовані екосистеми Світового океану, сформовані в екстремальних умовах, які відіграють ключову роль у глобальних біогеохімічних процесах. Їхні адаптації до надвисокого тиску, низького вмісту або відсутнього кисню, підвищеної солоності та обмеженої доступності органічної речовини забезпечують ефективне використання нестандартних джерел енергії, стійкість до фізико-хімічних коливань і підтримання структурно-функціональної цілісності. До таких екосистем належать глибоководні гідротермальні джерела, коралові рифи, холодноводні коралові утворення, мангрові зарості та саргасові угруповання, кожна з яких демонструє численні морфологічні, фізіологічні та поведінкові пристосування. Незважаючи на часткову охорону, сучасні зміни клімату, природні процеси та антропогенний вплив зумовлюють необхідність системного вивчення адаптивних властивостей цих екосистем, розуміння яких є важливим для збереження біорізноманіття, підтримки стійкості океанічних екосистем і розвитку прикладних досліджень у біотехнологіях та управлінні природними ресурсами.

Ключові слова: океанічні екосистеми, адаптивні стратегії, екстремальні середовища, морські природоохоронні території, мангрові зарості, коралові рифи, саргасові угруповання, глибоководні гідротерми, гідрохімічні параметри, Світовий океан.



Zoia Karpiuk

*Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor of the
Department of Physical Geography of Faculty of Geography,
Lesya Ukrainka Volyn National University, Lutsk, Ukraine,
<https://orcid.org/0000-0002-8073-3129>*

Larysa Chyzhevska

*Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor,
Head of the Department of Physical Geography, Faculty of Geography,
Lesya Ukrainka Volyn National University, Lutsk, Ukraine,
<https://orcid.org/0000-0002-6705-3460>*

ADAPTIVE STRATEGIES OF SPECIALIZED OCEANIC ECOSYSTEMS UNDER EXTREME HYDROCHEMICAL CONDITIONS.

Abstract. The article examines narrowly specialized ecosystems of the World Ocean that are formed under extreme conditions and play a key role in global biogeochemical processes. Their adaptations to extremely high pressure, low or absent oxygen, increased salinity, and limited availability of organic matter enable the efficient utilization of non-standard energy sources, resilience to physicochemical fluctuations, and the maintenance of structural and functional integrity. These ecosystems include deep-sea hydrothermal vents, coral reefs, cold-water coral formations, mangrove forests, and Sargasso assemblages, each demonstrating numerous morphological, physiological, and behavioral adaptations. Despite partial protection, contemporary climate change, natural processes, and anthropogenic impacts emphasize the need for a systematic study of the adaptive properties of these ecosystems. Understanding their mechanisms is essential for preserving biodiversity, sustaining the resilience of oceanic ecosystems, and advancing applied research in biotechnology and natural resource management.

Keywords: okean ecosystems, adaptive strategies, extreme environments, marine protected areas, mangrove forests, coral reefs, Sargasso assemblages, deep-sea hydrothermal vents, hydrochemical parameters, World Ocean.

Постановка проблеми. Вивчення вузькоспеціалізованих екосистем Світового океану зумовлене їхньою ключовою роллю у функціонуванні глобальних біогеохімічних процесів та здатністю підтримувати життєдіяльність за умов, що виходять за межі виживання більшості морських організмів. До таких екосистем



належать гідротермальні джерела, мангрові та саргасові угруповання, коралові рифи та інші системи, сформовані в екстремальних фізико-хімічних умовах, які характеризуються високим рівнем екологічної спеціалізації, що проявляється у виняткових фізіологічних, морфологічних та біохімічних адаптаціях. Ці адаптації забезпечують ефективне використання нестандартних джерел енергії, стійкість до коливань температури, тиску, солоності та концентрацій хімічних компонентів, а також можливість функціонувати за умов обмеженої доступності органічної речовини. Завдяки активній участі в процесах хемосинтезу, біомінералізації та трансформації речовини, ці екосистеми виступають локальними центрами біогеохімічної активності та впливають на стан навколишніх морських середовищ. Їхня екологічна стійкість, що проявляється у здатності підтримувати структурно-функціональну цілісність за умов значних зовнішніх коливань, робить їх важливими моделями для прогнозування реакції морських екосистем на глобальні зміни довкілля та визначення меж життєздатності біоти. Актуальність дослідження підсилюється необхідністю прогнозування впливу кліматичних і антропогенних чинників. Шельфові угруповання зазнають трансформацій внаслідок прибережного землекористування, промислових та побутових стоків, рибальства, розвитку аквакультури та видобутку корисних копалин. Глибоководні біоценози особливо вразливі до підвищення температури води, окиснення океану, накопичення забруднювачів та механічних порушень, зокрема під час розвідки та видобутку глибоководних ресурсів. Через повільні темпи відновлення навіть часткова трансформація таких екосистем спричиняє довготривалі зміни їхньої структури та функціонування. Дослідження екологічної стійкості, адаптивних механізмів і біогеохімічного значення вузькоспеціалізованих морських екосистем необхідне для оцінки їхнього внеску у функціонування Світового океану та розроблення стратегій збереження в умовах глобальних змін.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема збереження цілісності морських екосистем, зокрема вузькоспеціалізованих, що перебувають під загрозою деградації чи зникнення через забруднення середовища, кліматичні зміни, деградацію біорізноманіття, є предметом ґрунтовних досліджень вітчизняних і зарубіжних науковців. Дослідженням донних екосистем континентального шельфу та з'ясуванням чинників, що впливають на їхні зміни, займався S. J. Hall [1], аналіз та оцінку екологічного стану бентосних угруповань в межах морських природоохоронних територій Румунії (Cape Tuzla, Mangalia) проводили T. Begun, A. Teacă, M. Mureșan, P. A. Quijón, S. Menabit, V. Surugiu [2]. Літодинамічні та гідродинамічні умови формування берегів різного типу, зокрема мангрових і коралових, описані Н. І. Карпенко [3]. Сучасний стан збереження та перспективи відновлення мангрових лісів вивчали Stephanie S. Románach, Donald L. Deangelis, Hock Lye Koh, Yuhong Li, Su Yean Teh, Raja Barizan Sulaiman,



Lu Zhai [4]. Угрупування саргасових водоростей досліджували А. М. López-Contreras, P. Núñez Valenzuela, B. Celis García, J. Driegen, E. Huerta Lwanga, P. Domin, M. Polett Gurrola, R. Rosas-Luis, Y. Verde Gómez, T. de Vrije [5]. Екологію та еволюцію глибоководних гідротермальних джерел досліджував Yong-Jin Won [6], оцінку впливу гідротермальних «курців», грязьових вулканів та газових сипів на концентрацію парникових газів в атмосфері проводили С. В. Гошовський, О. В. Зур'ян [7]. У колективній праці Sylvia Gertrud Sander, Christian Tamburini, Sabine Gollner, Bleuenn Guilloux, Ellen Pape, H. J. T. Hoving, Riwan Leroux, Marzia Rovere, Miguel Semedo, Roberto Danovaro, Bhavani E. Narayanaswamy, Ángel E. Muñiz Piniella, Paula Kellett, Ana Rodriguez Perez, Brittany Alexander, Fernanda Bayo, Maria Cristina Teodosio, Johanna Jacomina Heumans [8] проаналізована структурна різноманітність глибоководних регіонів Світового океану, їхній внесок у його сучасний екологічний стан, висвітлені екосистемні послуги й функції, які вони забезпечують, та підкреслюються ризики, пов'язані зі зміною клімату та прямим антропогенним впливом. На важливості високоточних картографічних матеріалів та батиметричних даних, що є ключовими для розуміння морських екосистем, зокрема їхніх вузькоспеціалізованих адаптацій, а також ухвалення науково обґрунтованих рішень щодо їхнього управління й охорони, акцентують у своїй публікації Derek C. Sowers, Giuseppe Masetti, Larry A. Mayer, Paul Johnson, James V. Gardner, Andrew A. Armstrong [9]. Залучаючи ці методи, колектив дослідників: Derek C. Sowers, Larry A. Mayer, Giuseppe Masetti, Erik E Cordes, Ryan Gasbarro, Elizabeth Lobecker, Kasey Cantwell, Samuel Candio, Shannon Hoy. Mashkoor Malik, Michael White, Matthew Dornback [10] здійснив детальне картування та геоморфологічний аналіз холодноводних коралових курганів плато Блейк, що дозволило обґрунтувати існування глибоководних рифоутворювальних коралів. Особливості морфології поліпів *Leiopathes annosa* вивчали Daniel Wagner, Dennis M. Opresko [11]. Глибоководні корали біля Гавайських островів, зокрема швидкість кальцифікації в нижній фототичній зоні та її екологічні наслідки, з'ясовували Samuel Kahng, Takumi Kishi, Ryohei Uchiyama, Tsuyoshi Watanabe [12].

Мета статті – аналіз та узагальнення літературних даних щодо біологічних, екологічних і біогеохімічних особливостей вузькоспеціалізованих морських угруповань та їхнього внеску у регуляцію кругообігів сірки, вуглецю, азоту та мікроелементів, що впливає на хімічну динаміку і продукційні властивості океану; визначення природних і антропогенних чинників, які впливають на поширення цих екосистем та їхню стійкість до сучасних екологічних загроз; обґрунтування заходів щодо їхнього збереження.

Методи та матеріали дослідження. У роботі застосовано методи абстрагування, аналізу та синтезу для визначення природних і антропогенних чинників, що зумовлюють поширення та стійкість вузькоспеціалізованих морських угру-



повань. Для оцінки їхнього просторового розподілу у минулі періоди та в умовах сучасних екологічних загроз використано порівняльно-географічний аналіз, що дозволяє визначати закономірності поширення, особливості функціонування та зміни біогеохімічних процесів. Проведено систематичний огляд літературних джерел для узагальнення даних про адаптаційні механізми організмів та їхній внесок у локальні біогеохімічні цикли.

Виклад основного матеріалу. Угрупування морських організмів, як і окремі види, значною мірою підпорядковані геофізичним процесам океану, водночас активно впливаючи на хімічний склад води та формування донних відкладів. Морська біота відзначається високим різноманіттям морфологічних форм, розмірів і способів життя, хоча загальна кількість видів значно менша, ніж на суходолі, що пояснюється більшою різноманітністю екологічних ніш на суші. Водночас у Світовому океані існують унікальні угруповання та екосистеми, які не мають аналогів на суходолі. До вузькоспеціалізованих океанічно-прибережних і океанічних систем належать: мангрові зарості, коралові рифи, зокрема і глибоководні, пелагічні саргасові зарості, гідротермальні джерела (чорні/білі курці) тощо.

Мангри, мангрові ліси (*mangrove*) – тропічний тип низькорослих вічнозелених галофітних лісів і чагарників з характерною розвинутою ходульною і дихальною кореневою системою: *Rhizophora* – червоні мангри (або високі мангри – найвибагливіші до умов існування, значно менше поширені, ніж низькі мангри, досягають висоти 30–36 м, мають стовбур діаметром до метра), *Avicennia* – чорні мангри, *Laguncularia* – білі мангри, *Sonneratia* – пуп'янкове дерево. «Лісами, що ростуть у морі» у 325 р. до н. е. назвав мангри Неарх – грецький мореплавець, полководець, соратник Александра Македонського, коли досяг узбережжя Перської затоки і вперше побачив їх на морському мілководді. Густі зарості мангр, пристосовані до існування в зоні літоралі, ростуть в умовах високої солоності і частого затоплення припливами на мулистих заболочених морських екваторіальних і тропічних узбережжях і гирлах тропічних річок Азії, Австралії, Мікронезії і Африки, де в місцях, захищених від енергії хвиль, скупчуються дрібнодисперсні осадові відклади, часто з високим вмістом органіки. Ширина таких лісових угруповань сягає 3–5 км. Головні умови розвитку широкого поясу прибережних мангрових заростей: незначне хвилювання, інтенсивне надходження дрібних наносів, значна висота припливу і низовинність прибережної суші. Найактивніше мангри, що не надто чутливі до змін солоності і можуть рости як у прісній воді, так і в дуже солоній, розвиваються біля гирл річок. Мангрова рослинність своєю густою кореневою системою затримує наноси, сприяє посиленню росту акумулятивних берегів та перешкоджає їхньому руйнуванню штормовими хвилями [3]. Мангри у ході еволюції розвинули низку вузькоспеціалізованих адаптацій, що забезпечили виживання



рослин у середовищі з високою солоністю, періодичним затопленням та дефіцитом кисню в ґрунті: наявність додаткових коренів-ходуль, вертикальних дихальних коренів, здатність виводити з організму сіль, товсте, тверде і дуже жорстке листя, репродуктивні пристосування. Ці особливості є спільними для мангр загалом, однак окремі механізми притаманні певним групам.

У червоних мангрів сформувалися характерні ходульні корені – опорні корені, що виростають з нижньої частини стовбура та гілок і піднімають стовбур над рівнем води, забезпечуючи стабільність дерев під час сильних припливів та хвиль, газообмін здійснюється через чечевички – спеціалізовані пори на повітряних коренях мангр, які пропускають повітря у аеренхіму кореня. Система ходульного коріння дозволяє рослинам отримувати газоподібні речовини безпосередньо з атмосфери, запасаючи їх у корінні, оскільки ґрунти під манграми бідні поживними речовинами. У чорних мангрів розвинені пневматофори – вертикальні дихальні корені – конічні вирости, що піднімаються над водою до 1–2 м (виступають з ґрунту подібно до «дихальних трубок»). Їхня поверхня також вкрита численними чечевичками, завдяки яким відбувається поглинання кисню. Внутрішня пориста паренхіма (аеренхіма) – найбільш виражена адаптація в кореневій системі та стеблах мангрів, що складається з великих міжклітинних повітряних просторів у корі, які утворюють канали для транспортування кисню від надземних частин (листя, пневматофори, стовбурові корені) до занурених у безкисневий мул коренів, що дозволяє кореням дихати і отримувати необхідний для метаболізму кисень. У мангрів сформувалися адаптації до високої солоності води – фільтраційні і видільні механізми контролю солі. У червоних мангрів корені вкриті товстим пробковим шаром, що функціонує як ультрафільтр, затримуючи до 90 % солі. Невелика кількість солі, яка все ж потрапляє всередину, накопичується у старому листі, що потім скидається, або вакуолях, де ізолюється від життєво важливих тканин. У білих мангрів на поверхні листків наявні дві сольові залози, які активно виводять надлишок солі, що призводить до утворення кристалічного нальоту (завдяки чому вони й отримали свою назву). Щоб мінімізувати втрати вологи, мангри регулюють відкриття устячок – невеликих пор на поверхні листя, через які здійснюється обмін вуглекислим газом і водяною парою під час фотосинтезу, обмежуючи транспірацію, а також змінюють положення листових пластинок, щоб уникнути впливу полуденного інтенсивного сонячного випромінювання. У всіх мангрів плавуче насіння, пристосоване до розповсюдження у воді. Більшість мангрових видів демонструє вівіпарію – проростання насіння на материнській рослині, що підвищує шанси проростка закріпитися в нестабільному субстраті. Після дозрівання проросток падає у воду та може бути перенесений на значну віддадь (здатний витримувати висихання і залишатися у сплячому стані протягом тривалого часу). У сприятливому середовищі він починає плавати у



воді не горизонтально, а вертикально, підвищуючи ймовірність вкорінення. У сукупності ці адаптації забезпечують тривале існування мангрових угруповань у стресових умовах і визначають їхню ключову роль у стабілізації прибережних екосистем. У мангрових екосистемах зазвичай простежується зональна структура. У прибережній (фронтальній) зоні домінують ризофори *Rhizophora* («ходулькокореневі мангри»), які добре переносять тривале затоплення. Стовбури ризофор рідко займають вертикальне положення, найчастіше лежаче або напівлежаче, спираючись тільки на ходульне коріння, що дозволяє їм зберігати стійкість на напіврідкому мулистому-піщаному ґрунті. Центральну зону формують представники роду *Avicennia* («чорні мангри»), що характеризуються наявністю пневматофорів і ростуть у менш солоних та рідше затоплюваних умовах. Тилова зона, розташована ближче до суходолу, представлена видами родів соннератія *Sonneratia*, люмніцера *Lumnitzera* та ксилокарпус *Xylocarpus*, які потребують стабільнішого ґрунту та нижчої солоності.

У мангрових лісах формується значне різноманіття екологічних ніш, які заселяються морськими, прісноводними і суходільними тваринами – численні устриці, балануси (морські жолуді), актинії, краби, раки-самітники, риби (зокрема мулові стрибуні *Periophthalmidae*), різні види павуків, багатоніжок, червів. У кронах дерев мешкають папуги, чаплі, нектарниці, колібрі, а також мавпи. Це середовище існування для пітонів, удавів, ігуан, кайманів, крокодилів. Нижній рослинний ярус у цих угрупованнях через фактичну відсутність світла відсутній, там відбувається постійне коливання рівня води, проте на гілках і стовбурах дерев та кущів оселяються найрізноманітніші епіфітні рослини: бромелієві, мохи, лишайники, багато ліан.

Сьогодні у деяких частинах світу зафіксовано втрату понад 50 % середовища існування мангрових лісів і ці втрати значною мірою пов'язані з діяльністю людини [4]. Спостерігається прискорене скорочення площі мангрових угруповань через урбанізацію в прибережній зоні, портову інфраструктуру, будівництво дамб, розвиток сільського господарства. Традиційне використання мангрової деревини населенням прибережних зон як палива для випарювання солі та виготовлення деревного вугілля довгий час не порушувало екологічної рівноваги. Проте індустріальне перероблення мангрів на щепу для паперової промисловості, спричинило масштабну деградацію цих угруповань і формування малопродуктивних заболочених просторів. Додатковим деструктивним чинником стало масове розширення креветкових ферм, орієнтованих на задоволення зростаючого попиту на морепродукти в країнах Азії. Знищення мангрових заростей під ці потреби підриває природні механізми фільтрації води, необхідної для аквакультури, та порушує трофічні ланцюги. Показовим є приклад з деревами дуріана *Durio* – зниження їхньої врожайності пов'язане зі зникненням деяких видів кажанів-запилювачів, харчова база яких – квіти мангрів. Вирубу-



вання мангрових заростей призводить до екологічної деградації середовища: посилення ерозії берегів, порушення біотичних взаємозв'язків і зменшення видового різноманіття.

Найбільші масиви мангрових лісів охороняються у спільному гирлі річок Ганг, Брахмапутра та Мегхна в національному парку Сундарбан. Територію непрохідних джунглів, що простягалася більш ніж на 250 км від гирла р. Хуглі до гирла р. Мегхни, було проголошено заповідником у 1973 р. з метою збереження популяції бенгальського тигра, 04.05.1984 р. надано статус національного парку (1330 км²), з 1987 р. включено до Всесвітньої спадщини ЮНЕСКО, з 1989 р. – оголошено біосферним заповідником. Понад половину водно-болотних угідь Сундарбану, розташованих у межах Індії та Бангладешу, вкрито мангровими заростями. У складній мережі заболочених проток парку мешкає морський (гребенястий) крокодил *Crocodylus porosus*, розміри якого можуть досягати 6 м, а на межі мангрового та вологого тропічного лісу зберігається найбільша популяція бенгальського тигра *Panthera tigris* – виду, якому донедавна загрожувало повне зникнення. Мангрові екосистеми охороняються також у національних парках «Еверглейдс» (США, Флорида, площа 6104 км², заснований 06.12.1947 р.), «Тайрона» (Колумбія, 225 км², 24.04.1969 р.), «Лос-Гаїтіс» (Домініканська Республіка, 631 км², 1976 р.), Морському мангровому національному парку (морському заповіднику «Муанда») (Демократична республіка Конго, 768 км², 1992 р.) та інших.

Серед біогенних утворень морського середовища особливе місце займають коралові рифи – складні геоморфологічні структури, сформовані внаслідок тривалої діяльності рифобудівних організмів. До них належать передусім мадрепорові корали *Scleractinia* та вапнякові водорості, здатні акумулювати сполуки кальцію з морської води та формувати на цій основі вапнякові скелети. Ці організми здійснюють масштабну морфогенетичну діяльність, формуючи одночасно гірську породу (рифовий вапняк) і створюючи з неї специфічні форми морського рельєфу, відомі як рифи. Поширення коралових рифів просторово обмежене специфічними гідрофізичними та гідрохімічними умовами їхнього існування. У північній півкулі межа поширення проходить через Бермудські острови (приблизно 30° пн. ш.), північну частину Червоного моря (26–27° пн. ш.) і Гавайські острови (біля 20° пн. ш.), а в південній – вздовж західного узбережжя Австралії (28°30' пд. ш.) та Тихого океану (31°30' пд. ш.).

Наукове вивчення морфогенезу коралових рифів започаткував Чарльз Дарвін, який у праці «Про будову та розповсюдження коралових рифів» (1842 р.) вперше запропонував цілісну гіпотезу їхнього походження. На основі спостережень, проведених під час навколосвітньої експедиції на кораблі «Бігль» (1831–1836 рр.), учений пояснив різноманітність форм рифів поступовим зануренням морського дна. Відповідно до дарвінівської гіпотези, оскільки



корали розвиваються лише у приповерхневих (світлопроникних) шарах моря, то існування рифових структур на значних глибинах можливе лише за умови повільного опускання основи, до якої прикріплені колонії коралів. У своїй класифікації коралових рифів Чарльз Дарвін виокремив три головні типи: облямовуючі (берегові) – розташовані безпосередньо вздовж берега, бар'єрні – відокремлені від берега глибокою улоговиною, атоли – кільцеподібні острови, що оточують лагуну (лат. *lacus* – озеро). Найповнішою сучасною класифікацією коралових рифів за геоморфологічними умовами їхнього поширення є класифікація Ф. Шепарда, який виділив шість основних типів рифів: облямовуючі (берегові), бар'єрні, атоли, фаро (кільцеві рифи невеликих розмірів), столові (пластоподібні) та коралові горби або плямисті рифи (невеликі внутрішньо-лагунні рифи). Серед відомих сучасних рифових структур найбільше поширення мають бар'єрні рифи, найбільший з яких Великий Бар'єрний риф біля східного узбережжя Австралії. Бар'єрні рифи також приурочені до районів Філіппінських островів, Нової Гвінеї, Нової Каледонії, Мадагаскару, Шрі-Ланки, Фіджі, Куби, а також узбережжя Південної Америки (бар'єрний риф Беліза) [3].

Основними чинниками, що визначають поширення коралових утворень, є температурний режим, освітленість, прозорість, солоність, глибина моря і ступінь водообміну. Оптимальний розвиток рифових коралів відбувається у водах із відносно високими середньорічними температурами – не нижче 18–20 °С. Межі їхнього планетарного поширення здебільшого обмежуються ізотермами поверхневих вод 18 °С і 36 °С (найхолоднішого і найтеплішого місяців року відповідно). Найсприятливіші умови для росту колоній формуються в діапазоні 25–30 °С. Рифові корали потребують води нормальної морської солоності (у межах 27–38 ‰), яка активно переміщується, забезпечуючи надходження поживних речовин і кисню. Вода також повинна бути прозора, щоб сонячне проміння легко проникало до дна. Активне рифоутворення не відбувається без потрібного освітлення, яке необхідне для фотосинтезу водоростей. Ця умова має вирішальне значення, що обмежує глибину масового розвитку коралів. Зазвичай рифоутворення відбувається на глибинах до 25–40 м, рідше – до 60–70 м. Корали є зоогенними організмами, що існують у формі колоній. Їхні скелети, утворені з карбонату кальцію, протягом багатьох поколінь акумулюються у вигляді масивних відкладів, формуючи рифові споруди. Більшість видів потребує твердого субстрату для закріплення – це особливо важливо в зонах активного хвилювання, де коралові колонії можуть зазнавати механічних руйнувань. У спокійніших умовах, наприклад у лагунах, можливе заселення навіть піщаних або уламкових ґрунтів. З морського дна підіймаються гіллясті білкові скелети горгоній, серед яких особливо цінуються червоні корали (горгонії), що мають тверду вапнякову серцевину, вкриту білковою оболонкою червоного або оранжевого кольору. Яскраве забарвлення коралів зумовлене



наявністю одноклітинних водоростей – зооксантел, які у процесі фотосинтезу перетворюють сонячну енергію на органічні сполуки (переважно цукри), частину яких використовує поліп-господар. Корали можуть також живитися дрібною планктонною здобиччю, поглинаючи її безпосередньо з води.

Рифові корали мають давню геологічну історію – їхнє існування простежується у морських басейнах планети понад 450 млн років. Переважна більшість сучасних видів приурочена до тропічних і субтропічних вод між 30° пн. ш. і 32° пд. ш., оскільки корали надзвичайно чутливі до температурних коливань. Підвищення температури води понад оптимальні значення, зумовлене глобальними кліматичними змінами, призводить до явища знебарвлення коралів, коли вони втрачають симбіотичні водорості, стають крихкими та вразливими до захворювань.

Активна частина рифу формується лише в зоні, що перебуває нижче рівня відпливу, оскільки корали не витримують тривалого перебування без води. Поверхня коралового рифу, подовгу залишаючись під час відпливу над поверхнею океану під впливом сонця та вітру, набуває нейтрального сірого забарвлення. Рифовий комплекс, незалежно від його типу, складається з кількох структурних елементів: зовнішнього схилу – передньої підводної частини коралового рифу (крутого схилу, оберненого у бік океану, складеного масивним рифовим вапняком), та рифової платформи (риф-флету) – субгоризонтальної вершинної поверхні, утвореної коралами, з окремими ділянками, які виступають над рівнем моря або ж осушуються під час відпливу. Загалом коралові рифи захищають корінні береги від абразії і нарощують сушу з боку моря. Таке нарощування здійснюється як внаслідок природної життєдіяльності коралів (розширення і підвищення поверхні риф-флету), так і внаслідок їхнього руйнування, накопичення уламкового матеріалу та утворення акумулятивних форм [3].

Найбільша у світі система коралових рифів (348 698 км², простягається на 2300 км з півночі на південь, ширина у північній частині рифу 2 км, у південній – 152 км, на півночі відстань від материка 32 км, на півдні – 300 км), розташована в Кораловому морі уздовж східного узбережжя Австралії (штат Квінсленд), оголошена Національним морським парком у 1979 р., з 1981 р. включена до світової спадщини ЮНЕСКО. Початок досліджень Великого Бар'єрного рифу пов'язаний з ім'ям англійського мореплавця Джеймса Кука, вітрильник якого «Індевор» став першим кораблем, який пройшов лагуною між рифом і берегом материка. Екосистема парку – одна з найнасиченіших біорізноманіттям у Світовому океані. На рифі мешкає більше 400 видів коралів, численні молюски (близько 4000 видів від равликів до тридакн), губки, асцидії, моховатки, раки, краби, креветки, морські зірки, морські їжаки, лангусти, омари, морські коники, восьминоги, риби (1500 видів), морські змії, черепахи, актинії, морські трави, водорості.



Коралові рифи – це високоорганізовані екосистеми з надзвичайно високим рівнем біорізноманіття, які виконують функцію центрів концентрації морської фауни та флори, забезпечуючи середовище існування приблизно для 25 % усіх відомих морських видів. Серед риб коралових рифів трапляються ендемічні отруйні риби-зебри, або крилатки смугасті *Pterois volitans* зі скорпеневих, риби-папуги *Scaridae*, зокрема риба-папуга двоколірна *Cetoscarus bicolor*, у яких зуби утворюють суцільну пластинку і слугують для відкушування та дроблення коралів і водоростей, амфіпріони, які мають симбіотичні стосунки з актиніями, зокрема риба-клоун *Amphiprion percula*, яка відганяє від «своїх» актиній, які дають їй прихисток, інших риб, що живляться її щупальцями (наприклад, риба-метелик довгорила *Chelmon rostratus*), яскрава риба-антенарій *Antennarius maculatus* тощо [13].

Крім Морського парку Великого Бар'єрного рифу коралові утворення, задля збереження цих унікальних структур, попередження деградації екосистем, збереження їхнього біорізноманіття, перебувають під охороною у природоохоронній системі «Белізький бар'єрний риф» (найбільший риф північної півкулі, у Карибському морі вздовж узбережжя Белізу, 963 км², 1996 р.), до складу якої входять ділянки: національний парк і морський заповідник «Бакалар-Чіко», морські заповідники «Наметовий чай», «Риф Гловера», «Саподилла Кейс», пам'ятки природи «Затока Мон Че» та «Блакитна діра» – найвідоміше провалля (глибина 124 м, діаметр 305 м) у системі карстових печер Лайтхаус-Рифа. Крім того коралові рифи охороняються у межах природоохоронних територій Всесвітньої спадщини ЮНЕСКО: морському парку «Узбережжя Нінгало» (північно-західне узбережжя Австралії, 7050 км², 1987 р.), морських заповідниках: «Острови Фенікс» (Кірибаті, 410 500 км², 28.01.2008 р.), «Галапагос» (Еквадор, 7618 км², 1959 р.), «Палау» (Палау, 600 000 км², 25.09.2009 р.), національних парках: «Рас-Мохаммад» (Єгипет, Червоне море, 480 км², 1983 р.), «Комодо» (Індонезія, між провінціями Східні та Західні Малі Зондські острови, 1733 км², 1980 р.), природному парку рифів «Туббатаха» (Філіппіни, центральна частина моря Сулу, 70,3 км², 1993 р.) та інших.

Сучасні дослідження засвідчили існування нетипових рифоутворювальних організмів, які здатні формувати стабільні біоструктури в умовах відсутності сонячного освітлення, низьких температур та значних глибин. Ці екстремофільні коралові системи розширюють уявлення про екологічні межі рифоутворення. Картування плато Блейк біля узбережжя південно-східної частини США виявило найбільшу відому провінцію холодноводних коралових утворень, що простягається приблизно на 500 км у довжину та 110 км у ширину [9; 10]. Ця область, названа дослідниками «мільйоном курганів», сформована переважно кам'янистими коралами *Desmophyllum pertusum*, характерними для глибин 200–1000 м. Узагальнення даних гідролокаційного картографування дозволило ідентифіку-



вати 83 908 окремих пікових утворень і створити стандартизовану геоморфологічну класифікацію регіону. Виділено п'ять основних типів рельєфу – вершини (411 км²), долини (3598 км²), хребти (3642 км²), схили (23 082 км²) та рівнини (102 848 км²), описано їхню просторову структуру. Глибоководні корали не залежать від симбіотичних водоростей, тому мають біле забарвлення.

Біля Гавайських островів на глибинах понад 60 м (70–111 м) виявлено корали – представники роду *Leptoseris* spp., які формують доволі тонкі, непористі та високощільні скелети, істотно щільніші за скелети більшості мілководних коралів. Вони відзначаються повільними, але стабільними темпами росту, що забезпечує їхнє виживання в умовах низької освітленості. Швидкість їхньої кальцифікації є найнижчою серед усіх відомих фотосимбіотичних склерактинієвих коралів і приблизно у 20–40 разів нижчою, ніж у домінантних мілководних видів Гавайського архіпелагу. Проте *Leptoseris* spp. засвідчують високу ефективність нарощування площі колоній, що узгоджується з їхньою фототрофною стратегією за умов значних глибин [12]. Мезофотичні екосистеми, де мешкають такі корали, охоплюють глибини 30–150 м. І корали цієї глибокої фотичної зони мають спеціальні адаптації: тонкі і щільні скелети, що мінімізують світлорозсіювання, високу концентрацію пігментів у симбіонтів, здатних захоплювати слабке світло, пласку («тарілкоподібну») форму колоній для максимального збору світлового випромінювання, повільний ріст, що знижує енергетичні потреби.

На глибинах 300–500 м навколо Гавайських островів у Тихому океані, виявлені поліпи *Leiopathes annosa* – вид чорних коралів, один із найстаріших живих організмів на планеті, вік якого перевищує 4000 років. Колонії мають форму, подібну до дерев, їхнє забарвлення яскраво-оранжевого кольору [11].

Високоспеціалізовану екосистему, яка функціонує виключно у поверхневому шарі океану існує та не залежить від донних субстратів, формують у межах Саргасового моря пелагічні зарості саргасуму. Бурі водорості *Sargassum* не прикріплюються до дна, а утворюють розгалужені плавучі скупчення («морські луки»), де таломи утримуються на поверхні завдяки пневматоцистам – газонаповненим бульбашкам. Саме через зовнішній вигляд – схожість численних повітряних міхурів водоростей на дрібний виноград португальські моряки в XV ст. назвали їх «саргасум» (від португальського слова *sargaço* – «трона винограду»). Саргасові зарості відзначаються високою спеціалізацією біоти. Морські організми цих угруповань пристосовані до підвищеної температури й солоності води та обмеженої продуктивності планктону. Багато видів риб, ракоподібних і безхребетних, що населяють саргасові скупчення, є екологічно залежними від цих плавучих структур та використовують їх як укриття, кормове середовище та місце розвитку. NOAA класифікує такі зарості як критичне середовище існування, оскільки вони підтримують значну кількість морських



видів у центральній Атлантиці. З Саргасовим морем пов'язаний життєвий цикл вугра європейського *Anguilla anguilla*. Більшу частину життя цей вид риб проводить у річкових та озерних системах Європи (в Україні трапляється в басейнах річок Дніпра, Дністра, на території Шацьких озер). Нерест відбувається в глибоководних зонах Саргасового моря (понад 1 км), де з'являються личинки (лептоцефали), які протягом двох–трьох років повертаються до європейських водойм.

У ХХІ ст. саргасові угруповання вийшли за межі традиційного ареалу. Масове розростання бурих водоростей призвело до формування Великого Атлантичного поясу саргасуму (*Great Atlantic Sargassum Belt*), смуги протяжністю понад 8800 км. За даними супутникового моніторингу у 2025 р., біомаса поясу досягла 37,5 млн тонн. Водорості, які раніше обмежувалися малопоживними водами Саргасового моря, активно поширюються в тропічних зонах Атлантики від Карибського басейну та Мексиканської затоки до Західної Африки. У відкритому океані *Sargassum* виконує важливі екологічні функції, однак, досягаючи узбережж, призводить до виділення сірководню під час гниття водоростей, порушення прибережних екосистем, завдаючи шкоди рибальству і туризму. У 2025 р. Великий пояс саргасуму спричинив серйозні екологічні та економічні проблеми на узбережжях Мексиканської затоки, Барбадосу, Гваделупи та Західної Африки [5]. З метою моніторингу стійкості і продуктивності екосистеми Саргасового моря, співпраці у її збереженні, у 2014 р. була створена Комісія Саргасового моря (*Sargasso Sea Commission*). Створення секретаріату передбачала підписана 11.03.2014 р. Гамільтонська декларація, країнами-учасницями якої були США, Бермудські острови, Азорські острови, Велика Британія та Монако, до якої приєдналися пізніше Багами, Канада, Британські Віргінські острови, Кайманові острови, Домініканська Республіка та інші.

На значних глибинах океанічного дна виявлено особливі структури – гідротермальні джерела, навколо яких формуються хемосинтезуючі екосистеми, основу яких складають бактерії та археї, які використовують хімічну енергію, отриману внаслідок окиснення газів і неорганічних сполук у токсичних гідротермальних розчинах. Гідротермальні джерела вперше відкрито у 1977 р. біля Галапагоських островів під час занурення підводного апарата «Alvin» у межах Східно-Тихоокеанського підняття [6]. Було описано два основні типи високотемпературних гідротермальних утворень – «чорні» і «білі курці». «Чорні курці» викидають перегріті (350–400 °С), насичені металами флюїди, які під час різкого охолодження придонною водою (4–6 °С) утворюють хмари тонкодисперсних сульфідів та формують масивні поліметалічні рудні утворення. Вони можуть бути у вигляді окремих споруд висотою до 45 м або як групи трубчастих структур, розміщених на спільній основі діаметром у сотні метрів і



заввишки у десятки метрів. «Білі курці» продукуються потоками нижчої температури (200–300 °C), збагаченими кремнеземом, ангідритом та іншими світлими мінеральними фазами. Вони утворюють високі конічні труби (до 60 м і більше) та відзначаються іншим хімічним складом відкладень. Обидва типи систем приурочені до активних зон серединно-океанічних хребтів над магматичними камерами та характеризуються складною циркуляцією: висхідні гарячі потоки концентруються в осьовій зоні, тоді як холодна морська вода дифузно просочується крізь пористу океанічну кору і систему тріщин на периферії. На таких гідротермальних полях виявлені високотемпературні металоносні сульфідні гідроксиди Fe і Mn, відкладені при температурі 200–380 °C, а також низькотемпературні, відкладені при температурі нижче 200 °C, осади оксидів металів, силікати. Розчинність заліза в морській воді в інтервалі температур 200–400 °C зростає у понад 50 разів, через що гідротермальні флюїди збагачуються Fe, Cu, Zn та H₂S (за високих температур не реагує з металами). Під час виходу флюїдів на поверхню дна їхнє різке охолодження морською водою призводить до утворення зависі дрібних кристалів сульфідів – «чорного диму». При різкому охолодженні з 300–350 °C до температури придонної води 4–6 °C стійкі, що не реагують із сірководнем при високій температурі хлоридні аніонні комплекси Cu, Zn і Fe, руйнуються, а вивільнені при цьому катіони металів, зв'язуючись із H₂S, утворюють сульфідні, які формують споруди «чорних курців» і відкладення металоносних мулів на периферії цих утворень. Навколо «чорних» і «білих» курців формуються унікальні хемосинтетичні екосистеми, основу яких складають археї та бактерії – продуценти первинної органічної речовини. Ці угруповання включають рифтій *Riftia pachyptila*, двостулкових молюсків, зокрема каліптогену велетенську *Calymene magnifica* та глибоководника теплолюбного *Bathymodiolus thermophilus*, білих крабів *Bathymodiolus thermophilus*, помпейських червів *Alvinella pompejana* та інші спеціалізовані види, що перебувають у тісних симбіотичних зв'язках із хемоавтотрофними мікроорганізмами. Їхня біомаса може бути співставною з біомасою тропічних коралових рифів. Вивчення таких хемотрофних систем має не лише фундаментальне значення для розуміння меж життєздатності біоорганізмів, а й прикладне, оскільки подібні біохімічні процеси можуть бути використані в технологіях утилізації токсичних речовин на суші.

Крім фотосинтезу і хемосинтезу, в живих організмах відбуваються різноманітні процеси вторинного синтезу, що забезпечують формування складніших органічних сполук.

У гирлі Дунаю, що впадає у Чорне море, сформована складна і вузькоспеціалізована екосистема плавнів, що мають багато адаптаційних механізмів, подібно до мангрових заростей. Тут співіснують різноманітні водно-болотні угруповання, включаючи заплавні ліси верб *Salix spp.* та тополь *Populus spp.*,



очеретяні зарості *Phragmites australis* і осокові комплекси *Carex spp.*, які витримують тривале сезонне затоплення. Високий рівень гідрологічної динаміки з періодичними паводками формує специфічні ніші для риб, амфібій, змій, птахів та ссавців. Рослини розвивають адаптації до виживання у змінних гідрохімічних умовах, включно з формуванням у деяких видів на заболочених ділянках повітряних відростків коренів, гетерофілію (відмінність у формі, розмірах та структурі листків однієї рослини) та здатність витримувати сезонне затоплення й низький рівень кисню у воді. Подібно до мангрових заростей, ці адаптації дозволяють зберігати високий рівень біорізноманіття та екосистемних функцій, включаючи накопичення органічної речовини, регуляцію паводкових режимів і підтримку кормових ресурсів для численних видів птахів, риб та ссавців.

Для забезпечення охорони природних комплексів Придунайського регіону, відповідно до Указу Президента України 10.08.1998 р. на базі природного заповідника «Дунайські плавні» було створено Дунайський біосферний заповідник, підпорядкований НАН України. Рішенням Міжнародного координаційного комітету програми ЮНЕСКО «Людина і біосфера» 02.02.1999 р. Дунайський біосферний заповідник включено до складу світової мережі біосферних резерватів у складі білатерального румунсько-українського біосферного резервату «Дельта Дунаю» (626 400 га). Зарегулювання стоку Дунаю та інші антропогенні впливи в басейні призвели до істотних екологічних змін в дельті. Скоротився обсяг водного стоку в дельту і море, а також змінився внутрішньорічний розподіл стоку. Значно послабшала весняна повінь. Ці зміни порушуються лише в роки екстремальної водності [14].

Висновки. У Світовому океані існують високоспеціалізовані екосистеми, як у прибережних і шельфових зонах, так і на відкритому океанічному дні, включно з глибоководними середовищами з екстремальними умовами: низьким вмістом кисню, високим тиском, відсутністю світла. До таких екосистем належать мангрові зарості, коралові рифи, саргасові угруповання, холодноводні рифові утворення, гідротермальні поля. Вони характеризуються унікальною структурою, високою спеціалізацією біоти та численними адаптаціями організмів до конкретних фізико-хімічних умов. Дослідження цих угруповань є критично важливими для розуміння функціонування океанічних екосистем, підтримки біорізноманіття та розробки ефективних заходів охорони. Унікальні адаптації біоорганізмів забезпечують стабільність екосистем навіть за екстремальних умов, тоді як порушення середовища існування, навіть часткове, може призводити до тривалих змін їхньої структури та продуктивності.

Література:

1. Hall S. J. The continental shelf benthic ecosystem: current status, agents for change and future prospects. *Environmental conservation*. 2002. V. 29(3). P. 350–374. <https://doi.org/10.1017/S0376892902000243>.



2. Begun T., Teacă A., Mureșan M., Quijón P. A., Menabit S., Surugiu V. Habitat and macrozoobenthic diversity in marine protected areas of the southern Romanian Black Sea coast. *Frontiers in Marine Science*. 2022. V. 9. P. 1–14. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.845507>.

3. Карпенко Н. І. Рельєф морських берегів. Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2009. 308 с.

4. Romañach Stephanie S., Deangelis Donald L., Koh Hock Lye, Li Yuhong, Teh Su Yean, Sulaiman Raja Barizan, Zhai Lu. Conservation and restoration of mangroves: Global status, perspectives, and prognosis. *Ocean & Coastal Management*. 2018. 154(2). P. 72–82. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2018.01.009.

5. López-Contreras A. M., Núñez Valenzuela P., García B. Celis, Driegen J., Lwanga E. Huerta, Domin P., Gurrola M. P., Rosas-Luis Rigoberto, Verde-Gómez Ysmael, de Vrije T. Sargassum in Mexico: From environmental problem to valuable resource. *Public Wageningen Food & Biobased Research-Report 2319*. 2022. 48 p. DOI: 10.18174/574423.

6. Won Yong-Jin. Deep-sea Hydrothermal Vents: Ecology and Evolution. *Journal of Ecology and Environment*. 2006. 29(2). P. 175–183. DOI: 10.5141/JEFB.2006.29.2.175.

7. Гошовський С. В., Зур'ян О. В. Внесок гідротермальних «курців», грязьових вулканів та газових сипів в парниковий ефект Землі. *Геологія і корисні копалини Світового океану*. 2021. Т. 17, № 4. С. 21–31. <http://doi.org/10.15407/gpimo2021.04.021>. URL : <http://jnas.nbuv.gov.ua/article/UJRN-0001323497>.

8. Sander Sylvia Gertrud, Tamburini Christian, Gollner Sabine, Guilloux Bleuenn, Pape Ellen, Hoving H. J. T., Leroux Riwan, Rovere Marzia, Semedo Miguel, Danovaro Roberto, Narayanaswamy Bhavani E., Muñoz Piniella Ángel E., Kellett Paula, Rodriguez Perez Ana, Alexander Brittany, da Bayo Fernan, Teodosio Maria Cristina, Heymans Johanna Jacomina. Deep Sea Research and Management Needs. 2025. 80 с. DOI: 10.5281/zenodo.14928917.

9. Sowers Derek C., Masetti Giuseppe, Mayer Larry A., Johnson Paul, Gardner James V., Armstrong Andrew A.. Standardized Geomorphic Classification of Seafloor Within the United States Atlantic Canyons and Continental Margin. *Frontiers in Marine Science*. 2020. Vol. 7. P. 1–18. DOI: 10.3389/fmars.2020.00009. <https://www.researchgate.net/publication/338863485>.

10. Sowers Derek C., Mayer Larry A., Masetti Giuseppe, Cordes Erik E., Gasbarro Ryan, Lobecker Elizabeth, Cantwell Kasey, Candio Samuel, Hoy Shannon, Malik Mashkoor, White Michael, Matthew Dornback. Mapping and Geomorphic Characterization of the Vast Cold-Water Coral Mounds of the Blake Plateau. *Geomatics*. 2024. 4(1): 17–47. DOI: 10.3390/geomatics4010002. <https://www.researchgate.net/publication/377369307>.

11. Wagner Daniel, Opresko Dennis M. Description of a new species of Leiopathes (Antipatharia: *Leiopathidae*) from the Hawaiian Islands. *Zootaxa*, 2015. 3974(2).P. 277–289. DOI: 0.11646/zootaxa.3974.2.11. <https://www.researchgate.net/publication/280910682>.

12. Kahng Samuel, Kishi Takumi, Uchiyama Ryohei, Watanabe Tsuyoshi. Calcification rates in the lower photic zone and their ecological implications. *Coral Reefs*. 2023. Vol. 42(1). P. 1207–1217. <https://doi.org/10.1007/s00338-023-02410-7>.

13. Решетило Остап. Зоогеографія. Львів : Львівський національний університет імені Івана Франка, 2013. 232 с.

14. Петрушенко Е. С., Хільчевський В. К., Лубський М. С., Забокрицька М. Р., Зацерковний В. І. Застосування різночасових супутникових знімків для моніторингу гідрографічних умов в дельті Дунаю. *Hydrology, Hydrochemistry and Hydroecology*. 2020. № 3(58). С. 30–38. DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2020.3.3>.



References:

1. Hall S. J. (2002) The continental shelf benthic ecosystem: current status, agents for change and future prospects. *Environmental conservation*. V. 29(3). P. 350–374. <https://doi.org/10.1017/S0376892902000243>.
2. Begun T., Teacă A., Mureșan M., Quijón P. A., Menabit S., Surugiu V. (2022). Habitat and macrozoobenthic diversity in marine protected areas of the southern Romanian Black Sea coast. *Frontiers in Marine Science*. V. 9. P. 1–14. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.845507>.
3. Karpenko N. I. (2009). Relief morskyykh berehiv [Relief of sea coasts]. Lviv : [in Ukrainian].
4. Romañach Stephanie S., Deangelis Donald L., Koh Hock Lye, Li Yuhong, Teh Su Yean, Sulaiman Raja Barizan, Zhai Lu. (2018) Conservation and restoration of mangroves: Global status, perspectives, and prognosis. *Ocean & Coastal Management*. 154(2). P. 72–82. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2018.01.009.
5. López-Contreras A. M., Núñez Valenzuela P., García B. Celis, Driegen J., Lwanga E. Huerta, Domin P., Gurrola M. P., Rosas-Luis Rigoberto, Verde-Gómez Ysmael, de Vrije T. Sargassum in Mexico (2022): From environmental problem to valuable resource. *Public Wageningen Food & Biobased Research-Report 2319*. 48 p. DOI: 10.18174/574423.
6. Won Yong-Jin (2006). Deep-sea Hydrothermal Vents: Ecology and Evolution. *Journal of Ecology and Environment*. 29(2). P. 175–183. DOI: 10.5141/JEFB.2006.29.2.175.
7. Hoshovskyi S. V., Zurian O. V. (2021). Vnesok hidrotermalnykh «kurtsiv», hriazovykh vulkaniv ta hazovykh syviv v parnykovyi efekt Zemli [The contribution of hydrothermal «smokers», mud volcanoes and gas seeps to the Earth's greenhouse effect]. *Heolohiia i korysni kopalyny Svitovoho okeanu [Geology and minerals of the World Ocean]*. T. 17, № 4. S. 21–31. <http://doi.org/10.15407/gpimo2021.04.021>. URL : <http://jnas.nbu.gov.ua/article/UJRN-0001323497> [in Ukrainian].
8. Sander Sylvia Gertrud, Tamburini Christian, Gollner Sabine, Guilloux Bleuenn, Pape Ellen, Hoving H. J. T., Leroux Riwan, Rovere Marzia, Semedo Miguel, Danovaro Roberto, Narayanaswamy Bhavani E., Muñiz Piniella Ángel E., Kellett Paula, Rodriguez Perez Ana, Alexander Brittany, da Bayo Fernan, Teodosio Maria Cristina, Heymans Johanna Jacomina. (2025). Deep Sea Research and Management Needs. 80 c. DOI: 10.5281/zenodo.14928917.
9. Sowers Derek C., Masetti Giuseppe, Mayer Larry A., Johnson Paul, Gardner James V., Armstrong Andrew A. (2020). Standardized Geomorphic Classification of Seafloor Within the United States Atlantic Canyons and Continental Margin. *Frontiers in Marine Science*. Vol. 7. P. 1–18. DOI: 10.3389/fmars.2020.00009. <https://www.researchgate.net/publication/338863485>.
10. Sowers Derek C., Mayer Larry A., Masetti Giuseppe, Cordes Erik E., Gasbarro Ryan, Lobecker Elizabeth, Cantwell Kasey, Candio Samuel, Hoy Shannon, Malik Mashkoor, White Michael, Matthew Dornback (2024). Mapping and Geomorphic Characterization of the Vast Cold-Water Coral Mounds of the Blake Plateau. *Geomatics*. 4(1): 17–47. DOI: 10.3390/geomatics 4010002. <https://www.researchgate.net/publication/377369307>.
11. Wagner Daniel, Opresko Dennis M. (2015). Description of a new species of Leiopathes (Antipatharia: Leiopathidae) from the Hawaiian Islands. *Zootaxa*, 3974(2). P. 277–289. DOI: 0.11646/zootaxa.3974.2.11. <https://www.researchgate.net/publication/280910682>.
12. Kahng Samuel, Kishi Takumi, Uchiyama Ryohei, Watanabe Tsuyoshi. (2023). Calcification rates in the lower photic zone and their ecological implications. *Coral Reefs*. Vol. 42(1). P. 1207–1217. <https://doi.org/10.1007/s00338-023-02410-7>.
13. Reshetylo Ostep. (2013). Zooheohrafiia. [Zoogeography]. Lviv : Lvivskyi natsionalnyi universytet imeni Ivana Franka [Ivan Franko National University of Lviv]. 232. [in Ukrainian].
14. Petrushenko E. S., Khilchevskyi V. K., Lubskyi M. S., Zabokrytska M. R., Zatserkovnyi V. I. (2020) Zastosuvannia riznochasyvykh suputnykovykh znimkiv dlia monitorynhu hidrografichnykh umov v delti Dunaiu [Application of multi-temporal satellite imagery to monitor hydrographic conditions in the Danube Delta]. *Hydrology, Hydrochemistry and Hydroecology*. 3(58). S. 30–38. DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2020.3.3> [in Ukrainian].

Vydavatel:
Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o. , Česká republika
International Economic Institute s.r.o. Praha, České republika

Magazín
Věda a perspektivy

Nº 11(54) 2025

Podepsáno k tisku ze dne 21. Listopadu 2025

Formát 60x90/8. Ofsetový papír a tisk

Headset Times New Roman.

Mysl. tisk. oblouk. 8.2. Náklad 100 kopií.