

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Природничий факультет
Кафедра ботаніки та екології

Маленко Я.В., Ворошилова Н.В., Кобрюшко О.О.

ПРОБЛЕМИ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЇ ЕКОЛОГІЇ:
КУРС ЛЕКЦІЙ

Кривий Ріг - 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Природничий факультет
Кафедра ботаніки та екології

Маленко Я. В., Ворошилова Н. В., Кобрюшко О. О.
ПРОБЛЕМИ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЇ ЕКОЛОГІЇ:
КУРС ЛЕКЦІЙ

Кривий Ріг - 2023

УДК 574.4 (075.8)

М - 18

Маленко Я. В., Ворошилова Н. В., Кобрюшко О. О. Проблеми фундаментальної екології: курс лекцій / за ред. Я. В. Маленко. Кривий Ріг: КДПУ, 2023. 195 с.

Автори-укладачі:

Маленко Яна Вячеславівна, кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри ботаніки та екології КДПУ;

Ворошилова Наталія Володимирівна, кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри екології ДДАЕУ;

Кобрюшко Олександр Олексійович, кандидат педагогічних наук, старший викладач кафедри ботаніки та екології КДПУ, військовослужбовець.

Рецензенти:

Білова Н.А. доктор біологічних наук, академік УЕАН, професор, професор кафедри підприємництва та економіки підприємства Університету митної справи та фінансів;

Чувасова Н.О. доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри зоології та методики навчання біології Криворізького державного педагогічного університету;

Голобородько К.К. доктор біологічних наук, професор, головний науковий співробітник НДЛ наземної екології, лісового ґрунтознавства та рекультивації земель НДІ біології Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара.

*Рекомендовано до друку
рішенням Вченої ради Криворізького державного педагогічного університету
(протокол № 3 від 12.10.2023 р.).*

Навчальний посібник присвячено висвітленню проблематики фундаментальної екології як складової створення сучасної наукової картини світу. Викладено сутність, теоретичні та методологічні засади фундаментальної екології. Окреслено та деталізовано аспекти вивчення структури екосистем (біогеоценозів). Розглянуто розвиток і динаміку як феномени органічного світу. Визначено специфіку техногенезу, положення теорії надзвичайних екологічних ситуацій, основи техногенної біогеоценології. Надано побудови парадигм екології людини, засади розробки ноосферних стратегій людства, бачення сутності екологічної ролі інтелекту в еволюції сфери існування життя.

Курс лекцій рекомендовано для здобувачів природничих спеціальностей закладів вищої освіти (101 Природничі науки, 091 Біологія, 014 Середня освіта), аспірантів, екологів, вчителів біології закладів загальної середньої освіти.

ЗМІСТ

СИНОПСИС.....	5
SYNOPSIS.....	7
ПЕРЕДМОВА.....	10
РОЗДІЛ I. ТЕОРЕТИЧНІ ТА МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЇ ЕКОЛОГІЇ.....	15
ЛЕКЦІЯ 1. Сутність та засади фундаментальної екології.....	15
ЛЕКЦІЯ 2. Теорія систем у фундаментальній екології.....	35
РОЗДІЛ II. СТРУКТУРА ЕКОСИСТЕМ (БІОГЕОЦЕНОЗІВ).....	48
ЛЕКЦІЯ 3. Склад екосистем як об’єкт теорії та деталізованого аналізу...	48
ЛЕКЦІЯ 4. Різноманіття – основа існування та розвитку екосистем. Хаос у теорії складу.....	64
ЛЕКЦІЯ 5. Будова екосистем і проблематика фундаментальних досліджень.....	84
РОЗДІЛ III. РОЗВИТОК ЯК ФЕНОМЕН ОРГАНІЧНОГО СВІТУ.....	101
ЛЕКЦІЯ 6. Розвиток екосистем.....	101
ЛЕКЦІЯ 7. Вчення про динаміку біогеоценозів.....	116
РОЗДІЛ IV. СТРАТЕГІЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ЛЮДИНИ І БІОСФЕРИ.	137
ЛЕКЦІЯ 8. Техногенез, надзвичайні екологічні ситуації як об’єкти теорії екології. Техногенна біогеоценологія.....	137
ЛЕКЦІЯ 9. Парадигми екології людини.....	154
ДОДАТКИ.....	169
Додаток 1. Визначні дати в історії розвитку екологічної науки.....	169
Додаток 2. Періодизація історії екологічних досліджень рослинності Криворіжжя.....	182
Додаток 3. Екологічна культура – адаптивний механізм сталого розвитку екологічної метасистеми.....	184
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	192

CONTENTS

SYNOPSIS.....	5
INTRODUCTION.....	10
CHAPTER I. THEORETICAL AND METHODOLOGICAL FOUNDATIONS OF FUNDAMENTAL ECOLOGY.....	15
LECTURE 1. Essence and Principles of Fundamental Ecology.....	15
LECTURE 2. Systems Theory in Fundamental Ecology.....	35
CHAPTER II. ECOSYSTEM (BIOGEOCENOSIS) STRUCTURE.....	48
LECTURE 3. Ecosystem Composition as the Object of Theory and Detailed Analysis.....	48
LECTURE 4. Biodiversity – Basis for Existence and Development of Ecosystems. Chaos in the Composition Theory.....	64
LECTURE 5. Ecosystem Structure and Fundamental Research Issues.....	84
CHAPTER III. DEVELOPMENT AS A PHENOMENON OF THE ORGANIC WORLD.....	101
LECTURE 6. Ecosystem Development.....	101
LECTURE 7. Study of Biogeocoenosis Dynamics.....	116
CHAPTER IV. STRATEGY OF SUSTAINABLE HUMAN AND BIOSPHERE DEVELOPMENT.....	137
LECTURE 8. Technogenesis, Extraordinary Ecological Situations as Subjects of Ecology Theory. Technogenic Biogeocoenology.....	137
LECTURE 9. Paradigms of Human Ecology.....	154
APPENDICES.....	169
Appendix 1. Significant Dates in the History of Ecological Science Development.....	169
Appendix 2. Periodization of Ecological Research on Vegetation in the Kryvyi Rih Region.....	182
Appendix 2. Periodization of Ecological Research on Vegetation in the Kryvyi Rih Region.....	184
REFERENCES.....	192

СИНОПСИС

У Передмові описано концепцію формування змісту навчального посібника. Визначено значущість та специфіку сучасних екологічних знань. Конкретизовано компетентнісний потенціал і завдання навчального курсу, основні принципи формування змісту навчального видання. Зазначено основоположне значення у створенні курсу лекцій праць Володимира Івановича Шанди – кандидата біологічних наук, професора, талановитого українського вченого, шановного вчителя, наставника і керівника колективу авторів посібника.

Перший розділ окреслює теоретичні та методологічні засади фундаментальної екології. Він містить визначення, сутність, значення, проблематику, функції, критерії диференціації цієї гілки екологічної науки, що покриває все поле її досліджень. Розглянуто основоположні системоутворюючі принципи, типологію узагальнень фундаментальної екології та основні постулати екологічної аксіоматики. Висвітлено значущість загальної теорії систем, системології, системного підходу та аналізу у розвитку екології. Деталізовано сутність та тлумачення поняття «система», підходи і критерії класифікації, ознаки та загальні характеристики систем. Визначено сутність, головні положення, постулати, аспекти, ознаки, значущість у фундаментальній екології системного підходу.

Другий розділ присвячено вивченню аспектів структури екосистем (біогеоценозів). Проаналізовано склад екосистем як об'єкт теорії та аспект структури. Основи теорії складу розкривають розуміння елементів і компонентів, ознак, властивостей, функцій та динамічності складу. Викладено засади теорії еколого-таксономічних спектрів як опори кардинального аналізу складу рослинних угруповань. Надано сучасні підходи до розуміння організованості, організації, самоорганізації та саморегуляції екосистем, їхньої стійкості та стабільності. Наведено сутність сучасних уявлень про біорізноманіття як феномен і ноумен організованості й організації життя. Розглянуто історію виникнення терміну «біологічне різноманіття», особливості розвитку диверсикології та її закони, принципи і постулати, основні категорії, форми, рівні, показники оцінки, цінність біорізноманіття та загрози його збереженню. Окреслено засади теорії хаосу як феномену всіх рівнів життя, як такої форми організованості структури та еволюції (системності) угруповань, яка поки ще не подана у вигляді логічно впорядкованих усвідомлених уявлень. Визначено сутність, ознаки, властивості будови екосистем (біогеоценозів), підходи до вивчення вертикальної, горизонтальної та геометричної стратифікації угруповань, підходи та критерії типологічного аналізу парцел і засади стереоекології.

Третій розділ містить осмислення парадоксу розвитку у фундаментальній екології на основі викладу сутності цього феномену буття, життя, людського інтелекту, аналізу концепцій та підходів до розуміння цієї категорії, опису структури, характеристики, закономірностей, властивостей, рис, видів і форм розвитку екосистем, а також умов, причин, ознак, властивостей, шляхів, форм, закономірностей, функцій розвитку угруповань. Розглянуто динаміку як поняття, феномен існування, стан руху і хід розвитку, спосіб відображення

темпоральної складності процесів і систем. Зазначено причини «динамічного буму» в екології та основні форми динаміки рослинності. Викладено сутність сучасних уявлень про сукцесії (концепції, моделі, класифікація, параметри, етапи, езецис, ценохорія), серійні угруповання організмів, клімакс, еволюцію рослинності та її форми, синантропізацію рослинності та її напрями і наслідки.

Четвертий розділ висвітлює проблеми сталого розвитку людини і біосфери. Представлено сутність уявлень про техногенез, техносферу, екосферу, підходи до періодизації техногенезу, основні положення теорії надзвичайних екологічних ситуацій, критерії типології, закономірності та перспективні питання вивчення надзвичайних екологічних ситуацій. Відзначено специфіку техногенної біогеоценології як системи знань, що розгортається в сучасний період стосовно сутності, формування, існування, функціонування та розвитку в різних просторово-часових масштабах біогеоценозів у техногенному середовищі. Наведено парадигми екології людини, що відображують аспекти існування людини як формовтілення живої речовини планети, описують підходи до осягнення місця людини в біосфері (соціологічно-актуалістська, натуралістично-генетична, космологічно-універсалізуюча парадигми), різноманіття людської діяльності в біосфері (геоекспансіоністська, антропоцентриська, техноцентриська, екологічна, ноосферна, космологічна парадигми) у минулому, сьогоденні, в осяжному та віддаленому майбутньому. На основі аналізу сутності парадигм екології людини визначено ноосферні стратегії людства, що уявляють собою такі настанови діяльності чи побудови цілепокладання, які спрямовані на перспективу досягнення ноосферного етапу біосфери, сталого розвитку цивілізації. Підкреслено особливу роль інтелекту в еволюції людини (і біосфери загалом), розуміння сутності якого вийшли далеко за межі його біологічних функцій, відкрило людству широкі можливості, забезпечило формування соціальних, психологічних, інформаційних полів людини, пододало межі навіть людського мислення й уяви в реалізації проектів віртуальної реальності, штучного інтелекту. Акцентовано увагу на пріоритеті глибокої ціннісної переорієнтації суспільства, науки і практики в напрямку становлення відповідальності, екологічної культури, суспільної екологічної свідомості та менталітету.

Додатки містять допоміжний матеріал узагальнюючого характеру загального значення («Визначні дати в історії розвитку екології») та регіонального виміру («Періодизація історії екологічних досліджень рослинності Криворіжжя»). У цій частині посібника також висвітлено концепт екологічної культури з деталізацією загальної проблематики, сучасного стану та особливостей формування екологічної культури людини сучасності. Закорінення екологічної культури у міждисциплінарній сутності екології, культурології, філософії, психології відбиває діалектичну єдність суспільства, культури, природи.

Список рекомендованої літератури включає вітчизняні та зарубіжні наукові та навчальні видання, ознайомлення з якими сприяє поглибленню знань з ключових питань лекцій та усвідомленню проблематики сучасної фундаментальної екології.

SYNOPSIS

The Introduction provides an overview of the concept of shaping the content of the educational manual. The significance and specificity of contemporary ecological knowledge are defined. The competency potential and objectives of the educational course are specified, along with the fundamental principles of shaping the content of the educational publication. The fundamental significance of creating the lecture course by Volodymyr Shanda, a Ph.D. in Biological Sciences, professor, talented Ukrainian scientist, respected educator, mentor, and leader of the authors' team of the manual, is mentioned.

Chapter One outlines the theoretical and methodological foundations of fundamental ecology. This chapter encompasses the definition, essence, significance, issues, functions, and criteria for differentiating this branch of ecological science, which covers the entire spectrum of its research. The fundamental system-forming principles, the typology of generalizations in fundamental ecology, and the core postulates of ecological axioms are explored. The importance of the general theory of systems, systemology, the systemic approach, and analysis in the advancement of ecology is emphasized. The essence and interpretation of the concept «system» are detailed, encompassing various approaches and criteria for classification, characteristics, and general features of systems. The essence, key principles, postulates, aspects, features, and significance of the systemic approach in fundamental ecology are defined.

Chapter Two is dedicated to exploring the aspects of ecosystem (biogeocoenosis) structure. The composition of ecosystems is analysis as an object of theory and a structural aspect. The fundamentals of the composition theory elucidate the understanding of elements and components, their characteristics, properties, functions, and the dynamics of composition. The tenets of the theory of ecology-taxonomic spectrum are expounded as a foundation for a comprehensive analysis of plant community composition. Modern approaches to comprehending the orderliness, organization, self-organization, and self-regulation of ecosystems, as well as their stability and equilibrium, are presented. The essence of contemporary conceptions of biodiversity as a phenomenon and noumenon of life organization and structure are explored. The history of the term «biological diversity», the development of diversicology, its laws, principles, and postulates, as well as fundamental categories, forms, levels, assessment indicators, the value of biodiversity, and threats to its preservation, are discussed. The principles of the theory of chaos are outlined as a phenomenon inherent in all levels of life, representing a form of organized structure and evolution (systemicity) of communities, which is currently not exhaustively captured in logically organized conceptions. The essence, characteristics, and structural aspects of ecosystems (biogeocoenoses) are defined, encompassing approaches to studying vertical, horizontal, and geometric stratification of communities, as well as the principles of stereoecology.

Chapter Three offers an exploration of the paradox of development within fundamental ecology. It delves into the essence of this phenomenon as it pertains to existence, life, human intellect, and analysis concepts and approaches related to

understanding this intricate category. The chapter describes the structure, characteristics, regularities, properties, features, types, and forms of ecosystem development, as well as the conditions, causes, signs, properties, paths, forms, regularities, and functions of group development. The concept of dynamics is meticulously examined as an entity, an existential phenomenon, a state of motion and ongoing development, and a means to unravel the temporal complexities of processes and systems. The reasons behind the «dynamic surge» in ecology are outlined, along with the fundamental forms of vegetation dynamics. The essence of contemporary perspectives on succession (concepts, models, classification, parameters, stages, ecesis, coenohoria), seral communities of organisms, climax, the evolution of vegetation and its forms, as well as anthropogenic alteration of vegetation and its directions and consequences are expounded upon.

Chapter Four addresses the issues of sustainable development for both humanity and the biosphere. The essence of notions like technogenesis, technosphere, and ecosphere is presented, along with approaches to technogenesis periodization, fundamental principles of extraordinary ecological situations theory, criteria for typology, patterns, and prospective questions concerning the study of extraordinary ecological situations. The specificity of technogenic biogeocoenology is highlighted as a knowledge system that unfolds in contemporary times, focusing on the essence, formation, existence, functioning, and development of biogeocoenoses within technogenically impacted environments. Paradigms of human ecology are introduced, reflecting aspects of human existence as the embodiment of the planet's living substance. They describe approaches to understanding humanity's place in the biosphere (sociological-relevant, natural-genetic, cosmological-universalizing paradigms) and the diversity of human activities within the biosphere (geo-expansionist, anthropocentric, technocentric, ecological, noospheric, cosmological paradigms) in the past, present, feasible, and distant future. Based on the analysis of human ecology paradigms, noospheric strategies for humanity are outlined. These strategies represent guidelines for actions or goal-setting aimed at achieving the noospheric stage of the biosphere and the sustainable development of civilization. The pivotal role of intellect in human evolution (and biosphere overall) is emphasized. Its understanding extends far beyond its biological functions, providing humanity with vast opportunities, shaping social, psychological, and informational human fields. This comprehension transcends even the limits of human thinking and imagination in the realization of virtual reality projects and artificial intelligence. Attention is drawn to the priority of profound value reorientation in society, science, and practice towards establishing responsibility, ecological culture, societal ecological consciousness, and mentality.

Appendices encompass supplementary materials that provide a comprehensive overview of significant historical milestones («Key Dates in the History of Ecological Development») as well as a regional dimension («Periodization of Ecological Research on Vegetation in the Kryvyi Rih Region»). Within this section, the concept of ecological culture is thoroughly expounded, covering a diverse range of thematic elements. This includes a nuanced exploration of its foundational principles,

contemporary manifestations, and the intricacies of its formation within the context of modern human society. Notably, the embedding of ecological culture within an interdisciplinary framework spanning ecology, cultural studies, philosophy, and psychology underscores the profound interconnectedness of society, culture, and the natural world.

The References section comprises a diverse collection of scholarly publications, spanning both national and international sources. Together, these works contribute to a comprehensive grasp of the central lecture themes and illuminate the current issues in fundamental ecology.

ПЕРЕДМОВА

Швидкозмінність та плинність сучасних глобалізаційних процесів суспільного розвитку, світові тенденції інтеграції, інформатизація суспільного мережевого простору, зумовлена появою модерних цифрових технологій, значущі соціально-економічні перебудови в країнах світу, кардинальні зміни характеру екологічної політики третього тисячоліття, трансформації світоглядних наративів, інтелектуальних візій, ціннісних орієнтацій людини та людства XXI століття, усталення майбутнього горизонтом цілепокладання, реальність глобальних екологічних проблем визначають статус екології, екологічних знань як гарантів безпеки цивілізації сьогодення та осяжного майбутнього, їхнє значення як пріоритетного інтегруючого компонента, без урахування якого економічні та соціальні складові сталого розвитку людства фактично втрачають ефективність та сенс.

За виразом генерального секретаря ООН Антоніу Гутерріша, висловленим у доповіді на прес-конференції 27 липня 2023 р., «епоха глобального потепління закінчилася, почалася епоха глобального закипання. Цим повітрям неможливо дихати...бездіяльність неприпустима...Настав час глобального сплеску інвестицій в адаптацію заради порятунку мільйонів життів від кліматичної катастрофи». Сучасна екологічна ситуація на планеті, за поглядами багатьох вчених, вимагає значних змін усього масиву наукових знань і методів дослідження, що актуалізує розвиток фундаментальної екології.

Сучасна екологія уявляє собою складне в епістемологічному та логіко-методологічному відношенні явище. Складність екологічного знання обумовлена рядом причин, серед яких: 1) запити суспільства, що у зв'язку з грандіозним втручанням у біосферні процеси спонукали розширити коло традиційно вирішуваних цією наукою питань; 2) накопичення великого обсягу фактичного матеріалу, що вимагає теоретичного осмислення та створення загальної теорії структурно-функціональної організації рослинного покриву та біосфери, їхньої оптимізації, нейтралізації та компенсації негативних впливів; 3) використання концептуального апарату, методів, підходів і методик загальнонаукових, природничо-наукових, біологічних, хімічних, фізичних, а також суміжних і несуміжних наукових дисциплін; 4) внутрішня логіка розвитку екології, яка знаходиться на етапі, коли традиційний описово-регістраційний (натурно-регістраційний) напрям її розвитку, що розкриває, головним чином, зовнішню сторону явищ, хоча й продовжує домінувати, але у значній мірі вичерпав себе і все більш уступає місце натурно-експериментальному та модельно-експериментальному напрямам, що розкривають внутрішню сутнісну сторону явищ і процесів; 5) достатньо велика дистанція між екологічними знаннями та їхнім практичним застосуванням [34, 38]. Сьогодні екологічне знання характеризує наскрізна людиновимірність, спрямованість на розвиток загальної теорії й синтетичних узагальнень (фундаменталізація), одночасні тенденції диференціації та інтеграції, що виявляються в процесі пізнання угруповань (екосистем), їхньої структури, складу, будови, функціонування, розвитку, стійкості, організації, різноманіття та інших характеристик.

Посібник розроблений з метою забезпечення викладання лекційного курсу навчальних дисциплін «Проблеми фундаментальної екології», «Теорія та практика сучасної екології» здобувачів вищої освіти спеціальностей 101 Екологія, 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини). Основним змістом цих дисциплін є: багатопланове вивчення та осмислення багатьох глибинних явищ і процесів живої природи в їхній складній неподільності та взаємообумовленості; розкриття й усвідомлення сутності, ознак і властивостей складу та будови, організованості й організації, динаміки та розвитку в різних просторово-часових масштабах екосистем на основі принципів системності, невизначеності, цілісності, ієрархічності, емерджентності, доповняльності, адаптаціогенезу та динамічності; розширення горизонтів бачення в екології як передумови й основи планування та здійснення теоретичних і прикладних розробок, повсякденної діяльності, «конверсії» суспільної екологічної свідомості, покликаної врятувати середовище існування цивілізації від подальшої руйнації. Мета дисциплін: 1) формування у здобувачів вищої освіти загальних і спеціальних (фахових) компетентностей задля використання фундаментальних і прикладних засад екологічної науки у професійній екологічній, педагогічній чи просвітницькій діяльності для забезпечення сталого розвитку, збереження біорізноманіття, ресурсозбереження, пропаганди екологічних ідей, консолідації суспільства задля втілення багатогранної самореалізації, запровадження інновацій та розв'язання екологічних проблем різних просторово-часових масштабів і походження; 2) систематизація уявлень про теорію, методологію, проблематику сучасної екології та її роль в створенні природничо-наукової картини світу; 3) поглиблення знань про особливості складу, будови, функціонування, адаптацій, динаміки та розвитку угруповань організмів; 4) усвідомлення значущості для реалізації стратегії сталого розвитку екологічного імперативу, керованих форм використання, збереження, охорони біорізноманіття; 5) розширення екологічного кругозору та світорозуміння, розвиток критичного екологічного та глобального мислення майбутніх фахівців.

Концепція формування змісту навчального посібника є органічною сутності фундаментальної екології та ґрунтується на таких принципах:

- фундаменталізація змісту, що передбачає міждисциплінарну інтеграцію знань з різних галузей, встановлення зв'язків між розділами, використання міжпредметної змістової інформації;
- науковість, оскільки викладання лекційного матеріалу базується на використанні наукових досліджень вчених і дослідників з різних галузей знань: екології, біології, фізики, системології, філософії, освіти, історії, соціології тощо; використовуються як класичні фундаментальні праці всесвітньо відомих науковців, так і сучасні публікації емпіричного характеру, які вимагають подальших досліджень;
- актуальність, що обумовлена включенням матеріалів, які відбивають сучасні тенденції розвитку фундаментальної екології;
- професіоналізація як орієнтація змісту на практичне застосування теоретичних знань і вмінь в реальній практичній діяльності фахівця-еколога, біолога чи

вчителя біології та екології;

- оптимальність, яка забезпечується змістовим обсягом викладу сутності теоретичних питань та логічною завершеністю їхнього засвоєння, що досягається завдяки наявності стислого резюме ключових питань теми у висновках кожної лекції та обговоренням проблематики в процесі полеміки;
- модульність, що полягає у структуруванні тематичного змісту посібника за чотири розділами;
- наочність, яка забезпечена наявністю ілюстративного матеріалу до кожної лекції (всього посібник містить 98 ілюстрацій, в тому числі: 14 таблиць; 84 рисунки, з яких 61 - фотографії видатних вчених; 13 - схематичні зображення);
- структурованість лекцій, кожна з яких включає: назву теми, мету, план, виклад основного змісту, узагальнюючі висновки, питання самоконтролю та полеміки, список використаних джерел.

Засвоєння курсу лекцій сприяє досягненню таких практичних результатів:

- мати сформований науковий світогляд, що включає розуміння принципів і закономірностей існування природи, людини, суспільства;
- розуміти основні екологічні закони, правила та принципи охорони навколишнього природного середовища та природокористування;
- розуміти та усвідомлювати системність та взаємозалежність природних компонентів, а також категорій, об'єктів, явищ, процесів, які належать до сфери вивчення різних природничих наук;
- усвідомлювати різноманітність форм життя, значення живих організмів для існування екосистем; сучасні проблеми ефективного природокористування та охорони живої природи та природних ресурсів;
- уміти проводити пошук інформації опрацьовувати наукові та інші джерела на предмет аналізу та систематизації необхідної інформації відповідно до визначених проблем і поставлених завдань;
- проявляти високий рівень обізнаності в описі, інтерпретації та узагальненні отриманих даних на основі наявних знань сучасних наукових теорій та концепцій;
- точно відтворювати і влучно використовувати термінологію та положення основних теорій екології та біології;
- уміти грамотно та логічно доносити результати діяльності до професійної аудиторії та широкого загалу, будувати ефективні комунікативні стратегії;
- підвищувати професійний рівень шляхом продовження освіти та самоосвіти.

Слід звернути увагу на те, що в основу створення навчального видання покладені наукові праці Володимира Івановича Шанди та наукові публікації підготовлені членами колективу авторів посібника під його керівництвом завдяки безцінним порадам і настановам шановного Вчителя, Наставника, видатного Науковця і Педагога. Ще на межі ХХ-ХХІ ст., завдяки тонкому відчуттю тенденцій змін, широкому баченню світу, усвідомленню потреби випереджального розвитку теорії екологічної науки та конкретизації теоретичних розробок її певних напрямів і проблем, Володимир Іванович визначав принципову значущість на доцільність викладання навчальної

дисципліни «Проблеми фундаментальної екології» з метою забезпечення якісної фахової підготовки здобувачів вищої освіти.

Глобальне бачення і прозорливість, міждисциплінарне, аналітичне, неординарне мислення та наукова проникливість, гостра допитливість та спостережливість, невпинний науковий пошук, наукова інтуїція та неймовірна працездатність були підґрунтям діяльності Володимира Івановича Шанди як видатного теоретика української науки. Його ґрунтовні праці стали вагомим внеском у розвиток теорій біогеоценології, алелопатії, культур- та агрофітоценології, екологічної ніші, стереоекології, біосферології, фундаментальної екології, надзвичайних екологічних ситуацій, проблем організованості, організації, хаосу, структури, динаміки та розвитку біогеоценозів, охорони природи, парадигмального осягнення результатів діяльності людини у біосфері...



Володимир Іванович Шанда народився 23.05.1935 року в Україні у місті Запоріжжя. В тому ж році сім'я переїхала до міста Кривий Ріг. Батьки Володимира Івановича були вчителями – батько працював у Криворізькому учительському інституті, а мама – у школі. Нажаль, Володимир Іванович рано залишився без батьків і його вихованню присвятила своє життя рідна тітка, Шанда Матрьона Іванівна. В 1958 році Володимир Іванович закінчив агрономічний факультет Дніпропетровського сільсько-господарського інституту і працював головним агрономом. У період 1963 – 1966 рр. він навчався в аспірантурі сільськогосподарського інституту,

по закінченню якої почав працювати у Всесоюзному науково-дослідному інституті

(ВНДІ) кукурудзи. 19.12.1969 року успішно захистив дисертацію «Взаємний вплив культурних рослин у змішаних посівах» за спеціальністю 03.094 Ботаніка, яку виконував під керівництвом доктора біологічних наук, професора Сергія Івановича Чорнобривенка. З 1970 року Володимир Іванович працював у Криворізькому державному педагогічному університеті на посадах викладача кафедри ботаніки, доцента, завідувача кафедри, декана природничого факультету (1972-1974; 1979-1983), професора кафедри ботаніки та екології КДПУ.



Під керівництвом або за безпосередньої участі В. І. Шанди колектив кафедри здійснював розробки багатьох проектів, рекомендацій, науково-дослідних тем щодо вивчення особливостей складу та розвитку рослинності, специфіки антропо трансформованих угруповань, фіторекультивуації



порушених земель Кривбасу. В 1986 році кафедра ботаніки Криворізького державного педагогічного інституту була перейменована на кафедру ботаніки та екології. У 1994-2000 рр. на базі кафедри під керівництвом к.б.н., доц. В. І. Шанди працювало відділення (філія) проблемної лабораторії фундаментальної та прикладної екології Дніпропетровського державного університету (керівник д.б.н., проф., член-кор. НАН України А. П. Травлєєв). Завдяки лідерським, організаційним, комунікативним якостям,

науковому авторитету Володимира Івановича до освітнього процесу, задля покращення його якості й науковості, залучалися провідні науковці України та Дніпропетровщини: д.б.н., проф. Анатолій Павлович Травлєєв, д.б.н., проф. Ніна Миколаївна Цветкова, д.б.н., проф. Наталія Анатоліївна Білова, д.б.н., проф. Василь Миколайович Зверковський, д.б.н., проф. Юрій Іванович Грицан, д.б.н., проф. Анатолій Васильович Івашов та інші. Зусиллями В.І. Шанди та адміністрації інституту було започатковане проведення на базі закладу щорічних наукових і науково-практичних конференцій з публікацією матеріалів: «Проблеми фундаментальної екології: структура угруповань» (1996); «Техногенні ландшафти: структура, функціонування, оптимізація» (1996); «Охорона довкілля: екологічні, медичні, освітянські аспекти» (1997, 1998); «Проблеми фундаментальної екології» (1997); «Проблеми фундаментальної та прикладної екології» (1999); «Проблеми екології та екологічної освіти» (2003) тощо.

Педагогічний талант і майстерність, широка ерудиція та духовна культура, демократичність та інтелігентність, людяність і порядність, комунікабельність та харизматичність згуртовували навколо шановного Наставника колег, молодь і студентів, з якими він щедро ділився досвідом і знаннями, ідеями та порадами, для яких завжди був зразком науковця, взірцем доброчесності, непохитною опорою та підтримкою...

У спогадах і серцях авторів і колег Володимир Іванович Шанда назавжди залишився Людиною з великої літери, справжнім Чоловіком, видатним українським вченим і педагогом, добрим і щирим, мужнім і скромним, з тонким почуттям гумору та сповненою сердечністю світлою посмішкою...

РОЗДІЛ I. ТЕОРЕТИЧНІ ТА МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЇ ЕКОЛОГІЇ

ЛЕКЦІЯ 1. СУТНІСТЬ ТА ЗАСАДИ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЇ ЕКОЛОГІЇ.

Мета: поглиблення уявлень про фундаментальну екологію як надтеорію екологічної науки, її сутність, методологію, проблематику, значущість у побудові природничо-наукової картини світу; закріплення знань основних постулатів екологічної аксіоматики; формування навичок теоретичного, системного мислення, вмінь та навичок практичного застосування системного підходу до аналізу складних систем і вирішення нагальних проблем в умовах невизначеності; розвиток глобального та екологічного мислення, фахових компетентностей, екологічної та загальної культури і свідомості.

План

- 1. Визначення, сутність, значення, проблематика, функції фундаментальної екології.*
- 2. Диференціація фундаментальної екології.*
- 3. Основні системоутворюючі принципи фундаментальної екології.*
- 4. Узагальнення фундаментальної екології та їхня типологія.*
- 5. Основні постулати екологічної аксіоматики.*

Імовірно в наш час майже неможливо знайти в цивілізованому світі людину, яка б не чула слово «екологія». Однак, ще у середині минулого століття тлумачення цього поняття було відомо вузькому колу науковців-природознавців. Бурхлива й тріумфальна хода науково-технічного прогресу в ХХ сторіччі та одночасна втрата оптимістично-технологічних конотацій на фоні прояву та чіткого усвідомлення численних негативних наслідків діяльності людини на планеті визначили статус цієї науки. Сьогодні екологія - це не тільки наука, як суто академічна дисципліна, це спосіб мислення, світогляд, невід'ємна основа діяльності, органічна складова культури, законодавиця маркетингових трендів, показник економічного, політичного, технологічного рівня розвитку держави, аттрактор міжнародної співпраці, каталізатор консолідованих рішень й антикризових стратегій подальшого сталого розвитку людства.

З моменту появи у світі людина прагнула пізнання закономірностей його устрою. Спочатку ці зусилля були спрямовані на пошук елементарних умов виживання в доісторичні часи, потім на пізнання власної сутності та природи, що відображено у відомому афоризмі «Γνῶθι σεαυτόν» («Пізнай самого себе»), до якого звертався античний мислитель, афінський філософ Сократ, а згодом і на осмислення відношення людини до Бога у добу Середньовіччя. Ренесанс змінив орієнтацію наукової думки і висунув на передній план пізнання відношення людини до природи, акцент якого з часом змістився з суто технологічного, матеріально-виробничого на осмислення інтелектуального творчого потенціалу людини, її природи, потенціалу творця та місії у Всесвіті. Отже, природа людини завжди була стимулом виявлення, усвідомлення та прагнення розкриття

складних переплетінь матеріальних, енергетичних, інформаційних взаємозв'язків екологічної метасистеми.

У 1866 році, під впливом теорії Чарльза Дарвіна, німецький природознавець, філософ, еволюціоніст Ернст Геккель у праці «Загальна морфологія організмів» запропонував термін «екологія».

Екологія (від грец. «*οἶκος*» - дім, житло, «*λόγος*» - наука, вчення) – наука про структуру та функції живої природи, наука, що вивчає умови існування організмів і взаємозв'язки між організмами та середовищем, у якому вони мешкають.

На теперішній час існує понад 100 визначень цього терміну. Сам Е. Геккель тлумачив екологію як загальну науку про відносини організмів до навколишнього середовища. У ХІХ столітті екологію часто називали «економією природи». Відомий американський еколог Юджин Одум вважав кращим і лаконічним визначення екології як «біології навколишнього середовища» («*environmental biology*») [1, 2]. На думку відомого сучасного українського вченого філософа, еколога, фундатора теорії екологічної культури В.С. Крисаченка, екологія – це наука про взаємовідносини біосистем з довкіллям, що визначає просторово-часові параметри їх існування та розвитку [3].

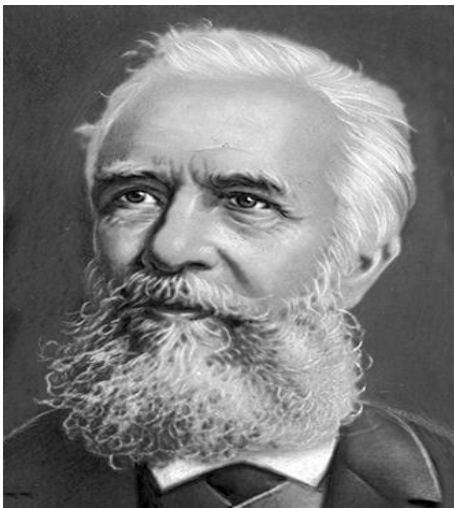


Рис.1.1 Ернст Генріх Філіп Геккель
(*Ernst Heinrich Philipp August Haeckel*) [4]
німецький природознавець, філософ.

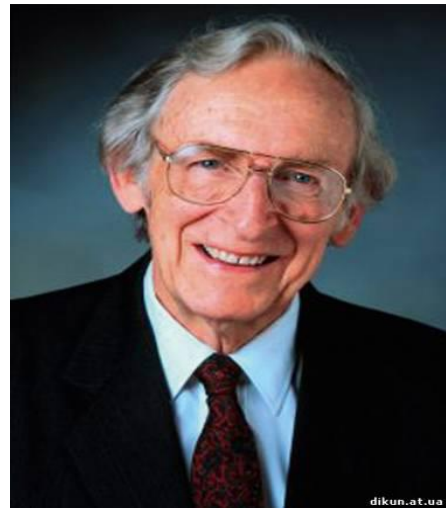


Рис.1.2. Юджин Одум
(*Eugene Pleasants Odum*) [5]
американський еколог, зоолог.

Сучасна екологія – це міждисциплінарна, комплексна наука, спрямована у своїй теорії та практиці на пізнання структури та функцій живої природи і розв'язання насущних і перспективних проблем оптимізації життя людини, задоволення її духовних і матеріальних потреб [6]. Вона охоплює 5 крупних блоків і містить 39 основних розділів, пов'язаних з 70 науковими дисциплінами [7]. До основних особливостей її сучасного розвитку можна віднести:

- 1) глобальний, планетарний, комплексний характер досліджень;
- 2) зростання диференціації екологічної науки, формування нових напрямів;
- 3) інтеграція екології з іншими науками та розвиток прикладних екологічних дисциплін;
- 4) використання сучасних фізико-хімічних, дистанційних, аерокосмічних методів, техніки, комп'ютерних технологій;
- 5) міжнародне співробітництво, реалізація різноманітних програм під егідою

Генеральної Асамблеї ООН, ЮНЕСКО, Міжнародного Зеленого Хреста (МЗК), міжнародних неурядових організацій;

- б) спроби крупних теоретичних узагальнень;
 - 7) недостатня теоретична та методологічна забезпеченість, обумовлена в першу чергу тим, що теоретична екологія на теперішній час базується практично лише на значних досягненнях аут- і синекології;
 - 8) розробка та впровадження великих гео-, гідро-, палеотехнічних проектів з їх подальшим переосмисленням і переоцінкою;
 - 9) нерівномірність темпів розвитку окремих розділів екології;
- тощо.

Фундаментальна екологія (теоретична) - це особлива гілка (частина, напрям) екологічної науки, що являє собою систему основних ідей, всеохоплюючих принципів, загальних законів, теорій, часткових закономірностей екологічних явищ і процесів, структури, організованості та організації екосистем. Фундаментальну екологію можна інтерпретувати як:

- 1) надтеорію екології;
- 2) сукупність узагальнених екологічних знань, законів, принципів, методів;
- 3) універсальну складову методології створення сучасної наукової картини світу;
- 4) сферу діяльності науковців-екологів [6].

Фундаментальна екологія покриває всі поле екології як інтегральної, міждисциплінарної, комплексної науки, визначає єдність теоретичних (загально екологічних) побудов і прикладних розробок, являє собою методологічне підґрунтя всіх її напрямів. Вона визначається різними рівнями узагальнень, абстрагування, формалізації, пошуковими і прогностичною спрямованістю та забезпечує: 1) визначення пріоритетних напрямків; 2) правильність формування та постановки проблем; 3) переосмислення існуючих теоретичних побудов; 4) сучасні теоретичні синтези.

Сучасний розвиток фундаментальної екології є:

- 1) невід'ємною потребою розширення горизонтів бачення екологічної науки;
- 2) свідченням певного рівня зрілості екології;
- 3) показником можливостей створення наукової картини світу щодо об'єктів, явищ і процесів, що вивчає екологія;
- 4) передумовою та стимулом усвідомлення науковцями значення своїх розробок і пошуків.

Важливими опорами розвитку фундаментальної екології мають бути: 1) розширення масштабів вільних і цілеспрямованих пошуків; 2) подолання пізнавально-психологічних бар'єрів.

Найважливіше значення фундаментальна екологія набуває на фоні:

- 1) загального науково-технічного прогресу епохи плінної модерності;
- 2) значних, антропо обумовлених змін у біосфері;
- 3) актуалізації екологічної науки та незакінченості її теоретичних побудов;
- 4) недостатності фактологічного матеріалу;
- 5) нагальної потреби покращення якості навколишнього природного середовища.

Основним об'єктом вивчення фундаментальної екології є екосистеми.

Екосистема – це сукупність сумісно мешкаючих організмів та умов їх існування, закономірно взаємопов’язаних між собою та утворюючих систему, в якій може здійснюватися колообіг речовин та енергії. Термін «екосистема» вперше запропонував британський ботанік та еколог Артур Тенслі в 1935 році в праці «Правильне і неправильне використання ботанічних термінів».



Рис. 1.3. Артур Тенслі
(*Arthur George Tansley*) [8]
британський ботанік, еколог.

З позицій сучасної екології та еволюційного вчення, важливе значення поряд із вивченням екосистем, набувають багатобічні дослідження популяцій, що відповідає об’єктивним реаліям живої природи, у якій життєдіяльність, активність, розмноження, гетерогенність та поліморфізм популяцій у кінцевому підсумку впливають на функціонування та різномасштабну просторово-часову еволюцію угруповань організмів, екосистем.

На рівні філософської методології фундаментальна екологія характеризується різноплановими проблемами.

В онтологічному плані фундаментальна екологія сприяє поглибленню теорії буття, уявлень про матеріальну єдність світу, матерію та рух, простір і час. До онтологічних проблем фундаментальної екології належать: 1) складність системної організованості та сітьової структури життя; 2) специфічність та неспецифічність екологічних явищ і процесів на різних рівнях живої природи; 3) складність взаємодії людини та природи, змін у живій природі.

Серед гносеологічних проблем фундаментальної екології найсуттєвіше значення мають: 1) глобальність та загальність процесів і явищ у біосфері, їхніх проявів на різних рівнях живої природи; 2) обмеженість на кожному етапі розвитку науки тих або інших знань і теоретичних побудов.

В. І. Шанда в проблематиці фундаментальної екології визначає такі розділи: 1) загальна методологія; 2) загальна теорія; 3) теорія комплексних екологічних проблем; 4) теорія часткових проблем; 5) основи факторіальної екології угруповань організмів [6].

Універсальними проблемами фундаментальної екології є:

- 1) теорія існування;
- 2) теорія взаємодій, реакцій і адаптацій;
- 3) теорія розвитку;
- 4) теорія адаптивної, екологічно доцільної діяльності людини у довкіллі.

Центральною проблемою фундаментальної екології можна вважати вивчення структури та функціонування угруповань організмів у їхньому різномасштабному просторово-часовому розвитку [6].

До найважливіших функцій фундаментальної екології належать :

- 1) пізнавальна, що включає: а) евристичну, пов’язану з виробництвом нових знань на основі креативних ідей та методів; б) епістемологічну, пов’язану з

відображенням і систематизацією знань, які відбивають фрагменти об'єктивної дійсності;

- 2) регулююча (практично-діюча, практично-регулююча або генезисна);
- 3) культурно-світоглядна (культурно-виховна).

Фундаментальна екологія спирається на певні концепції, до яких належать: системна; елементно-структурна; функціональна або енергетична, яка характеризує енергетику, функціональну значущість живого; еволюційна, що поєднує в собі погляди на еволюцію екологічних систем та їхнє вивчення як продукту тривалої еволюції; інтегративна, яка поєднує всі існуючі концепції.

Концепціями диференціювання фундаментальної екології є системна та елементно-структурна, які невід'ємно пов'язані між собою, а критеріями – фундаментальні явища організованості, функціонування, взаємодій, реакцій, адаптацій, саморегуляції та розвитку на популяційному та екосистемному рівнях [6]. Залежно від обрання критерію фундаментальну екологію диференціюють наступним чином:

1. Напрями (аксіологічність та прагматичність знання): а) загальна теорія та методологія; б) загальні та часткові проблеми.
2. Рівень осмислення та пошуків (предметно-таксономічно-ієрархічна визначеність): популяційна, екосистемна, біосферна.
3. Підходи та принципи опису, аналізу, тлумачення (аспектна орієнтованість пізнання): теоретична, математична, порівняльна, кількісна, еволюційна з двома аспектами: а) генезисна, стосовно тривалого розвитку угруповань та біосфери загалом; б) генетична, що пов'язана із з'ясуванням ролі угруповань в різних генетичних і мікроеволюційних явищах і процесах.
4. Об'єкти (середовищно-компонентна спрямованість досліджень): факторів, середовища, систем.
5. Масштаб та обсяги: загальна, регіональна, зональна.
6. Часовий фактор: статична, динамічна, еволюційна (рис. 1.4).



Рис. 1.4. Критерії диференціації фундаментальної екології [6].

У фундаментальній екології використовуються універсальні, загальнонаукові, конкретнонаукові принципи, підходи та методи досліджень. До числа системоутворюючих принципів-понять фундаментальної екології можна віднести:

1. Принцип дискретності (від лат. «*discretus*» – перервність, роздільність). Дискретність – це всезагальна властивість матерії, котра не існує як континуальна (безперервна) маса, а завжди поділена на дискретні одиниці, що уявляють собою окремі види рослин і тварин, елементарні екосистеми. Дискретність виявляється також у стрибкоподібному характері процесів розвитку та змін. Як зазначає В.С. Крисаченко дискретність в екології є констатацією складної перервно-неперервної природи органічної природи, яка здавна функціонувала у вигляді феноменологічної констатації окремішності видів тварин і рослин, а в генетиці реалізована у вигляді постулату про корпускулярну спадковість та конваріантну редуплікацію [3].
2. Принцип континуальності (від лат. «*continuum*» – неперервність, неподільність, суцільність) відбиває неперервність природи, умовність та суб'єктивність поділу цілого на частини, взаємозв'язки та поєднання матерії, простору, часу. Явище континууму яскраво виявляється у безперервності біогеоценотичного покриву, властивості біогеоценозів поступово переходити один у другий. Будь-яке виділення частини з цілого штучно і спряжено з характером пізнавальної діяльності та цілями дослідження.
3. Принцип цілісності, який є відображенням певної закінченості та внутрішньої єдності об'єкту, неможливості звести властивості цілого до властивостей окремих його складових. Цілісність – це те, що визначає специфіку, унікальність об'єкту (екосистема виступає як єдність живого та неживого, структура відповідає функціям, які вона виконує, а функції відповідають певній структурі тощо). Зміни, що порушують цілісність, знищуються природним добром.
4. Принцип ієрархічності (від грец. «*hierarchia*» – розташування в порядку поступальності) полягає у тому, що кожний компонент системи може розглядатися як самостійна система, а сама система, яка досліджується – бути складовою частиною системи більш високого рівня ієрархії (упорядкованості) (від рівня популяцій до екосистеми та біосфери загалом).
5. Принцип емерджентності (від лат. «*emergo*» - з'являюся, виникаю, поява нового) визначає наявність у будь-якої системи особливих властивостей, відсутніх у її підсистемах і блоках, а також сумі елементів, що не об'єднанні системоутворюючими зв'язками, тобто властивості цілого неможливо звести до суми властивостей його частин.
6. Принцип функціонального зв'язку («*усе пов'язано з усім*») є незамінним в процесі осмислення організації екосистем і пояснює, що саморегуляція в екосистемах здійснюється за рахунок різноманітних зворотних зв'язків. Цей принцип є основою фундаментальних екологічних законів (закон внутрішньої динамічної рівноваги природних систем, закон екологічної кореляції тощо).
7. Принцип відображення (рефлексу) був сформульований Рене Декартом [9], який намагався довести, що життєдіяльність організму є своєрідним викликом-

відповіддю на дію на нього конкретних умов існування. Відображення у живій природі характеризується активністю та здійснюється високоорганізованими системами, що мають самостійну силу реагування, починаючи з біологічного обміну речовин і закінчуючи свідомо-творчою, перетворюючою та прогностичною діяльністю людини. Відображення тіл неживої природи являє собою властивість речей відтворювати під впливом інших речей такі сліди, відбитки, реакції, структура яких відповідає будь-якими особливостями речей і тіл, що на них впливають. Усі системи живих організмів (біосистеми) та екосистеми відповідають за конструкцією та функціями абіотичному (неживому) середовищу, в якому існують. Специфіка морфологічних, фізіологічних та інших особливостей живих організмів забезпечує існування того або іншого виду в певних умовах навколишнього середовища.

8. Принцип еволюції (історичного перетворення) полягає у незворотних історичних змінах живих організмів та екологічних систем. Поняття «еволюція» вперше використав в 1677 році англійський богослов, фінансист, креаціоніст Метью Хейл, а в науковий обіг термін запровадив у 1762 році швейцарський природознавець, філософ-ідеаліст Шарль Бонне.
9. Принцип природного добору, пов'язаний із принципом еволюції, є свого роду поясненням того, як проходить еволюція. Саме природний добір найбільш пристосованих до конкретних умов існування особин, поряд з мутаційним процесом і дрейфом генів, призводить до виникнення нових видів і нових систем. Природний добір визначає спрямований, адаптивний характер еволюції усіх систем.
10. Принцип системності є одним із найважливіших у фундаментальній екології. Він надає перспективу бачення об'єктів реальності як сукупності визначених елементів і компонентів, між якими існують закономірні зв'язки. Цей принцип дає змогу піднятися з емпірично-описової стадії до теоретичного рівня осягнення світу. Його безпосереднім еколого-еволюційним втіленням можна вважати популяціонізм.

Інтегративні функції в фундаментальній екології виконують й усеосяжні базові категорії, які являють собою своєрідний каркас диференційованого знання. Першочергове значення мають такі категорії, як елемент, структура, система, хаос, різноманіття, стабільність, стійкість, динаміка, розвиток тощо. Категоріальні структури, утворені внаслідок взаємозв'язків цих категорій, дозволяють осмислювати об'єктивну діалектику (самоорганізацію та розвиток) світу живого, водночас постаючи проявом більш загальних форм буття суцього загалом.

Фундаментальна екологія може трактуватися як сукупність теорій, законів, правил, закономірностей, які уявляють собою такі узагальнення, що відображують необхідне, стійке, повторюване, загальне в окреслених межах відношення між явищами об'єктивної дійсності. Всі узагальнення фундаментальної екології за рівнем їхньої теоретичної зрілості можна поділити на чотири групи [3]:

1. Дескриптивні (описові) узагальнення, які мають переважно феноменологічний характер і фіксують зовнішню даність сутнісних зв'язків між екологічними об'єктами найчастіше на основі процедури опису (*палеонтологічні описи*,

філогенетичні ряди, таксономічні системи, моделі конкурентних взаємовідносин та життєвих циклів тощо);

2. Емпіричні узагальнення – індуктивні умовиводи, закорінені безпосередньо у чуттєве пізнання (*правила Аллена, Бергмана, Глогера, екологічної ніші, засновника, закон гомологічних рядів тощо*). Їхньою характерною ознакою є обмеженість певним типологічним класом і наявність винятків навіть у межах власної дії.
3. Номотетичні узагальнення – строгі, емпірично обґрунтовані, логічно несуперечливі, теоретично достовірні, математично доведені висновки, які мають значну прогностичну значущість (*моделі Харді-Вайнберга, Лотки-Вольтерра, закони Гаузе, Шелфорда, Лібіха, Мітчерліха-Тінемана-Бауле, теорія біосфери тощо*).
4. Конструктивістські узагальнення, що поєднують теоретичні висновки з діяльнісною компонентою, мають на меті обґрунтування та побудову ідеальних чи реальних об'єктів, що функціонують на засадах екологічних взаємин (*закон ноосфери В.І. Вернадського, програми «Людина та біосфера» (МАН), проекти «Екополіс», «Біосфера-II тощо*). Ці узагальнення відзначають спроможність впровадження їх у життя людиною у вигляді конкретних технологій, об'єктів, систем.

Зведення фундаментальних положень екології називають екологічною аксіоматикою. Як зазначає М.Ф. Реймерс [7], це фігуральний вираз, тому що загальновизнані положення за суттю є не аксіомами, а теоремами, які можна довести використовуючи сучасні наукові дані. Слід зауважити, що терміни «закон», «правило», «принцип» у природознавстві дуже умовні і найчастіше взаємозамінні. У науковій літературі наявні праці, присвячені опису теоретичного ядра екології, однак їх автори мають певні розходження думки, що стосуються кількості основних екологічних постулатів і їхньої значущості. Так, Ю. Одум [2] наводить 66 основних екологічних принципів і концепцій, І.І. Дедю [10] – 50 законів, 38 правил та 36 принципів, М.Ф. Реймерс [7] – понад 250 постулатів, з яких до основних відносить 60 законів, 28 правил та 23 принципи, згрупованих у блоки (рис. 1.5). Деякі класичні постулати екологічної аксіоматики розглянемо нижче.

Закон внутрішньої динамічної рівноваги.

Будь-яка природна система має внутрішню енергію, речовину, інформацію та динамічні якості, пов'язані настільки, що будь-яка зміна одного з цих показників викликає зміни інших, зберігаючи при цьому загальні речовинно-енергетичні, інформаційні та динамічні якості системи.

Цей закон має такі важливі наслідки, сформульовані емпіричним шляхом:

- будь-яка зміна середовища (речовин, енергії, інформації, динамічних властивостей екосистем) неминуче призводить до розвитку природних ланцюгових реакцій, які спрямовані до нейтралізації виниклих змін або формування нових природних систем;
- взаємодія енергетичних, речовинних та інформаційних компонентів екосистеми не є лінійною, тобто слабкі впливи чи зміни одного з показників можуть викликати суттєві відхилення інших і всієї системи загалом;



Рис 1.5. Основні постулати екологічної аксіоматики (за М. Ф. Реймерсом [7]).

- зміни, які виникають у великих екосистемах відносно незворотні;
- будь-яке локальне перетворення природи викликає в біосфері (глобальній екосистемі) реакції відповіді, що призводять до відносної стабілізації еколого-економічного потенціалу, збільшення якого можливе лише шляхом значного збільшення енергетичних вкладень.



Рис. 1.6. Баррі Коммонер
(*Barry Commoner*) [11]
американський біолог, еколог, політик.

Наслідки закону внутрішньої динамічної рівноваги відомі у вигляді сформульованих у 1974 році Баррі Коммонером у формі афоризмів законів.

Закони Барі Коммонера (1974 р.).

Everything is connected to everything else
(«усе пов'язано з усім»);

Everything must go somewhere
(«усе мусить кудись діватися»);

There is no such thing as a free lunch
(«нічого не дається задарма»);

Nature knows best

(«природа знає краще що робити, а людина повинна вирішувати як зробити краще»).

Принцип Ле Шательє – Брауна (1884 р.).

При зовнішньому впливі, що виводить систему зі стану стійкої рівноваги, ця рівновага зміщується в тому напрямку, при якому ефект зовнішнього впливу послаблюється.

Наслідок: чим більше відхилення від стану екологічної рівноваги, тим більш значними повинні бути енергетичні витрати для послаблення протидії природних систем цьому відхиленню.



Рис. 1.7. Анрі Луї Ле Шательє
(*Henri Louis Le Chatelier*) [12]
французький хімік, фізик, інженер.



Рис. 1.8. Карл Фердинанд Браун
(*Karl Ferdinand Braun*) [13]
німецький фізик, лауреат Нобелівської премії з фізики (1909 р.).

Закон емерджентності.

Ціле завжди має особливі властивості, відсутні у його частин.

Таким чином, емерджентність – це не просто перехід кількості в якість, це особлива форма інтеграції (об'єднання), що підлягає специфічним законам формотворення, функціонування та еволюції (наприклад, молекула має інші властивості, ніж атоми, які її складають, а скупчення усіх потрібних для побудови організму молекул і навіть органів, не дає організму). Властивості екологічних систем неможливо передбачити, виходячи з параметрів елементів нижчих ієрархічних рівнів. Як наслідок емерджентності формується основна властивість будь-якої системи – цілісність.

Закон незворотності еволюції (закон Луї Долло (1893 р.)).

Організм (популяція, вид, екосистема) не можуть повернутися до попереднього стану, тобто до стану в якому перебували предки.

До цього закону дотичний і закон Амбера, сформульований в 1950 році, згідно з яким ознаки, які зникли в процесі еволюції, філогенетично не відновлюються.

Закон прискорення темпів еволюції (геогенетичний закон Д. В. Рундквіста).

Швидкість формоутворення з плином геологічного часу збільшується, а середня тривалість існування видів всередині більшої за розміром систематичної категорії зменшується. Інакше, більш організовані форми існують протягом коротшого часу, ніж низько організовані.

Принцип Реді.

(принцип був знову сформульований у 1924 році В. І. Вернадським)

Ovo ex ovo, тобто живе походить тільки від живого, між живим і неживим нездоланна межа.



Рис. 1.9. Луї Антуан Марі Жозеф Долло (*Louis Antoine Marie Joseph Dollo*) [14] бельгійський палеонтолог.



Рис. 1.10. Франческо Реді (*Francesco Redi*) [15] італійський фізик, біолог, лікар.

Теорема Пригожина (1947 р.).

Ентропія у відкритих системах знижується до тих пір, поки не досягне постійного мінімального значення.

Закон константності (постійності) живої речовини біосфери (В. І. Вернадський)
Кількість живої речовини у біосфері (для даного геологічного періоду) постійна (константна).

Цей закон за суттю є кількісним виразом закону внутрішньої динамічної рівноваги в масштабах усієї біосфери. Слід враховувати також, що полярні зміни можуть бути використані в процесах управління природою, але не завжди їхня заміна відбувається адекватно. Зазвичай високорозвинені види та екосистеми витісняються іншими, що стоять на еволюційно (для екосистем - сукцесійно) більш низькому рівні (і великі організми більш дрібними), а корисні для людини форми менш корисними, нейтральними або навіть шкідливими. Логічним наслідком закону можна вважати правило обов'язкового заповнення екологічних ніш.



Рис. 1.11. Ілля Романович Пригожин (*Ilya Prigogine*) [16]
бельгійський фізик, хімік, лауреат Нобелівської премії з хімії (1977 р.).

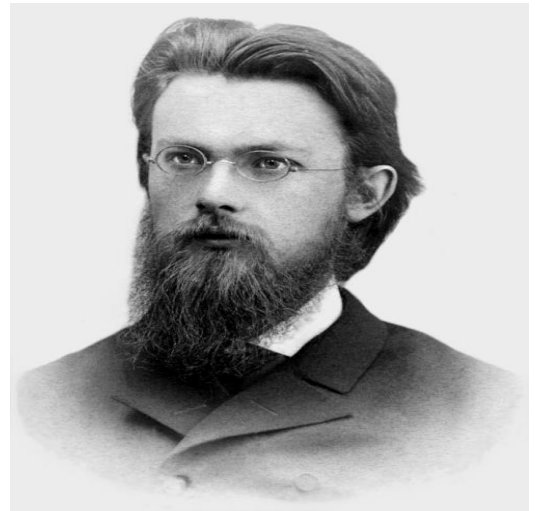


Рис. 1.12. Володимир Іванович Вернадський (*Volodymyr Vernadskyi*) [18]
український природознавець, філософ, засновник геохімії, біогеохімії, космізму, перший президент Української академії наук.

Закон фізико-хімічної єдності живої речовини (В. І. Вернадський).

Уся жива речовина Землі фізико-хімічно єдина.

Наслідок: що небезпечно для одних видів істот, то й шкідливо для інших.

Уся різниця полягає лише в ступені стійкості видів до агентів впливу.

Закон біогенної міграції атомів (В. І. Вернадський).

Міграція хімічних елементів на земній поверхні та в біосфері загалом здійснюється за безпосередньої участі живої речовини (біогенна міграція) або у середовищі, геохімічні особливості якого зумовлені живою речовиною (O_2 , CO_2 , H_2 тощо), як тієї, що нині наявна на планеті, так і тієї, яка існувала на Землі протягом усієї її геологічної історії.

Закон мінімуму (закон Лібіха (1840 р.)).

Витривалість організму визначається самою слабкою ланкою в ланцюгу його екологічних потреб, тобто життєві можливості організмів лімітують (обмежують) ті екологічні фактори, кількість та якість яких близька до необхідному організму чи екосистемі мінімуму. Подальше їх зниження призводить до загибелі організму або деструкції системи.

Закон оптимуму (закон толерантності, закон Шелфорда (1915)).

Лімітуючим фактором процвітання організму (виду, екосистеми) може бути як мінімум, так і максимум екологічного фактору, діапазон між якими визначає ступінь витривалості (толерантності) організму до цього фактору. Тобто, будь-який екологічний фактор має лише певні межі позитивного впливу на організм. Недостатня чи надлишкова дія фактору негативно позначається на життєдіяльності організму (системи). Межі сприятливого впливу фактору називають зоною оптимуму екологічного фактору.

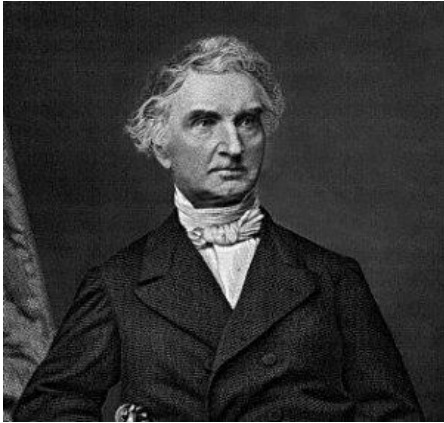


Рис. 1.13. Юстус фон Лібіх
(*Justus von Liebig*) [19]
німецький хімік, засновник агрохімії.



Рис. 1.14. Віктор Ернест Шелфорд
(*Victor Ernest Shelford*) [20]
американський зоолог, еколог.

Закон сукупної чи сумісної дії екологічних факторів (1908-1918).

(вперше сформульований в 1908г німецьким агрохіміком Альфредом Мітчерліхом, а в подальшому уточнений А. Тінеманом і Б. Бауле).

Продуктивність біологічної системи визначається усією сукупністю факторів, які впливають на неї, а не лише фактором, що знаходиться у мінімумі.

Цей закон здається протиріччям закону Юстуса Лібіха. Однак, насправді вони доповнюють один одного: сукупність факторів визначає успішність процесів, які протікають в біо- та екосистемах, а фактор, що знаходиться у мінімумі, лімітує швидкість цих процесів.



Рис. 1.15. Ейльхард Альфред Мітчерліх
(*Eilhard Alfred Mitcherlich*) [21]
німецький ґрунтознавець, культуролог.



Рис. 1.16. Август Фрідріх Тінеман
(*August Friedrich Thienemann*) [22]
німецький гідробіолог, еколог.

Закон рівнозначності всіх умов життя.

(закон незамінності факторів, закон Вільямса (1949 р.)).

Усі фундаментальні екологічні фактори середовища (природні умови) необхідні для життя, відіграють рівнозначну роль, не можуть бути повністю замінені іншими.

Закон компенсації екологічних факторів.

(закон взаємозамінності факторів, закон Рюбеля (1930 р.))

Відсутність чи нестача певних екологічних факторів може бути деяким чином компенсована будь-яким аналогічним фактором.



Рис. 1.17. Василь Робертович Вільямс (*Vasyl Robertovich Williams*) [23] радянський ґрунтознавець, агробіолог.



Рис. 1.18. Едуард Август Рюбель (*Eduard August Rübel*) [24] швейцарський геоботанік, хімік.

Закон екологічної кореляції.

В екосистемі, як в будь-якому цілісному природно-системному утворенні, всі види живого, що входять до складу, та абіотичні екологічні компоненти функціонально відповідають один одному.

Тому, знищення однієї частини системи (виду, групи видів) завжди призводить до зникнення частин (видів) пов'язаних з нею, супроводжується функціональними змінами екосистеми в межах закону внутрішнього динамічної рівноваги. *Цей закон пов'язаний з законом кореляції французького натураліста Жоржа Леопольда Кюв'є (1830 р.):* в організмі, як цілісній системі, всі частини відповідають одна одній як за будовою, так і за функціями.

Закон збільшення ступеня ідеальності

(закон Лейбніца або «ефект чеширського кота»).

Гармонійність відносин між частинами системи історико-еволюційно зростає (система може зберігати функції в разі мінімізації розмірів – кіт, що тане з хвоста, вже зник, але його посмішку ще видно).

Загальносистемний принцип, який вказує на те, що людство, перетворюючись на глобальну геологічну силу, неминуче має консолідувати свої сили, перейти від конфронтації до співпраці, коеволюції.

Правило інтегрального ресурсу.

При використанні конкретних природних систем конкуруючі галузі господарства неминуче завдають шкоди один одному тим сильніше, чим

значніше вони змінюють спільно експлуатований екологічний компонент або всю екосистему в цілому.



Рис. 1.19. Готфрід Вільгельм Лейбніц (*Gottfried Wilhelm von Leibniz*) [25] німецький філософ, фізик, математик, дипломат, мовознавець, винахідник.

Правило одного відсотка.

Зміни енергетики природної системи в межах одного відсотка виводить природну систему з рівноважного (квазістаціонарного) стану.

Усі крупномасштабні явища на поверхні Землі (циклони, виверження вулканів, процес глобального фотосинтезу), як правило, мають сумарну енергію, що не перевищує 1% від енергії сонячного випромінювання, яке падає на поверхню нашої планети. Перевищення ліміту, викликає суттєві аномалії - зміни клімату зміни характеру рослинності, пожежі.

Правило десяти відсотків (закон Ліндемана, закон піраміди енергій (1942 р.)).

(це правило сформулювали український вчений, професор Харківського університету В.В. Станчинський в 1931 р., а в 1942 - американський еколог Реймонд Ліндеман).

З одного трофічного рівня екологічної піраміди переходить на інший її рівень в середньому не більше 10% енергії.



Рис. 1.20. Реймонд Ліндеман (*Raymond Lindeman*) [26] американський еколог.



Рис. 1.21. Георгій Францович Гаузе (*Georgy Franzovich Haeussler*) [27] радянський мікробіолог, еволюціоніст.

Принцип виключення (принцип конкурентного виключення, теорема Гаузе (1935 р.)).

Два види не можуть існувати в одній і тій же місцевості, якщо їх екологічні потреби ідентичні, тобто якщо вони займають одну і ту ж екологічну нішу.

Згідно з цим принципом будь-які два види з ідентичними екологічними потребами бувають роз'єднані в просторі або в часі (живуть у різних біотопах, ярусах лісу; одні ведуть нічний чи сутінковий, інші - денний спосіб життя). У разі неможливості такої роздільності один з видів або зникає, або освоює нову екологічну нішу.

Пізніше вчені довели, що для водних екосистем цей принцип не завжди є

дієвим. Це виключення називають «парадоксом Хатчінсона» на ім'я американського вченого Джорджа Хатчінсона, який відкрив його або принципом співіснування.

Правило обов'язкового заповнення екологічних ніш.

Не існує виду без ніші, не існує ніші без ніші. Порожня екологічна ніша завжди і обов'язково заповнюється.

Правило Бергмана (1847 р.).

У теплокровних тварин одного виду розміри тіла особин статистично більші у холодних частинах ареалу та менші в більш теплих, тобто розмір тіла збільшується з географічною широтою.

Правило Бергмана відбиває адаптацію тварин до підтримки постійної температури тіла в різних кліматичних умовах: у більш крупних тварин відношення поверхні тіла до об'єму менше, ніж у малих, тому менше як тепловтрати, так і витрати енергії на підтримку необхідного температурного режиму за низьких температур навколишнього середовища.

Правило Аллена (1877 р.).

Виступаючі частини тіла теплокровних тварин у холодному кліматі коротші, ніж у теплому, тому вони віддають у навколишнє середовище менше теплоти.

Правило співзвучне з принципом зменшення тепловіддачі при зменшенні відношення площі поверхні тіла до його об'єму. Ця властивість попереджує обмороження частин тіла, що виступають. Деякою мірою правило справедливо й для пагонів вищих рослин, котрі в умовах Півночі вкорочені.



Рис. 1.22. Карл Георг Лукас Бергман
(*Karl Georg Lucas Christian Bergmann*) [28]
німецький анатом, фізіолог, біолог.



Рис. 1.23. Джоель Асаф Аллен
(*Joel Asaph Allen*) [29]
американський зоолог, орнітолог.

Підсумовуючи викладений матеріал лекційної теми доцільно виділити такі ключові узагальнення:

- сучасна екологія – це міждисциплінарна, комплексна, нормативна (у розумінні Томаса Куна [30]) наука, яка вивчає структуру і функції живої природи та спрямована на розв'язання нагальних і перспективних проблем оптимізації життєдіяльності людини, задоволення її духовних і матеріальних потреб;
- екологія – це специфічний культурно-ідейний феномен, який задає соціуму конкретне бачення реальності, що визначається логіко-емпіричними та конкретно-

- історичними можливостями пізнання світу, культурологічними, прагматичними, етичними та іншими пріоритетами;
- алегорично екологія – це «мова, якою життя розмовляє з буттям, організм із Всесвітом»;
 - погляд на екологію як на частину біології є архаїчним, малообґрунтованим, безпідставним, не враховуючим сутність та особливості розвитку цієї науки;
 - фундаментальна екологія – це надтеорія екології, її особлива гілка, що покриває все поле сучасної екологічної науки, є методологічним підґрунтям усіх її напрямів, визначає єдність теоретичних побудов і прикладних розробок;
 - ототожнювання і синонімізація фундаментальної екології із загальною екологією не відповідає загальноновизнаним рівням методології науки і не враховує структуру та реконструкцію розвитку екологічної науки;
 - фундаментальна екологія, як теоретичне пізнання та освоєння дійсності, надає образу екологічної реальності об'єктивність та раціональність, дозволяє осягнути проблеми, успіхи та недоліки пізнання, визначає вектор бажаного розвитку, виступає важливим засобом конструювання чуттєво-цілісної природничо-наукової картини світу;
 - фундаментальна екологія може бути диференційована за різними критеріями: напрями; рівень осмислення та пошуків; підходи і принципи опису, аналізу та тлумачення; об'єкти; масштаби та обсяги; часовий фактор;
 - в основу фундаментальної екології покладені універсальні системоутворюючі принципи-поняття (принцип дискретності, принцип континуальності, принцип цілісності, принцип ієрархічності, принцип емерджентності, принцип функціонального зв'язку, принцип відображення, принцип еволюції, принцип природного добору, принцип системності тощо), концепції, теорії, основні постулати екологічної аксіоматики;
 - розвиток фундаментальної екології актуалізується на фоні наявної незавершеності теоретичних побудов і нагальної потреби створення сучасних теорій, що окреслюють механізми взаємодій у природі, поєднують природничо-наукові та соціогуманітарні пошуки, дозволяють досягти відповідності між уявленнями людини про дійсність та об'єктивними реаліями дійсності, сприяють безпеці та процвітанню цивілізації в майбутньому.



Головний постулат, з яким природознавець підходить до розуміння природи – це той, що в природі взагалі є сенс, що її можливо осмислити і зрозуміти, що між законами мислення, з одного боку, і ладом природи, з іншого, є деяка передвстановлена гармонія. Без цього мовчазного припущення ніяке природознавство неможливе.

Лев Берг.

Реальність не дана нам, а задана так само, як задаються загадки.

Альберт Ейнштейн.

ПИТАННЯ САМОКОНТРОЛЮ ТА ПОЛЕМІКИ:

1. Що таке екологія? Хто автор цього терміну? Коли він був вперше визначений?
2. Які особливості характеризують сучасний розвиток екології?
3. Що таке фундаментальна екологія? У чому полягає її значення?
4. Що таке екосистема? Хто і коли запровадив цей термін у науку?
5. Що є основним об'єктом вивчення фундаментальної екології?
6. На вирішення яких проблем спрямована фундаментальна екологія?
7. У чому полягають функції фундаментальної екології?
8. Які концепції та критерії використовуються для диференціації фундаментальної екології?
9. На яких універсальних системоутворюючих принципах-поняттях ґрунтується фундаментальна екологія?
10. Які типи узагальнень поширені у фундаментальній екології?
11. Що називають постулатами екологічної аксіоматики?
12. Як формулюється закон внутрішньої динамічної рівноваги та закони Баррі Коммонера? Який зв'язок між цими законами?
13. Що таке емерджентність? Як формулюється цей закон?
14. Як пов'язані закони Долло та Амбера?
15. Як формулюється теорема І. Пригожина? Яке значення вона має?
16. Які закони В.І. Вернадського Вам відомі? Сформулюйте їх і поясніть наслідки.
17. Які постулати екологічної аксіоматики описують особливості впливу на біота екосистеми екологічних факторів? Яку назву вони мають і хто є авторами цих законів?
18. В чому полягає сутність закону екологічної кореляції?
19. В чому сутність «ефекту чеширського кота»? Як ще називають цей закон і хто його автор?
20. Як формулюється і в чому полягає сутність принципу виключення? Чи завжди цей принцип є дієвим?
21. Які закономірності описують правила Аллена та Бергмана? Сформулюйте їх.
22. Які закономірності описують правила одного та десяти відсотків?
23. Чи є актуальним на теперішній час розвиток фундаментальної екології? Чому?

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Odum E. P. Fundamentals of ecology. Philadelphia: Saunders, 1971. 574 p.
2. Одум Ю. Экология / пер с англ. В 2 т. Москва: Мир, 1986. Т.1. 328 с.; Т.2. 376 с.
3. Крисаченко В.С. Людина і біосфера: основи екологічної антропології: підручник. Київ: Заповіт, 1998. 688 с.
4. Ернст Геккель: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D1%80%D0%BD%D1%81%D1%82_%D0%93%D0%B5%D0%BA%D0%BA%D0%B5%D0%BB%D1%8C (дата звернення: 13.06.2023).
5. Юджин Одум: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%AE%D0%B4%D0%B6%D0%B8%D0%BD_%D0%9E%D0%B4%D1%83%D0%BC (дата звернення: 13.06.2023).

6. Шанда В.І. Теоретичні проблеми екології та біогеоценології. Кривий Ріг: Вид-во Р.А. Козлов, 2013. 247с. URL: <https://doi.org/10.31812/123456789/4871> (дата звернення: 13.06.2023).
7. Реймерс Н.Ф. Природопользование: словарь – справочник. Москва: Мысль, 1990. 637 с.
8. Артур Тенслі: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%80%D1%82%D1%83%D1%80_%D0%A2%D0%B5%D0%BD%D1%81%D0%BB%D1%96 (дата звернення: 13.06.2023).
9. Декарт Р. Міркування про метод, щоб правильно спрямувати свій розум і відшукати істину в науках / пер. з фр. В. Адрушка і С. Гатальської. Київ: Тандем, 2001. 101 с.
10. Дедю И. И. Экологический энциклопедический словарь. Кишинев: Гл. ред. МСЕ, 1990. 408 с.
11. Баррі Коммонер: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D1%80%D1%80%D1%96_%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BC%D0%BE%D0%BD%D0%B5%D1%80 (дата звернення: 16.06.2023).
12. Анрі Луї Ле Шательє: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D1%80%D1%96_%D0%9B%D1%83%D1%97_%D0%BB%D0%B5_%D0%A8%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D1%94 (дата звернення: 16.06.2023).
13. Карл Фердинанд Браун: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%80%D0%BB_%D0%A4%D0%B5%D1%80%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D0%B4_%D0%91%D1%80%D0%B0%D1%83%D0%BD (дата звернення: 16.06.2023).
14. Закон незворотності еволюції органічного світу: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BD_%D0%BD%D0%B5%D0%B7%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96_%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D1%8E%D1%86%D1%96%D1%97_%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82 (дата звернення: 16.06.2023).
15. Франческо Реді: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE_%D0%A0%D0%B5%D0%B4%D1%96 (дата звернення: 16.06.2023).
16. Пригожин Ілля Романович: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%B3%D0%BE%D0%B6%D0%B8%D0%BD_%D0%86%D0%BB%D0%BB%D1%8F_%D0%A0%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87 (дата звернення: 16.06.2023).
17. Prigogine I., Stengers I. Order out of Chaos: Man`s new dialogue with Nature. London: Heinemann, 1984. 349 p.
18. Вернадський Володимир Іванович: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0%D0%B4%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%92%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B4%D

- [0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%80_%D0%86%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87](#) (дата звернення: 16.06.2023).
19. Юстус фон Лібіх: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%AE%D1%81%D1%82%D1%83%D1%81_%D1%84%D0%BE%D0%BD_%D0%9B%D1%96%D0%B1%D1%96%D1%85 (дата звернення: 16.06.2023).
 20. Victor E. Shelford: Illinois distributed museum. URL: <https://distributedmuseum.illinois.edu/exhibit/victor-e-shelford/> (дата звернення: 17.06.2023).
 21. Eilhard Alfred Mitcherlich: Deutsche fotothek. URL: https://upload.wikimedia.org/wiki/pedia/commons/a/ab/Fotothek_df_roe-neg_0006016_007_Eilhard_Alfred_Mitscherlich_auf_der_Demonstrationstrib%C3%BCne.jpg. (дата звернення: 17.06.2023).
 22. August Friedrich Thienemann: historia de la Limnologia. URL: <https://www.timetoast.com/timelines/historia-de-la-limnologia-01f62fa1-d2f5-4b62-9f03-0b8687f32c29> (дата звернення: 17.06.2023).
 23. Вільямс Василь Робертович: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D0%BB%D1%8C%D1%8F%D0%BC%D1%81_%D0%92%D0%B0%D1%81%D0%B8%D0%BB%D1%8C_%D0%A0%D0%BE%D0%B1%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87 (дата звернення: 17.06.2023).
 24. Eduard Rübel. URL: <https://www.alamy.com/eduard-rbel-1876-1960-portr-12952=portr-1406-150-eth-bib-rbel-eduard-1876-1960-portrait-portr-01406-image211402361.html>. (дата звернення: 17.06.2023).
 25. Готфрід Вільгельм Лейбніц: веб-сайт. URL: <https://visionary.management.com.ua/science/gottfried-wilhelm-von-leibniz/> (дата звернення: 17.06.2023).
 26. Raymond Lindeman: University of Minnesota. URL: <https://cbs.umn.edu/about/college-greats/raymond-lindeman-1915-1942> (дата звернення: 17.06.2023).
 27. Георгій Гаузе. Альманах визначних подій: веб-сайт. URL: <https://calendate.com.ua/> (дата звернення: 17.06.2023).
 28. Karl Georg Lucas Christian Bergmann. Catalogus Professorum Rostochiensium: URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Carl_Bergmann_%28anatomist%29#/media/File:Bergmann,_Karl_Georg_Lucas_Christian.jpg. (дата звернення: 17.06.2023).
 29. Джоель Асаф Аллен: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B6%D0%BE%D0%B5%D0%BB%D1%8C_%D0%90%D1%81%D0%B0%D1%84_%D0%90%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D0%BD (дата звернення: 17.06.2023).
 30. Кун Т. Структура наукових революцій. Київ: Port-Royal, 2001. 228 с.

ЛЕКЦІЯ 2. ТЕОРІЯ СИСТЕМ У ФУНДАМЕНТАЛЬНІЙ ЕКОЛОГІЇ.

Мета: поглиблення знань про загальну теорію систем, системологію, системний підхід, аналіз у фундаментальній екології; формування здатності до критичного осмислення основних теорій, методів і принципів екологічної науки, природознавства, вмінь та навичок системного аналізу; розвиток екологічної культури та компетентності, глобального мислення, загальної культури і свідомості.

План

1. *Сутність та тлумачення поняття «система».*
2. *Підходи та критерії типології (класифікації) систем.*
3. *Ознаки та загальні характеристики систем.*
- 4 *Сутність, головні положення, постулати, аспекти, ознаки, значущість у фундаментальній екології системного підходу.*

Поняття системи виникло ще в період античності, коли були висловлені ідеї цілісності світу й окремих його частин, їхнього розвитку, структури, взаємодій та зв'язку між елементами. Давньогрецькі вчені (Анаксимандр, Аристарх, Аристотель, Демокрит, Піфагор, Платон, Фалес та інші) вже в ті часи намагалися створити єдину систему світобудови. Суттєве значення для розвитку системних уявлень мали праці М. Коперника, Г.В. Лейбніця, Е. Жоффруа Сент-Ілера, Ж-Б. Ламарка, Ч. Дарвіна, Д.І. Менделєєва, І.І. Шмальгаузена, В.М. Беклемешева, В.І. Вернадського, М.Д. Месаровича, О.О. Богданова, І.Р. Пригожина, Ю.А. Урманцева, Н. Вінера, Г. Саймона, Б.С. Флейшмана, В. Росс Ешбі, Р. Акоффа, Г. Фестера, М. Ейгена, Л. Заде, Д. Руеля, М. Фейгенбаума та інших. Починаючи з 20-30-х років ХХ століття, австрійський біолог-теоретик Людвіг фон Берталанфі працював над створенням загальної теорії систем, яка у 1969 році була викладена в праці «Загальна теорія систем». Л. Берталанфі сформулював теорію відкритих систем, яка розкриває процес обміну між організмом і середовищем, що його оточує. Завдяки теорії систем було визначено, що жива матерія існує у вигляді різних рівнів організації (молекулярний, клітинний, організмівий, популяційно-видовий, біогеоценотичний (екосистемний), біосферний). Перехід від одного рівня до наступного має емерджентний характер. Системний підхід як загальнонауковий метод почав інтенсивно розвиватися на основі загальної теорії систем у 60-70-х роках ХХ ст. у Сполучених Штатах Америки, а з середини ХХ ст. поняття «система» стало одним з ключових філософсько-методологічних і спеціально-наукових [1].

Система (від давньогрец. «*συστήμα*» – ціле, складене з частин, сполучення) – множина взаємозв'язаних елементів, відокремлена від середовища, що взаємодіє з ним, як єдине ціле. Сам Л. фон Берталанфі визначав систему як сукупність взаємопов'язаних елементів, що утворюють цілісність, єдність [2]. Згідно із визначенням В. І. Вернадського система – це сукупність різних функціональних одиниць (біологічних, людських, інформаційних тощо), які пов'язані із середовищем і слугують для досягнення певної загальної мети шляхом дії над матеріалами, енергією, біологічними явищами та керування ними. Сьогодні відома велика кількість інших визначень поняття «система», що використовуються

залежно від контексту, галузі знань та цілей дослідження. Але всі вони визначають це поняття через такі чотири ознаки системи: 1) система являє собою цілісний комплекс взаємозв'язаних елементів; 2) система утворює єдність із середовищем; 3) як правило, системи, що досліджуються, є елементами більш високого класу, рівня ієрархії; 4) елементи будь-якої системи, що досліджується, у свою чергу, можуть бути системами нижчого ієрархічного порядку [3].

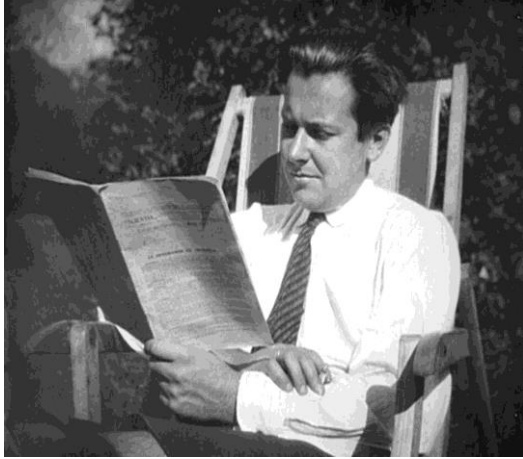


Рис. 2.1. Людвіг фон Берталанфі (*Karl Ludwig von Bertalanffy*) [4] австрійський біолог, філософ, засновник загальної теорії систем.

Поняттям «система» можна описувати фактично всі об'єкти навколишнього світу. Це пояснює існування різноманітності підходів до класифікації (типології) систем за різними критеріями (табл. 2.1), (рис.1) [1, 3, 5, 6, 7, 8].

Таблиця 2.1

Типологія систем

№	Критерій класифікації	Типи (класи) та підтипи (підкласи) систем
1	Наявність зв'язку з навколишнім середовищем	Відкриті системи, які обмінюються з навколишнім середовищем речовиною та енергією; Закриті системи, які обмінюються з довкіллям тільки енергією; Ізольовані системи повністю ізольовані від середовища
2	Походження системи	Природні системи, які виникли без втручання людини (системи живої та неживої природи); Штучні системи, які є результатом діяльності людини; Змішані системи, які виникли природньо, але в процесі існування зазнають перетворень людиною
3	Природа елементів (матеріальність, спосіб існування)	Матеріальні (реальні) системи, утворені з матеріальних елементів; Ідеальні (концептуальні чи абстрактні) системи, які складаються з елементів, що не мають аналогів у реальному світі (наприклад, системи рівнянь, ідеї, плани, теорії тощо, є продуктом мислення
4	Природа системи	Фізичні системи, які складені сукупністю фізичних елементів; Технічні системи, які складаються з сукупності технічних деталей, технічних пристроїв (конвеєр, станок тощо); Хімічні системи, які складаються з множини хімічних елементів, пов'язаних хімічними зв'язками (молекула, хімічна речовина тощо); Біологічні системи, які складають організми (системи органів, тканин, клітин); Екологічні системи, які складаються в результаті взаємозв'язків організмів в угрупованнях різних рівнів; Соціальні суспільство або певна його складова, що розвивається як ціле (держава, законодавство тощо);

		Інтелектуальні системи знань, способів пізнання та мислення; Кібернетичні системи, які складається з множини взаємопов'язаних об'єктів-елементів, здатних сприймати, запам'ятовувати, та аналізувати інформацію, обмінюватися нею (автопілот, мозок людини, біологічна популяція тощо)
5	Масштаб (величина) системи	Мікросистеми – системи мікромасштабів (організми в краплині рідини); Мезосистеми - середні за величиною системи (біогеоценоз); Метасистеми – системи великого масштабу (суспільство, біосфера тощо); Мегасистеми – нескінченні за величиною системи (Всесвіт)
6	Характер детермінації	Стохастичні (імовірнісні) системи, характер поведінки яких має імовірнісний, непередбачуваний характер; Детерміновані системи, поведінка яких визначена певною мірою
7	Кількість складових елементів	Одноклітинні системи (клітина); Бінарні системи, які складаються з двох елементів; Трьох-, чотирьох-, п'яти елементні системи; Багатоелементні системи утворені множиною елементів
8	Ступінь складності системи	Прості системи, які складаються з невеликої кількості елементів та зв'язків між ними; Складні системи, які утворені великою кількістю простих систем та їхніх взаємозв'язків; Суперскладні системи, які утворені великою кількістю складних систем зі складною системою зв'язків між ними; Трансцендентальні системи, усвідомлення надзвичайної складності яких знаходиться за межами можливостей осмислення людиною
9	Ступінь організації	Хаос – системи з непізнаними чи невизначеними зв'язками та непрогнозованими закономірностями розвитку; Сумативні системи з недорозвинутими взаємозв'язками між елементами; Організовані системи зі складними структурно-функціональними зворотними зв'язками. Можуть бути наведені низькоорганізованими, високоорганізованими, самоорганізованими системами; Заорганізовані системи з однозначно передбачуваною поведінкою елементів (армія, тюрма тощо)
10	Характер взаємодії елементів	Координаційна системи складені рівноправними елементами; Ієрархічні системи , елементи яких перебувають в ієрархічних (субординаційних, чітко підпорядкованих) зв'язках; Координаційно-ієрархічні системи поєднують елементи рівноправні та нерівноправні (суспільство)
11	Тип структури	Лінійні системи , які характеризуються лінійною структурою взаємозв'язків елементів (ланцюг харчування); Сотові (сітьові, мережеві) системи, яким властиві розгалужені зв'язки та множина інформаційних, енергетичних зв'язків; Ієрархічні системи , які мають чітку взаємозалежність та супідрядність елементів та зв'язків; Змішані системи, у складі яких наявні всі типи структури (напр., парк культури)

12	Наявність інформації про будову	« Чорний ящик (скринька) » - повна відсутність інформації про будову системи; « Сірий ящик (скринька) » - системи, про будову яких наявна певна інформація; « Білий ящик (скринька) » - системи з визначеною будовою
13	Кількість функцій	Монофункціональні системи, які виконують лише одну функцію; Поліфункціональні системи, здатні виконувати одночасно багато функцій
14	Здатність до самовідтворення	Нездатні до самовідтворення чи неорганічні (технічні, механічні системи); Самовідтворювані чи органічні здатні до репродукції (організми)
15	Характер відтворення	Відтворювані навколишнім середовищем; Самовідтворювані (репродуктивні) системи, що відтворюють собі подібних (нащадків) (живі організми)
16	Рівновага	Рівноважні системи, які зберігають рівновагу; Нерівноважні системи, в яких відсутність рівноваги викликає конфлікти
17	Здатність до адаптації	Адаптивні системи, які здатні до пристосування і не втрачають при цьому власну ідентичність. Можуть характеризуватися низькою, середньою та високою здатністю до адаптації; Неадаптивні системи, що не здатні до пристосування
18	Здатність до руху (зміни стану системи)	Статичні системи, які не змінюють свій стан; Динамічні системи, які змінюються
19	Вектор розвитку	Прогресивні системи з висхідними показниками розвитку; Регресивні системи, яким властиві занепад, негативні показники розвитку; Стабільні системи, які перебувають у стані стазису і зберігають сталі показники розвитку протягом існування
20	Траєкторія розвитку	Лінійні системи, яким властива лінійна (односпрямована) функція розвитку; Нелінійні системи з нелінійними функціями розвитку
21	Спосіб керування	Керовані ззовні системи; Самокеровані системи; Системи з комбінованим керуванням , в яких є блок керування у самій системі, за допомогою якого здійснюється управління певними параметрами, але система підлягає також зовнішньому керуванню
22	Ефективність функціонування (організації)	Неефективні системи; Ефективні системи; Високоефективні системи

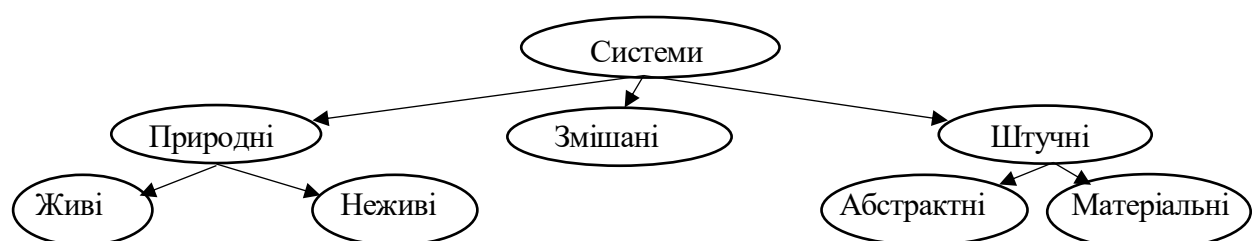


Рис. 2.2. Класифікація систем за походженням та способом існування [1].

Завдяки здобуткам кібернетики, синергетики, теорії самоорганізації нерівноважних систем складні системи, що самоорганізуються поділяють на два типи: 1) «класичні» системи, самоорганізація яких відбувається за рахунок властивих їм внутрішнім механізмам управління; 2) «синергетичні» системи, механізмом самоорганізації яких є циклічні процеси, що виникають як відповідь на стохастичні (випадкові) події (збурення) [9, 10, 11]. Порівняння наявних у фундаментальній екології «класичних», централізованих систем із заданою генетичною програмою, та «синергетичних», децентралізованих систем, що формуються на основі стохастичної взаємодії компонентів, наведені в таблиці 2.2 [12].



Рис. 2.3. Герман Хакен (*Hermann Haken*) [13] німецький фізик, засновник синергетики.



Рис. 2.4. Вільям Росс Ешбі (*William Ross Ashby*) [14] психіатр, кібернетик, засновник досліджень складних систем.

Таблиця 2.2

Порівняльний аналіз уявлень про «класичні» та «синергетичні» системи

Характеристика	«Класичні» системи	«Синергетичні» системи
Поняття системи		
принцип виділення	аналітичний (функціональний)	емпіричний (за належністю елементів до системи)
управління	моноцентричне, за якого центр керує підсистемами на різних рівнях ієрархії не однаково жорстко	поліцентричне, коли відносно автономні системи впорядковуються в динамічну сітку
ієрархія	задана	генерується самою системою
термодинамічний стан	замкнені, рівноважні (статична рівновага)	відкриті, нерівноважні (динамічна рівновага)
внутрішня структура елементів системи	несуттєва	має певне значення у поведінці системи
математичний опис	лінійне, нелінійність тлумачиться як перешкода моделювання	нелінійне, лінійний опис призводить до спрощення системи
Взаємодії із зовнішнім середовищем		
вплив середовища	середовище негативно впливає на систему	середовище структурує систему
параметри системи	задані ззовні	генеруються самою системою (самоналаштування)

поведінка системи за відношенням до середовища	за збурення середовища спрямована до повернення в рівноважний стан	активно впливає на середовище, певним ступенем «маніпулює» його умовами
граничні умови	довільні – поведінка системи визначається її «програмою»	характеризують саму систему, умови її самозбереження
характер розвитку	траєкторія, зворотність	процес, незворотність
причинно-наслідкові відносини	лінійні – причинно-наслідкові ланцюги	циклічні – вихідний сигнал може бути вхідним для цієї ж системи
час	абсолютний, єдиний, однорідний	системний, відносний
поняття порядку	структура, детермінована універсальними законами	емерджентне самовідновлення з випадкових відхилень в ході самоорганізації

Екологія має справу з відкритими складними системами, які не мають жорсткої детермінованості структури та функціонування, в них завжди спостерігається тій чи інший ступінь стохастичності (випадковості), але все рівно вони зберігають типовий для них рівень цілісності. Оскільки екологічні системи є відкритими, розрізняють їх внутрішню та зовнішню структури систем. Внутрішня структура – це система немовби сама в собі, зовнішня – її зв'язки з елементами, що потрібні для забезпечення цілісності та функціонування даної системи. Якщо спробувати інтерпретувати складність екологічних систем за допомогою формалізації, то можна спрощено описати її наступним чином:

*Складність системи = Складність організованості (складу) + Складність організації;
Складність організованості (складу) = Субстанційна + Генетична + Параметрична + Динамічна;
Складність організації = Різноманіття зв'язків і відносин + Різноманіття законів і закономірностей.*

Складність – найважливіша характеристика еволюції, яка пов'язана з рівнем і формою руху матерії. Кожен наступний рівень організації життя складніше, ніж попередній. Вершиною генезису є системи, здатні до самоорганізації, саморозвитку, яким властива здатність будувати стратегію і тактику поведінки та орієнтованість на власний розвиток як на підвищення потенціалу адаптивних системних можливостей.

Основними ознаками системи є:

1. Наявність найпростіших одиниць – елементів, які її складають;
2. Наявність підсистем як результатів взаємодії елементів;
3. Наявність компонентів як результатів взаємодії підсистем, які можна розглядати у відносній ізольованості, поза зв'язками з іншими процесами та явищами;
4. Наявність внутрішньої структури зв'язків між цими компонентами, а також їхніми підсистемами;
5. Наявність певного рівня цілісності, ознакою якої є те, що система завдяки взаємодії компонентів одержує інтегральний результат;
6. Наявність в структурі системоутворюючих (істотних) зв'язків, які об'єднують компоненти і підсистеми як частини в єдину систему;
7. Зв'язок системи з іншими системами зовнішнього середовища.

До загальних характеристик (властивостей) системи належать: цілісність, організованість, інтегрованість, емерджентність, структурованість, функціональність,

ієрархічність, відмежованість, взаємозв'язок із зовнішнім середовищем, цілеспрямованість (поведінка), розвиток, стійкість, надійність, адаптивність, множинність описів.

Теорія систем, системологія (теорія складних систем), теорія хаосу, синергетика (теорія самоорганізації систем) розширили межі усвідомлення сутності систем, які досліджує фундаментальна екологія, поглибили наявні методологічні принципи науки і збагатили її новими.

Принцип невизначеності (принцип Гейзенберга (1927 р.)).

Одержання чи прогнозування точних і повних показників у оцінках природних або експериментально модельованих явищах і процесів неможливо.

Як писав М. Борн, суть цього принципу полягає в обмеженні вимірюваності фізичних величин, її точності, поєднання властивостей хвилі та частки [15]. Невизначеність є об'єктивним явищем у таксономічних і екологічних картинах біогеоценозу, його будові, зв'язках, адаптаціях і розвитку, в описах повного та точного впливу одного виду на інший, вираженого якісно за його напрямками та кількісно у метричних (за розмірами, масою, енергією, речовинами) чи інформаційних одиницях [16].

Принцип доповняльності (принцип додатковості, принцип Бора (1927 р.)).

У складних системах виникає необхідність поєднання раніше несумісних, а згодом взаємодоповнюючих моделей і методів опису (квантово-хвильовий дуалізм).

Коментуючи принцип доповняльності Е. Роджерс зазначав, що він не протиставляє протилежності, а тільки об'єднує взаємнесумісні властивості одного й того ж явища чи процесу [17]. Принцип доповняльності в фундаментальній екології виявляється у визначеннях структури та її проявах у біогеоценозах як форм їхнього устрою на основі неальтернативних визначень і пояснень [18].



Рис. 2.5. Вернер Карл Гейзенберг (*Werner Karl Heisenberg*) [19] німецький фізик-теоретик, лауреат Нобелівської премії з фізики (1932 р.).



Рис. 2.6. Нільс Генрик Давид Бор (*Niels Henrik David Bohr*) [20] данський фізик-теоретик, лауреат Нобелівської премії з фізики (1932 р.).

Принцип спонтанного виникнення І. Пригожина.

У складних системах можливі критичні стани, коли найменші відхилення можуть призвести до появи нових структур, повністю відмінних від попередніх (це може призвести до катастрофи, так званий ефект «снігової кулі»).

Принцип несумісності (принцип Л. Заде).

При зростанні складності системи зменшується можливість точного опису її поведінки. Точність і змістовність інформації стають несумісними характеристиками. Іншими словами, складність системи і точність, з якою її можна аналізувати, пов'язані зворотною залежністю.

Принцип контрінтуїтивної поведінки (принцип Форрестера).

Дати задовільний прогноз поведінки складної системи на досить великому проміжку часу, спираючись тільки на власний досвід та інтуїцію, практично неможливо.

Це пов'язане з тим, що наша інтуїція «вихована» на спілкуванні з простими системами, де зв'язки елементів практично завжди вдається простежити. Контрінтуїтивна поведінка складної системи полягає в тому, що вона реагує на вплив зовсім іншим чином, ніж це нами інтуїтивно очікувалося.



Рис. 2.7. Лотфі Заде
(*Lotfi Askar Zadeh*) [21]
американський математик, логік,
засновник теорії нечітких множин.



Рис. 2.8. Джей Райт Форрестер
(*Jay Wright Forrester*) [22]
американський інженер, інформатик,
розробник системної динаміки.

Ці та інші принципи дозволили розглядати екологічні системи як відкриті, нелінійні (дисипативні), динамічні, нерівноважні, пов'язані, в тому числі, хаотичними зв'язками, з притаманними біфуркаційними механізмами переходу до певного атратора, здатні до впорядкованості, самоорганізації, саморозвитку.

Завдяки теорії систем сформувалися також відповідні методологічні принципи, які забезпечують системну спрямованість наукового дослідження та практичного пізнання об'єктів:

1. Принцип цілісності, за яким досліджуваний об'єкт виступає як щось розчленоване на окремі частини, органічно інтегровані в єдине ціле;
2. Принцип примату цілого над складовими частинами, який означає, що функції окремих компонентів і підсистем підпорядковані функції системи в цілому, її меті;
3. Принцип ієрархічності, який постулює підпорядкованість компонентів і підсистем системі в цілому, а також супідрядність систем нижчого рівня системам більш високого рівня, внаслідок чого предметна галузь теорії набуває ознак ієрархічної метасистеми;

4. Принцип структурованості, який означає спосіб закономірного зв'язку між виділеними частинами цілого, що забезпечує єдність системи, зумовлює особливості її внутрішньої будови;
5. Принцип самоорганізації засвідчує, що динамічна система іманентно здатна самостійно підтримувати, відтворювати або удосконалювати рівень своєї організованості при зміні внутрішніх чи зовнішніх умов її існування та функціонування задля підвищення стійкості, збереження цілісності, забезпечення ефективних дій чи розвитку;
6. Принцип емерджентності;
7. Принцип взаємозв'язку із зовнішнім середовищем, за яким жодна із систем не може бути самодостатньою, вона має динамічно змінюватися і вдосконалюватися адекватно до змін зовнішнього середовища.

Системний підхід – це напрям методології досліджень, який полягає в комплексному вивченні великих і складних об'єктів (систем), дослідженні їх як єдиного цілого з узгодженим функціонуванням усіх елементів, компонентів, частин. Системний підхід розвиває і конкретизує передусім такі категорії діалектики, як зв'язок, відношення, зміст і форма, частина й ціле.

Методологічною основою системного підходу в фундаментальній екології є три головні положення [6]:

1. Будь-яка екологічна система від організму до біосфери являє собою внутрішньо погоджену, організовану цілісність, що функціонує як одиничне ціле за рахунок взаємодії компонентів цієї системи. Рівень цілісності біологічних та екологічних систем буває різним і може коливатися. Системи можуть бути досить крихкими або, навпроти, жорстко детермінованими, але та чи інша цілісність залишається фундаментальною властивістю будь-яких систем.
2. Біологічні та екологічні системи динамічні, вони змінюються в тій чи іншій амплітуді, зберігаючи свою цілісність.
3. Системи природи, що нас оточує, мають здатність до розвитку, самоорганізації та ускладнення.

Системний (або системно-екологічний) підхід базується на таких постулатах:

1. Будь-яка частина є частиною цілого, а ціле – частиною більш цілого.
2. Усе залежить від усього.
3. Усе змінюється.
4. Будь-яка зміна породжує «ланцюгову реакцію» наслідків.
5. Зміни можна передбачати, а наслідки – прогнозувати.
6. Без знання минулого неможливо передбачити наслідки у майбутньому.
7. Усе має свої закони існування та змін.
8. Усе має свої альтернативи і пріоритети.
9. Усе повинно перебувати у рівновазі з середовищем існування.
10. Усе повинно мати свої цінності й принципи, мотивацію дій і керуватися імперативами адаптованості, цілеспрямованості, інтегрованості й латентності (прихованості) для виживання.
11. Результативність досягається лише за умов врахування різноманіття складових (елементів, компонентів, світоглядів).

Системний підхід включає такі аспекти:

1. Системно-елементний аспект, який полягає у виявленні елементів-складових досліджуваної системи;
2. Системно-структурний аспект, який полягає у з'ясуванні внутрішніх зв'язків і залежностей між елементами (компонентами, частинами) досліджуваної системи та дає можливість отримати уявлення про внутрішню організованість (будову) цієї системи;
3. Системно-функціональний аспект, який потребує виявлення функцій, для реалізації яких створені та існують відповідні системи;
4. Системно-цільовий аспект, який вимагає необхідність наукового визначення завдань (мети) і підзавдань (цілей) системи, їхніх взаємних зв'язків;
5. Системно-ресурсний аспект, який полягає у ретельному виявленні ресурсів, потрібних для функціонування системи, з метою вирішення системою тієї чи іншої проблеми або завдання;
6. Системно-інтеграційний аспект, який передбачає визначення сукупності якісних властивостей системи, що забезпечують її цілісність, неповторність, унікальність, особливість;
7. Системно-комунікаційний аспект, який визначає потребу виявлення зовнішніх зв'язків досліджуваної системи з іншими, тобто її зв'язків з навколишнім середовищем у широкому розумінні;
8. Системно-історичний аспект, який дає змогу з'ясувати умови в часі, що вплинули на виникнення досліджуваної системи, специфіку етапів її еволюції, сучасний стан, а також можливі перспективи розвитку.

З позицій системного підходу можна розглядати будь-яку сферу. **Орієнтація на системний підхід у дослідженні виправдана тоді, коли ставиться завдання дослідити сутність явища, процесу.** У системному дослідженні об'єкт, що аналізується, розглядається як певна множина елементів, взаємозв'язок яких зумовлює цілісні властивості цієї множини. Основний акцент робиться на виявленні різноманітності зв'язків і відносин, що мають місце як усередині досліджуваного об'єкта, так і у його взаємодії із зовнішнім середовищем. Властивості об'єкта як цілісної системи визначаються не тільки і не стільки сумарними властивостями його окремих елементів чи підсистем, скільки специфікою його структури, особливими системоутворюючими, інтегративними зв'язками об'єкту дослідження. Отже, при застосуванні системного підходу будь-яка система (*об'єкт*) розглядається як сукупність взаємопов'язаних елементів (*компонентів, частин*), що має вихід (*мету*), вхід (*ресурси*), зв'язок із зовнішнім середовищем, зворотній зв'язок.

Ознаками системного підходу є :

1. Системне мислення, що передбачає: а) цілісне бачення (від цілого до часткового), б) стратегічне передбачення, в) гнучкість поглядів, г) логічну послідовність операційного мислення, д) логічність та системність висновків, е) методичність процесу мислення, є) структурованість або формалізованість ситуаційних уявлень, ж) узагальненість або агрегативність оцінок, з) цілеспрямованість. Системне мислення ґрунтується на принципі емерджентності,

тобто властивості цілого не можуть вважатися наслідком властивостей окремих частин.

2. Системний аналіз, що включає певну послідовність дій (етапів): а) опис проблеми чи ситуації, б) аналіз альтернатив, в) моделювання небажаних наслідків, г) оцінку альтернатив, д) прийняття рішення, е) комплексну оцінку результатів випробування або впровадження, що повертає нас до опису проблеми або ситуації (*розвиток по спіралі*).
3. Операційні дослідження.
4. Структурне моделювання.
5. Стратегічне планування.
6. Комплексне оцінювання.
7. Системний менеджмент.

Системний підхід може виступати у взаємодіючих й одночасно досить автономних *системному аналізі* та *системному синтезі*. Системний синтез передбачає рух думки, розумових і практичних операцій від ідентифікації (визначення) елементів системи, встановлення зв'язків між ними, виділення на цій основі підсистем і об'єднання тих елементів, що не увійшли в окремі підсистеми, у великі чи складні системи. Системний синтез – це спосіб зафіксувати відносно простими засобами всю складність реальності. Системний аналіз передбачає декомпозицію досліджуваної системи на підсистеми першого, далі другого та інших рівнів і так аж до отримання елементів системи. Системний аналіз має низку дослідних етапів: 1) формування проблеми (метод сценаріїв); 2) формування цілей функціонування системи (метод дерева цілей); 3) генерування альтернатив (метод мозкової атаки); 4) вибір оптимальних альтернатив (використання оптимізаційних математичних методів, методів експертних оцінок, методу прогнозування тощо).

Отже, застосування теорії систем, системного, системологічного підходу в фундаментальній екології дає змогу піднятися з емпірично-описової стадії до теоретичного рівня осягнення світу та вивчати екологічні системи як складні утворення, яким властиві цілісність, відкритість, поліструктурність, територіальна та просторова неоднорідність, динамічність, стійкість, стохастичність. Це дозволяє виявляти специфіку змін: 1) навколишнього середовища; 2) ценотичних взаємовідносин особин у популяціях, а також міжпопуляційних відносин; 3) взаємодій біогеоценозів із середовищем; 4) структури екосистем у цілому та на певних ієрархічних рівнях; 5) структури ієрархії екосистем певних класифікаційних таксонів і біосфери в цілому тощо. Отримана інформація сприяє визначенню: 1) «слабких ланок» в екосистемах; 2) механізмів і форм реакцій екосистем на збурюючі впливи; 3) причинно-наслідкових зв'язків; 4) переліків специфічних екологічних проблем, диференційованих за: а) причиною (адресою); б) локалізацією; в) поєднанням з іншими негативними чинниками; г) значущістю наявних загроз (масштабом, інтенсивністю прояву, рівнем небезпеки тощо); 5) найбільш доцільних адекватних та ефективних напрямків вирішення проблем.



Навіть істинні думки мало чого варті, поки хто-небудь не з'єднає їх зв'язком причинного міркування.

Платон.

Наше бачення природи зазнає радикальних змін у бік множинності, темпоральності та складності. Довгий час у науці домінувала механістична картина світобудови. Нині ми усвідомлюємо, що живемо в плюралістичному світі.

Ілля Пригожин.

Найбільша розкіш – це насолода розуміння.

Леонардо да Вінчі.

ПИТАННЯ САМОКОНТРОЛЮ ТА ПОЛЕМІКИ:

1. Що таке система? Яка історія виникнення загальної теорії систем?
2. Які критерії застосовуються для класифікації систем?
3. Які системи вивчає екологія? Як можна визначати складність системи?
4. Які основні ознаки та загальні характеристики властиві системам?
5. Які відмінності характеризують уявлення про «класичні» та «синергетичні» системи?
6. В чому сутність принципів невизначеності та доповняльності? Хто є авторами цих постулатів?
7. В чому полягає сутність та які наслідки має принцип спонтанного виникнення?
8. Як називаються і які закономірності описують принципи Лотфі Заде та Джея Форрестера?
9. Що таке системологія, синергетика? Дайте визначення цим поняттям.
10. Які методологічні принципи забезпечують системну спрямованість наукового дослідження та практичного пізнання об'єктів?
11. Які головні положення і постулати є основою системного підходу в екології?
12. Які аспекти включає дослідження об'єктів на основі системного підходу?
13. Які ознаки властиві системному підходу?
14. В чому полягає сутність системного аналізу?
15. Яке значення мають системний підхід, аналіз у дослідженнях екологічних об'єктів?

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Маленко Я. В., Ворошилова Н. В., Кобрюшко О. О., Перерва В. В. Загальна екологія: навчальний посібник. Кривий Ріг: КДПУ, 2023. С. 31-39. URL: <http://elibrary.kdpu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/7093> (дата звернення: 20.06.2023).
2. Bertalanffy L. General system theory: foundations, development, applications. New York: Georg Braziller, 1969. 153 p.
3. Теорія систем в екології: підручник / Ю. Г. Масікевич, О. В. Шестопапов, А. А. Негадайло та ін. Суми: Сумський державний університет, 2015. 330 с.
4. Ludwig von Bertalanffy: Bertalanffy Center for the Study of System Science, Vienna, Austria, BCSSS-Archiv. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jez.b.22611> (дата звернення: 20.06.2023).

5. Грицюк П. М., Джоші О. І., Гладка О. М. Основи теорії систем і управління: навч. посібник. Рівне: НУВГП, 2021. 272 с.
6. Екологічне управління: Підручник/ В. Я. Шевчук, Ю. М. Саталкін, Г. О. Білявський та ін. Київ: Либідь, 2004. 432 с.
7. Прокопенко Т. О. Теорія систем і системний аналіз: навчальний посібник. Черкаси: ЧДТУ, 2019. 139 с.
8. Сурмин Ю. П. Теория систем и системный анализ. Киев: МАУП, 2003. 368 с.
9. Haken H. Synergetics: Introduction and Advanced Topics. Stuttgart: Springer Science & Business Media, 2004. 758 p.
10. Prigogine I. The end of certainty: time, chaos, and the new laws of nature. New York: Free Press, 1997. 228 p.
11. Prigogine I., Stengers I. Order out of Chaos: Man`s new dialogue with Nature. London: Heinemann, 1984. 349 p.
12. Крон В., Кюпперс Г., Паслак Р. Самоорганизация: генезис научной революции. *Концепция самоорганизации в исторической перспективе*. Москва, 1994, С. 86-103.
13. Hermann Haken: Bildquelle: Wikipedia. URL: <https://www.hyperkommunikation.ch/personen/haken.htm>. (дата звернення: 23.06.2023).
14. Вільям Росс Ешбі: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D0%BB%D1%8C%D1%8F%D0%BC_%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%95%D1%88%D0%B1%D1%96 (дата звернення: 23.06.2023).
15. Born M. My life and my views. New York: Scribner, 1968. 216 p.
16. Теоретичні проблеми біогеоценології: колективна монографія / В. І. Шанда, Е. О. Євтушенко, Н. В. Ворошилова, Л. В. Шанда, Я. В. Маленко, О. О. Кобрюшко; наук. ред. Н. А. Белова. Кривий Ріг: Криворізький державний педагогічний університет. Видавець Чернявський Д.О., 2020. 330 с. URL: <https://doi.org/10.31812/123456789/4077> (дата звернення: 23.06.2023).
17. Rogers E. Physics for the inquiring mind. New Jersey: Princeton University Press, 1977. 778 p.
18. Шанда В. І., Євтушенко Е. О., Маленко Я. В. Принцип доповняльності в теорії біогеоценозу. *Екологічний вісник: збірник наукових праць*. Кривий Ріг, 2013. Вип. 9. С. 6-10.
19. Вернер Гейзенберг: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B5%D1%80_%D0%93%D0%B5%D0%B9%D0%B7%D0%B5%D0%BD%D0%B1%D0%B5%D1%80%D0%B3#/media/%D0%A4 (дата звернення: 23.06.2023).
20. Нільс Бор: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D1%96%D0%BB%D1%8C%D1%81_%D0%91%D0%BE%D1%80 (дата звернення: 23.06.2023).
21. Лотфі Заде: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%BE%D1%82%D1%84%D1%96_%D0%97%D0%B0%D0%B4%D0%B5 (дата звернення: 23.06.2023).
22. Джей Райт Форрестер: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B6%D0%B5%D0%B9_%D0%A4%D0%BE%D1%80%D1%80%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B5%D1%80 (дата звернення: 23.06.2023).

РОЗДІЛ II. СТРУКТУРА ЕКОСИСТЕМ (БІОГЕОЦЕНОЗІВ)

ЛЕКЦІЯ 3. СКЛАД ЕКОСИСТЕМ ЯК ОБ'ЄКТ ТЕОРІЇ ТА ДЕТАЛІЗОВАНОГО АНАЛІЗУ.

Мета: закріплення знань про структуру, склад системи як об'єкти фундаментальної екології, поглиблення уявлень щодо теорій складу, еколого-таксономічних спектрів угруповань, аспектів організованості та організації, стабільності та стійкості екологічних систем; формування вмінь та навичок системного мислення, деталізації та аналізу складу угруповань, побудови еколого-таксономічних спектрів; розвиток глобального та екологічного мислення, фахових компетентностей.

План

1. *Поняття «структура» у фундаментальній екології.*
2. *Основи теорії складу, компоненти та елементи складу.*
3. *Ознаки, властивості, функції, динамічність складу.*
4. *Теорія еколого-таксономічних спектрів – опора кардинального аналізу складу рослинних угруповань.*
5. *Організованість, організація, самоорганізація, саморегуляція екосистем (біогеоценозів).*
6. *Стабільність та стійкість екосистем.*

Системний підхід визначив якісний стрибок у поглядах на екологічні об'єкти. Він виник як реакція на розвиток аналітичних підходів у науці (логічний позитивізм, аналітична дедукція, редукціонізм, каузальна логіка, індуктивний підхід), синтезував індуктивний та дедуктивний спосіб мислення з залученням інтуїтивних підходів, розширив змістову сутність понять (система, структура, стан, процес, функція, адаптація, системний ефект, структурна оптимізація), збагатив науку системними методами та процедурами (аналіз і синтез, індукція та дедукція, абстрагування та конкретизація, формалізація, композиція і декомпозиція, лінеаризація та виокремлення нелінійних складових, структурування та реструктурування, макетування, реінжиніринг, алгоритмізація, моделювання й експеримент, програмне керування та регулювання, ідентифікація, кластеризація та класифікація, експертне оцінювання і тестування, верифікація тощо).

Застосування системного підходу підвищило статус і розширило поле використання поняття «структура» в сучасній його інтерпретації, визначило можливість розглядати його в якості цілісного багатопланового природного явища, що складається з множини певним чином пов'язаних між собою різними відносинами елементів, сила зв'язків і рівень організації яких дозволяє вичленувати їх з собі подібних. Гнучкість системного підходу дозволяє вивчати кожен елемент в якості окремої системи більш низького рангу, а виділення елементарної системи може проводитися за багатьма ознаками.

Структура (від лат. «*structūra*» - розташування, порядок, побудова, зв'язок складових частин) – одна з основних категорій системного підходу та аналізу, що тлумачиться як: 1) будова, внутрішній устрій; 2) будова, устрій, склад; 3) внутрішня будова чогось, певний взаємозв'язок складових частин цілого; 4)

сукупність стійких зв'язків об'єктів, які забезпечують їхню цілісність і тотожність самим собі, тобто збереження основних властивостей при різних зовнішніх і внутрішніх змінах; 5) стійка впорядкованість та зв'язки між елементами і підсистемами; 6) множина частин або форм (елементів), які знаходяться у взаємодії та специфічному порядку, необхідному для реалізації певних функцій.

Поняття «структура», як результат емерджентної взаємодії морфологічного, функціонального, онтогенетичного та структурного уявлень, трактується в фундаментальній екології як загальне, що включає розуміння його як складу (сукупності підпорядкованих систем (таксонів (видів, родів, родин), життєвих форм тощо)), будови (взаєморозташування підпорядкованих систем (просторова (хорологічна) структура: морфологічна (вертикальна), горизонтальна, геометрична, стереоморфічна структури), їх взаємозв'язків і взаємовідношень (функціональна структура чи біоценотичний коннекс) і все це – у динаміці (часова або хронологічна структура) та змінах і у просторі, і у часі (процесуальна структура).

В.І. Шанда зазначав, що структура як феномен існування живих організмів, їхніх систем (популяцій, біогеоценозів) неоднозначно розуміється та пояснюється різними авторами в якості явища та процесу, що спонукає до подальшої розробки та деталізації його аспектів у різних напрямках і формах [1, 2, 3]. Автори вважають, що використання принципу доповняльності, поряд з універсальними принципами системності, дискретності, адаптаціогенезу, динамізму, дозволяє виділяти такі форми структури біогеоценозу: 1) таксономічна структура; 2) екоморфічна структура; 3) просторова структура; 4) трофічна структура; 5) біохімічна структура; 6) акустична структура, що являє всю динамічну, дискретну, невизначено велику, системну сукупність звуків різного походження та частот; 7) оптична структура, що є фізіономічною і відбиває наземну конфігурацію біогеоценозу (його тіла і складових) і кольоровість; 8) часова структура, тобто уособлення дискретної плинності часу в біогеоценозі в онтогенетичному, екологічному та еволюційному планах, що інтегрує всі онтогенези організмів різних царств живої природи, які складають біоценоз в єдиний потік його розвитку (онтогенезу, автогенезу, сингенезу впродовж термодинамічної стріли часу; 9) динамічна структура; 10) радіаційна структура, що характеризується рівнями радіоактивності об'єктивно властивими всім тілам, які його складають внаслідок природних причин і взаємодій між ними; 11) гігоморфічна структура, що формується внаслідок різних рівнів зволоженості всіх тіл системи незалежно від їхньої природи; 12) електромагнітна структура, яка утворюється внаслідок об'єктивного існування явища електромагнітного поля Землі та його локальних проявів, впливу електромагнітних процесів на живі організми, формування електромагнітних полів в організмах і електромагнітних взаємозв'язків між організмами; 13) гравітаційна структура, яка відбиває гравітаційні взаємодії організмів з ще мало пізнаними і різними якісними та кількісними ефектами [4]; 14) функціональна структура, яка визначається дискретністю, взаємопроникненням, інтеграцією функцій усіх тіл, що складають біогеоценоз; 15) біогеохімічна структура, що визначається множинністю просторів і підпросторів, у яких здійснюється геохімічна діяльність живих організмів; 16) міжбіогеоценотична

структура, яка характеризує просторовий розподіл біогеоценозів у їхній певній спільності (біомі) з міжбіогеоценотичними зв'язками, що відповідають усім формам устрою (структури) кожного біогеоценозу. Всі ці форми структури автори розглядають, насамперед, у біотичному плані з екологічним підтекстом [1, 2, 3, 4].

Одним із важливих аспектів структури є склад. Склад угруповань організмів як об'єкт теоретичного дослідження може аналізуватися з різних позицій універсальної, загальнонаукової та дисциплінарної екологічної методології, відповідно до певних рівнів формалізації, системного, елементно-структурного підходів, таксономічних та екоморфічних узагальнень [1, 5, 6, 7].

Теорія складу була та залишається полем широкого осмислення його суті на основі визначень різнорівневих і рівнозначущих понять, що об'єктивно чи суб'єктивно характеризують його елементи та компоненти за їхнім таксономічним, ценотичним, широко екологічним і генетичним змістом.

Склад – це системно сформована сукупність видів різних царств живої природи, якій властиві різні форми організованості, ієрархічності та адаптивності реакцій. Складу угруповань (біогеоценозів), як невизначено великої сукупності живих організмів різних царств живої природи, притаманні нероз'ємна єдність у самій собі та із усією множиною структур і факторів неживої природи (біоценозу, біогенного, косного характеру) в певному, більш-менш однорідному, відчленованому від інших просторі (об'ємі) біосфери, з тим або іншим рівнем циклічного функціонування. Отже, склад біоценозу може розглядатися як: 1) сукупність взаємодіючих різноприродних елементів і компонентів; 2) багатоелементна адаптивна сукупність; 3) єдність взаємопов'язаних організмів, відчленована від інших межами біогеоценозу. *Елементами* складу біоценозу є організми, *компонентами* – ценопопуляції, *частинами* – таксономічні групи, *підсистемами* – функціональні поєднання різних рівнів.

Склад є фіксованим і динамічним виразом дискретності біогеоценозу в системах його елементно-компонентної диференційованості з урахуванням просторових форм і мас-енергетичних одиниць. У своїй дискретності він певною мірою імітує організованість живого, відповідно до його царств, на молекулярному, клітинному, організмовому, популяційному рівнях. Він може вивчатися на субмікроскопічному, мікроскопічному рівнях та в мезо-, макро- і мега розмірностях фізико-хімічними, біологічними та екологічними методами з виявленням ізотопно-атомних, молекулярних, хімічних, фізичних, мас-енергетичних, стереометричних, таксономічних, фенотипічних, екологічних відмінностей і ємностей.

Системними ознаками складу угруповань можна вважати:

- 1) відчленованість (ізоляція) від інших;
- 2) дискретність;
- 3) організованість;
- 4) ємність;
- 5) ріст;
- 6) множинність з похідними поняттями «елемент», «компонент», «підсистема».

До загальних ознак складу також належать:

- 1) різнорівнева природна специфічність елементів, компонентів, частин, підсистем;
- 2) природна індивідуальність елементів і компонентів;
- 3) подільність елементів і компонентів;
- 4) природна близькість певних елементів і компонентів;
- 5) сутнісна значущість чисельності в межах кожної групи елементів і компонентів та їх співвідношення;
- 6) різна тривалість існування елементів і компонентів;
- 7) зміни чисельності за рахунок зовнішнього поповнення, розмноження, смертності та міграцій.

До властивостей складу належать: 1) стан; 2) диференційованість; 3) взаємозв'язки; 4) аб- і адаптивність; 5) генезис; 6) розвиток; 7) незамкненість; 8) інтеграція; 9) динамічність; 10) екологічний поліморфізм (у широкому розумінні); 11) генетична гетерогенність; 12) взаємообумовленість існування; 13) функціональна специфічність елементів і компонентів; 14) самовідтворення; 15) самопідтримання; 16) саморегуляція; 17) емерджентність; 18) цілісне реагування на збурюючі впливи [1, 6].

Функціями складу угруповань є:

- 1) специфічне середовищотворення;
- 2) формування сітьової системи зв'язків взаємообумовленого існування (трофічних, топічних, біохімічних, інформаційних тощо);
- 3) створення різнорівневої системи зв'язків у накопиченні та міграції складових елементів;
- 4) забезпечення біогенної міграції хімічних елементів внаслідок хімічних взаємодій, посмертного розкладання, мінералізації решток і залучення елементів у тіла живих організмів різних царств живої природи;
- 5) формування біогеохімічних циклів;
- 6) диференціювання біологічних видів за екологічними нішами;
- 7) утворення адаптивних морфо-, ценотипів та екоелементів;
- 8) перерозподіл простору біогеоценозу;
- 9) забезпечення акумуляції та трансформації сонячної енергії на різних трофічних рівнях і створення трофофункціональної системи з ланцюгами та сітьями;
- 10) побудова біохімічного середовища на основі речовин, виділюваних у процесі життя та посмертного розкладання організмів і їхніх решток;
- 11) забезпечення ценохорії, руху, «розтікання» організмів за межі біогеоценозу;
- 12) багатоспрямовані впливи на сусідні біогеоценози та формування сітьової структури взаємообумовленого існування.

Склад характеризує унікальність та індивідуальність будь-якого угруповання, його індивідуальну, групову, розмірнісну, таксономічну, екологічну, генетичну, еволюційну різноманітність. Він є досить рухомим та аморфним утворенням, невизначеним у своїх елементах і компонентах, що модифікуються на фоні змін ендо- та екзогенних факторів абіотичної та біокосної природи, включаючи проникнення, вселення, утримання чи втрату екологічних позицій певними

видами. Динаміка складу біогеоценозів обумовлюється онтогенетичними та екологічними змінами елементів, що його складають: появою на світ, ростом і розвитком, зростанням, збільшенням маси, відмиранням, змінами життєдіяльності (ана-, гіпо, мезобіоз), поповненням зовні, міграцією, елімінацією. Склад угруповання - це результуючий наслідок біотичного та ектопічного добору, що забезпечує збереження толерантних форм і усунення тих, які не відповідають умовам середовища. Формування складу є неперервним процесом.

Дослідження специфіки складу відповідно до традиційних класичних поглядів, перш за все, передбачає встановлення таксономічної та екологічної дискретності угруповань. Таксономічне вивчення складу угруповань організмів є багатоспрямованим і включає інвентаризацію та облік, результати яких дозволяють характеризувати складність окремих царств живої природи, таксонів, їх збалансованість, зв'язки та можливості розвитку на основі уявлень про функціональну роль тих або інших таксономічних груп в природно чи антропо формованих угрупованнях [8]. Класичний підхід, викладений у працях багатьох вчених (В. Д. Олександрової, В. В. Альохіна, М. Бігона, Б. О. Бикова, Г. Вальтера, В. І. Василевича, П. Грейг-Сміта, Р. Дажо, О. О. Корчагіна, Є. М. Лавренка, Ж. Леме, В. Б. Мак Дугола, М. В. Маркова, Ю. Одума, Т. О. Роботнова, Л. Г. Раменського, Р. Ріклефса, В. Н. Сукачова, Р. Віттекера, А. П. Шеннікова, І. Шмітхюзена, П. Д. Ярошенка та ін.), ґрунтується на вивченні складу угруповань як сукупності певних таксонів, як досить відмежованих одна від одної споріднених груп організмів, підпорядкованість та виокремлення яких фіксують ряди таксономічних категорій систематики [9]. Основною таксономічною категорією є вид, що, за визначенням В. С. Крисаченка, акумулює унікальність (різноманіття) органічного світу та його якість шляхом встановлення певних напрямів розвитку, завдяки чому еволюційний процес зберігає ознаки неперервності, незворотності, спадкоємності та мінливості [10].

Склад організмів угруповань можна розглядати як в аспекті їхніх генетичних зв'язків, що є традиційним підходом систематики, так і в аспекті їхньої функціонально-структурної схожості, тобто екоморфічної подібності, яка виникає еволюційно. Відправним етапом розгорнутого екологічного опису складу рослинних угруповань є використання різних систем життєвих форм, наведених в працях О. Гумбольдта, Й. Вармінга, А. Грizeбаха, О. Друде, Х. Раункієра, В. Р. Вільямса, Г. Н. Висоцького, Л. Г. Раменського, І. Г. Серебрякова, О. Л. Бельгарда, В. М. Голубєва, С. М. Зиман, Ю. Г. Алєєва. Екологічний аналіз угруповань організмів є багатомірною та складною проблемою широкого загальнобіологічного значення, контури якої ще недостатньо окреслені, а підходи та принципи відзначаються суттєвими розбіжностями, зумовленими особливостями становлення та розвитку теоретичних положень і визначень вчення про життєві форми (біоморфи, екоморфи, екобіоморфи) [5, 11].

Важливим кроком розвитку теоретичних і прикладних аспектів таксономічного й екологічного аналізу складу рослинних угруповань стало створення теорії еколого-таксономічних спектрів, започаткованої у серії наукових праць В. І. Шанди, Я. В. Маленко, починаючи з 1996 р. [5, 9].



Рис. 3.1. Фрідріх Вільгельм Генріх Олександр фон Гумбольдт [12] (*Alexander von Humboldt*) німецький географ, натураліст.

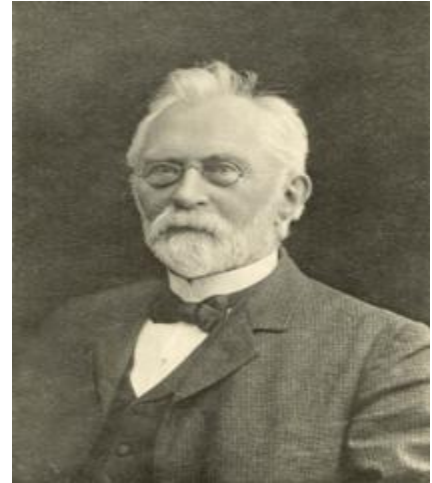


Рис. 3.2. Йоганнес Еугеніус Вармінг (*Johannes Eugenius Warming*) [13] датський ботанік, еколог, міколог, мікробіолог.



Рис. 3.3. Георгій Миколайович Висоцький (*Georgy Mykolayovych Vysotskyi*) [14] український ґрунтознавець, геоботанік.

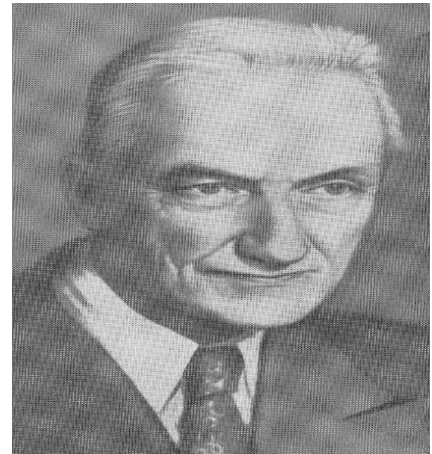


Рис. 3.4. Леонтій Григорович Раменський (*Leontiy Hryhorovych Ramenskyi*) [15] радянський ботанік, географ, лукознавець.



Рис. 3.5. Олександр Люціанович Бельгард (*Oleksandr Lyutsianovych Belgard*) [16] український еколог, геоботанік, ґрунтознавець.



Рис. 3.6. Юрій Глібович Алєєв (*Yurii Hlibovych Alejev*) [17] радянський іхтіолог, еколог.

Вихідними постулатами розробки теорії автори вважали те, що такі спектри є оптимальним варіантом виразу: 1) стану угруповання або його окремих компонентів; 2) стану таксономічної та екологічної структурованості угруповання; 3) організованості складу угруповань; 4) взаємодій в угрупованні в кожний момент його існування; 5) середовищевірних функцій видів та угруповання; 6) ролі угруповання в зональному ландшафті; 7) можливих змін угруповання; 8) потенційних можливостей угруповання при змінах абіотичного середовища; 9) можливостей угруповання протистояти натиску мігруючих видів або тих видів, які інтенсивно розмножуються та поширюються. Автори зазначають, що в теоретичному та практичному відношенні для деталізації аналізу складу рослинного угруповання на різних етапах розвитку правомірним та доцільним, є визначення, поряд з таксономічними та екологічними, еколого-таксономічних спектрів [5, 8, 18].

Таксономічні та екологічні спектри угруповань можуть бути загальними і захоплювати організми різних царств живої природи, насамперед, рослин і тварин, та частковими.

Таксономічні спектри - це спектри, що характеризують склад (фонд) видів, родів, родин, класів рослин чи тварин певного угруповання.

Екологічні спектри - це спектри, що відбивають склад життєвих форм того чи іншого угруповання організмів. Розбіжність критеріїв, чисельність принципів виділення та класифікації життєвих форм зумовлює різноманітність і багатоваріантність екологічних спектрів (спектри біоморф, екоморф, екобіоморф) рослинних угруповань порівняно з таксономічними, які обмежені у наборі компонентів (таксонів різної величини).

Екологічна ємкість (ємність, фонд, об'єм) таксонів і спектри екологічної ємкості таксонів - співвідношення життєвих форм (ekomорф, біоморф, екобіоморф) тих таксонів, які складають рослинне угруповання. Екологічні ємкості та спектри екологічної ємкості видів, родів, родин, класів рослин дають порівняльну картину екологічних можливостей, потенціалу різних таксонів, які містять угруповання.

Таксономічний об'єм (набір, фонд) життєвих форм та спектри таксономічного об'єму життєвих форм - співвідношення таксонів (родин, родів, видів) певних життєвих форм, і зокрема екоморф, що входять до складу угруповання рослин.

Спектри екологічної ємкості таксонів та таксономічного об'єму життєвих форм рослинних угруповань - це складні системи, спряжені ряди, що в словесній, числовій чи графічній формі демонструють співвідношення компонентів угруповань рослин (таксонів і специфічних за принципом визначення життєвих форм). Вони можуть будуватися на основі різних показників трапляння, чисельності, щільності, покриття, індексів різноманітності, коефіцієнтів розмноження, біомас, енергії, певних речовин та хімічних елементів, що накопичені в біомасі. Їхнє зображення може мати складні конфігурації (графи деревовидної форми, кругові та паралелепіпедовидні діаграми (гістограми), схеми тощо), в тому числі імітувати екологічні піраміди чисел, біомас, енергії, коли дотримується принцип послідовного зменшення чи наростання певних кількостей.

Еколого-таксономічні спектри можна розглядати як:

- 1) природні, не жорстоко детерміновані системи характеристики угруповань, їхньої організованості та організації;
- 2) дискретні форми виразу екологічної суті угруповань;
- 3) співвідношення компонентів угруповань, тому що в якості його елементів слід розуміти окремі організми.

Зміст будь-якого з них є похідним середовища та угруповання. Вони характеризують:

- 1) угруповання загалом;
- 2) екологічне середовище;
- 3) в цілому окремі таксони;
- 4) екологічні потенції таксонів і життєвих форм;
- 5) можливості змін угруповання.

Розчленування спектрів екологічної ємкості таксонів і таксономічного об'єму екоморф угруповань організмів як подвійних рядів, що має сенс в деяких випадках, дозволяє виділяти таксономічні та екологічні спектри цих угруповань.

Динаміка спектрів екологічної ємкості таксонів і таксономічного об'єму екоморф угруповань рослин здатна відбивати:

- 1) гомологічні неспецифічні та специфічні реакції угруповань на зовнішні впливи;
- 2) стан автогенезу угруповання.

Здатність спектрів таксономічного об'єму екоморф та екоморфічної ємкості таксонів (еколого-таксономічних спектрів) досить повно і чітко відбивати особливості таксономічного та екологічного складу угруповань рослинних організмів дозволяє використовувати їх у цілях геоботанічної індикації та її провідних напрямів (клімаіндикації, педоіндикації, гідроіндикації, літоіндикації, індикації природних та антропо обумовлених процесів) [4, 18].

Подальший розвиток теорії еколого-таксономічних спектрів рослинних угруповань спирається на такі фундаментальні принципи, як: багаторівневість організації живого; множинність систем; нелінійність та мультиспрямованість еволюції; субстанційність та функціональність єдності живого. Це уможливило логічність застосування та поєднання основних положень і принципів цієї теорії з хорологією, що розширює можливості багатоцільового вивчення організованості рослинних угруповань, отримання їх різнопланових характеристик, як аргументів існування, розвитку та розподілу організмів різних таксонів, життєвих форм, фітохоріономічних (хорологічних чи ареалогічних) груп на фоні специфічних умов, простору та часу [8, 19, 20, 21].

Одним із полемічних питань науки є уявлення про організованість та організацію угруповань. У сучасній фундаментальній екології поняття «організованість» та «організація» не достатньо опрацьовані та узгоджені. Деякі автори ототожнюють їх і сприймають як синоніми, інші, спираючись на численні варіанти трактувань та дефініцій, інтерпретують їх за відсутності аналізованих інваріантних рис неоднозначно, часто протилежно. Разом з тим, як зазначає В. М. Петлін, організованість та організація – диференційовані складові частини

одного природного явища, яке у підсумку формує цілісну організовано-організаційну систему [22].

На наш погляд, організованість - феномен існування будь-яких систем, їхній уявний та реальний стан, явище, що характеризує їх у статиці, конкретний момент процесу організації, особливий стан розвитку структури. Організованість властива кожній системі, її частинам, компонентам, елементам і описує певні пов'язані між собою стани складу, будови, зв'язків, включаючи чітко візуалізовані та чисельні перехідні. Вона відбиває стани дискретності, членованості, диференційованості, структурованості, упорядкованості, невпорядкованості, функціонування, адаптованості, системності угруповань організмів. Організованість можна тлумачити і як стан певної упорядкованості складу, будови, функціонування на основі їхніх взаємних зв'язків та залежностей, а отже певної системності явищ чи процесів та спряженості з хаосом. Організованість рослинних угруповань є результатом упорядкованості їх структурних складових та організаційних відношень між ними. Організованість виявляється у певній структурі угруповань і формується в процесі організації [1, 8, 23].

Організованість, поряд з відчленованістю, дискретністю, ємністю, ростом, індивідуальністю, унікальністю та множинністю (з похідними поняттями «елемент», «компонент», «підсистема»), є системною ознакою складу рослинних угруповань. Як об'єкт теоретичних досліджень, склад може аналізуватися з позицій загальнонаукової та конкретнонаукової методології, відповідно до певних рівнів формалізації, елементно-структурного підходу, таксономічних та екологічних узагальнень. Складу властиві різні форми організованості, ієрархічності та адаптивності реакцій. Організованість складу угруповання включає: 1) таксономічну, визначену для кожного царства живої природи відповідно принципам систематики; екологічну, що виявляється у життєвих формах і відбиває втілення адаптивних властивостей біосистем; 2) функціональну, виражену у ланцюгах і сітях взаємозумовленого існування; активізаційну організованість складу, що визначає співвідношення станів життєдіяльності організмів у популяціях різних царств живої природи; 3) онтогенетичну, що характеризує спектри вікових станів організмів у межах можливостей їхнього встановлення; 4) комбінативну, яка окреслює комбінації видів різних царств живої природи у межах усього біогеоценозу; 5) композиційну, яка характеризує просторово розчленовані поєднання видів тощо. Кожен рівень організованості складу (молекулярний, клітинний, організмівий, популяційний) відзначається видовими та екологічними відмінностями. Деталізація організованості може відзначатися: 1) різною природною структурною і функціональною специфічністю компонентів і елементів; 2) природною близькістю компонентів і елементів; 3) їхньою природною індивідуальністю; 4) подільністю і множинністю; 5) різнотривалістю існування компонентів і елементів; 6) суттєвою значущістю чисельності в межах кожної групи елементів і компонентів [8, 23].

Організація - забезпечувальний, багатоспрямований, багатоступінний процес, постійна атрибутивна властивість всіх динамічних систем. Організацію тлумачать як:

- 1) процес становлення організованості, який забезпечує певний її рівень, наявність зв'язків, що формують стійкість системи;
- 2) багатоетапний процес становлення структури будь-якої системи;
- 3) особливий стан розвитку структури.

Організація обумовлює переформування сітьової системи зв'язків, а саме:

1) перебудови характеру впливів; 2) змін їх сили, напружень, концентрацій та діапазонів; 3) мінливості у просторі та часі. Організація, як синонім розвитку рослинного угруповання, що може розглядатися багатопланово, у різних просторово-часових масштабах та асинхронності, є неупорядкованим процесом, націленим на висхідну стадію розвитку систем, доцільне функціонування чи взаємодії частин системи, забезпечуючи її адаптації [6]. Усі організаційно орієнтовані процеси, урешті-решт, створюють певну організовану цілісність, що спрямована на узгоджений розвиток системи як цілісності, єдності організаційних аб- і адаптаційних, системо- і хаосотвірних та руйнівних процесів.

Отже, біогеоценоз відзначається організованістю та процесами організації, які усталено відображають його просторово-часову нестабільність. Організованість ототожнюється зі структурою угруповань (складом, будовою, зв'язками), а організація є процесом їхньої просторово-часової різномасштабної динаміки (від формування, до різнотипних змін, перетворень та зникнення).

Важливим проявом процесу організації угруповань є самоорганізація, яка як загальна характеристика активного стану живих систем, що забезпечується взаємодією інформації та енергії, виявляється в угрупованнях як реалізація внутрішніх ресурсів і можливостей за рахунок:

- 1) появи у складі угруповання необхідних у певний момент розвитку якісно та кількісно різних елементів і компонентів;
- 2) усунення надмірної кількості елементів або компонентів;
- 3) збереження адаптованих до середовища форм;
- 4) блокування переходу в латентний стан або міграції певних елементів;
- 5) змін поліморфізму та чисельності ценопопуляцій.

Самоорганізація досягається шляхом саморегуляції, що є властивістю складу і може розглядатися як комплекс флуктуаційних процесів, компенсуючих і нейтралізуючих несуттєві зміни видів та їхніх екологічної та ценотичної значущості. Саморегуляція є суттєво важливою для стабільності угруповань.

Стабільність угруповань інтерпретується як:

- 1) збереження стану угруповання за рахунок забезпечуючих явищ, процесів, факторів;
- 2) сталість структури (складу, будови, взаємозв'язків елементів і підсистем);
- 3) підтримання фізіономічності, організованості та продуктивності протягом певного часу;
- 4) здатність угруповань протистояти зовнішнім системоруйнівним факторам і адаптуватися, зберігаючи свою індивідуальність і специфічність [1, 5, 6, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30].

Стабільність угруповання є інтегральною і визначається стійкістю його частин, мірою компенсації ними або нейтралізації дестабілізуючих явищ та

процесів. Вона розуміється як збереження певних станів угруповань. Ці стани можуть бути статичними (істина стабільність) або лабільними чи динамічними (стабільна динаміка). Закономірним є те, що всі угруповання розвиваються в напрямку рівноважного стабільного стану. Проте реально вони практично ніколи в цьому стані не перебувають.

В сучасній фундаментальній екології часто використовують два поняття стабільність - міра збереження системою власних параметрів у певних межах, яка дозволяє системі існувати невизначено тривалий час, та стійкість - міра опору змінам умов зовнішнього середовища та здатність відновлювати власні параметри після порушення. Разом з тим очевидно, що для того щоб протистояти зовнішній агресії (екзогенним змінам) рослинні угруповання створюють власне середовище (ендогенні зміни) і не завжди стійкі до цих змін, а в певних випадках розплачуються за створення стійкості до екзогенних змін своїм зникненням під впливом ендогенних змін. Таким чином стійкість можна розглядати як невід'ємну складову стабільності систем.

Стабільність - це іманентна властивість систем усіх рівнів організації, що полягає у здатності зберігати інваріантну (незмінну при певних змінах) структуру в умовах дії дестабілізуючих факторів різної природи. Ця властивість – продукт еволюційного розвитку, виявлення адаптаційних властивостей системи. Механізми стабільності можуть функціонувати за принципом зворотних зв'язків, що є основою саморегуляції систем.

Стабільність залежить від природи, новизни, інтенсивності, тривалості дії збурюючих факторів та організації структури системи (замкненості, саморегуляції відновлюваності особин (елементів), їх чисельності, продуктивності, розподілу у просторі, балансу енергії та колообігу речовин). Тому, магістральний шлях вивчення стабільності систем - вивчення форм їх організації та генезису їхньої структури.

Пізнання стабільності рослинних угруповань є необхідним етапом:

- 1) розробки заходів оптимізації будь-якого ландшафту;
- 2) визначення гранично припустимих антропогенних навантажень;
- 3) забезпечення та керування стабільністю;
- 4) прискорення процесів, спрямованих на стабілізацію угруповань;
- 5) створення штучних стабільних угруповань тощо.

Вивчення стабільності та стійкості систем безпосередньо пов'язано з проблемою різноманіття.

Узагальнюючи окреслення проблематики структури (складу) екосистем як об'єкту теорії та деталізованого аналізу можна зробити наступні узагальнення:

- розвиток теорії систем, системного підходу та аналізу потенціували розширення змістової сутності поняття «структура», структуризації як засобів відображення цілісності об'єктів дослідження та ідентифікації множинності їхніх різноманітних найсуттєвіших зв'язків і відносин;
- сучасне розуміння структури, як феномену існування систем організмів і результуючої емерджентної взаємодії морфологічного, функціонального, онтогенетичного та структурного уявлень, дозволяє вивчати її різні аспекти та

форми, є спонукальним стимулом подальшої розробки та деталізації теорії структури біогеоценозів у різних напрямках і формах;

- важливим аспектом структури є склад як системно сформована сукупність видів різних царств живої природи, що відбиває фіксовану і динамічну дискретність біогеоценозу в системах його елементно-компонентної диференційованості з урахуванням часових вимірів, просторових форм і мас-енергетичних одиниць;
- склад біогеоценозів має певні ознаки, властивості, функції та характеризує унікальність, індивідуальність будь-якого угруповання (його індивідуальну, групову, розмірнісну, таксономічну, екологічну, генетичну, еволюційну різноманітність), що є результируючим виразом неперервного біотичного та ектопічного добору, який забезпечує збереження толерантних форм і усунення тих, які не відповідають умовам середовища;
- дослідження специфіки складу угруповань передбачає встановлення його дискретності, перш за все, таксономічної та екологічної;
- екологічний аналіз угруповань організмів є багатомірною та складною проблемою, контури якої ще недостатньо окреслені, а підходи та принципи відзначаються суттєвими розбіжностями, зумовленими особливостями становлення та розвитку теоретичних положень і визначень вчення про життєві форми;
- з теоретичної та практичної точки зору для деталізації аналізу складу рослинного угруповання на різних етапах його розвитку доцільним є визначення, поряд з таксономічними та екологічними, еколого-таксономічних спектрів (спектрів таксономічного об'єму екоморф та екоморфічної ємності таксонів) – комплексних ідентифікаційних показників організованості складу рослинних угруповань;
- організованість - це системна ознака властива кожній системі, її частинам, компонентам, елементам, яка відбиває стани дискретності, членованості, диференційованості, структурованості, упорядкованості, невпорядкованості, функціонування, адаптованості угруповань організмів, виявляється в структурі угруповання (складі, будові, зв'язках) і формується в процесі організації;
- організація - забезпечувальний, багатоспрямований, багатапний процес становлення організованості, формування станів і розвитку структури будь-якої системи як цілості та єдності організаційних аб- і адаптаційних, системо- та хаосотвірних і руйнівних процесів, постійна атрибутивна властивість всіх динамічних систем;
- важливим проявом процесу організації угруповань є самоорганізація, що забезпечується взаємодією інформаційних та енергетичних потоків, виявляється в угрупованнях як реалізація внутрішніх ресурсів і можливостей та досягається шляхом саморегуляції, суттєво важливої для підтримки стабільності угруповань;
- стабільність - це іманентна властивість систем усіх рівнів організації, що є продуктом еволюційного розвитку та прояву адаптаційних потенцій системи і виявляється у її здатності зберігати інваріантну структуру невизначено

тривалий час в умовах дії дестабілізуючих факторів різної природи (механізми стабільності можуть функціонувати на основі саморегуляції систем за принципом зворотних зв'язків);

- невід'ємною складовою стабільності є стійкість, що уявляє собою міру опору змінам умов зовнішнього середовища та здатність системи відновлювати власні параметри після порушення;
- на сучасному етапі розвитку фундаментальної екології теорія складу вимагає подальшого теоретичного опрацювання, деталізації методологічних питань, побудов синтетичних теоретичних узагальнень, розширення багатоспрямованих і різнорівневих пошуків пізнання особливостей складу угруповань організмів (біогеоценозів), спрямованих на розробку ефективних механізмів і заходів управління та оптимізації екологічних систем.



Вбачати загальне в особливому і те, що зберігається, в плинному – ось мета наукового мислення.

Альфред Уайтхед.

Не можна людині дати знання, можна їй тільки допомогти відкрити ці знання.

Галілео Галілей.

Мудрість слід шукати не у відповідях, які ми одержуємо, а в містерії запитань, які збагачують наше життя.

Пауло Коельйо.

ПИТАННЯ САМОКОНТРОЛЮ ТА ПОЛЕМІКИ:

1. Що таке структура? Яким чином системний підхід вплинув на становлення уявлень про структуру?
2. Які аспекти структури мають найважливіше значення у фундаментальній екології?
3. Які форми структури біогеоценозу Вам відомі?
4. Що таке склад? Як тлумачать це поняття у фундаментальній екології?
5. Що вважають елементами, компонентами, підсистемами складу угруповання?
6. Які ознаки характеризують склад біогеоценозу?
7. Які властивості притаманні складу угруповання організмів?
8. В чому полягають функції складу угруповань?
9. Що таке таксон, таксономічний склад угруповання? Засади таксономічного аналізу складу.
10. На яких засадах ґрунтується екологічний аналіз складу угруповань?
11. Які постулати покладені в основу теорії еколого-таксономічних спектрів угруповань організмів?
12. Що таке таксономічний об'єм екоморфи, спектр таксономічного об'єму екоморф угруповання?

13. Що таке екоморфічна ємність таксону, , спектр екоморфічної ємності таксону? Як їх визначають в процесі досліджень?
14. Які характеристики дозволяють отримувати еколого-таксономічні спектри угруповань?
15. Що таке організованість угруповань?
16. Які можна виділяти форми організованості складу угруповань?
17. Як тлумачать поняття «організація» у фундаментальній екології? У чому виявляється і які наслідки має організація угруповань організмів?
18. Яке значення має самоорганізація та саморегуляція угруповань організмів?
19. Що таке стійкість угруповання?
20. Що таке стабільність угруповання?
21. Яке значення в адаптивній діяльності людини на планеті мають дослідження стабільності угруповань організмів, екосистем?

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Теоретичні проблеми біогеоценології: колективна монографія / В. І. Шанда, Е. О. Євтушенко, Н. В. Ворошилова, Л. В. Шанда, Я. В. Маленко, О. О. Кобрюшко; наук. ред. Н. А. Белова. Кривий Ріг: Криворізький державний педагогічний університет. Видавець Чернявський Д.О., 2020. 330 с. URL: <https://doi.org/10.31812/123456789/4077> (дата звернення: 05.07.2023).
2. Шанда В. І., Євтушенко Е. О., Маленко Я. В. Принцип доповняльності в теорії біогеоценозу. *Екологічний вісник: збірник наукових праць*. Кривий Ріг, 2013. Вип. 9. С. 6-10.
3. Шанда В. І., Ворошилова Н. В., Євтушенко Е. О., Маленко Я. В. Принцип доповнювальності в теорії структури біогеоценозу. *Питання біоіндикації та екології*. Запоріжжя, 2015. вип. 20. № 1. С. 3-19. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=pbte_2014_19_1_3 (дата звернення: 05.07.2023).
4. Шанда В. І., Маленко Я. В., Ворошилова Н. В., Поздній Є. В. Гравітаційний аспект біогеоценозу. *Питання біоіндикації та екології*. Запоріжжя, 2014. вип. 19. № 2. С. 3-14. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=pbte_2014_19_2_3 (дата звернення: 05.07.2023).
5. Маленко Я. В. Особливості таксономічного та екологічного складу рослинних угруповань відвалів південно-західної зони Кривбасу: дис. канд. біол. наук: 03.00.16, Дніпропетровськ, 2001. С. 22-33.
6. Шанда В. І. Теоретичні проблеми екології та біогеоценології. Кривий Ріг: Вид-во Р. А. Козлов, 2013. 247с. URL: <https://doi.org/10.31812/123456789/4871>. (дата звернення: 07.07.2023).
7. Шанда В. І., Маленко Я. В., Ворошилова Н. В., Шанда Л. В. До теорії складу біогеоценозу. *Питання біоіндикації та екології*. Запоріжжя, 2014. вип. 19. № 1. С. 3-13. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21ST

- [N=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=pbte_2014_19_1_3](#) (дата звернення: 07.07.2023).
8. Маленко Я. В. Еколого-таксономічні спектри – комплексні показники організованості складу рослинних угруповань. *Formation of innovative potential of world science: collection of scientific papers «SCIENTIA» with Proceedings of the I International Scientific and Theoretical Conference*. Tel Aviv, State of Israel: European Scientific Platform. 2021. Vol. 1 Pp. 115-120. URL: <https://doi.org/10.36074/scientia-07.05.2021> (дата звернення: 07.07.2023).
 9. Шанда В. І., Маленко Я. В. Аналіз таксономічного складу угруповань рослинних організмів – першооснова їх багатоспрямованого вивчення. *Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, екологія*. Дніпропетровськ, 2000. Вип. 7. С. 14-19. URL: <http://elibrary.kdpu.edu.ua/bitstream/123456789/5045/1/%D0%90%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B7%20%D1%82%D0%B0%D0%BA%D1%81%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D1%81%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D1%83.pdf>. (дата звернення: 07.07.2023).
 10. Крисаченко В. С. Людина і біосфера: основи екологічної антропології: підручник. Київ: Заповіт, 1998. 688 с.
 11. Маленко Я. В., Хижняк О. Я. Екоморфи – втілення адаптивних властивостей біосистем. *European scientific discussions: Proceedings of the 6th International scientific and practical conference*. Rome, 2021. Pp. 40-46. URL: <https://sci-conf.com.ua/vi-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-european-scientific-discussions-25-27-aprelya-2021-goda-rim-italiya-arhiv/> (дата звернення: 07.07.2023).
 12. Alexander von Humboldt: Cosmos (Humboldt book). URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Cosmos_\(Humboldt_book\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Cosmos_(Humboldt_book)) (дата звернення: 09.07.2023).
 13. Eugenius Warming: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D1%83%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D1%96%D1%83%D1%81_%D0%92%D0%B0%D1%80%D0%BC%D1%96%D0%BD%D0%B3 (дата звернення: 09.07.2023).
 14. Висоцький Георгій Миколайович: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D1%81%D0%BE%D1%86%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%93%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B3%D1%96%D0%B9_%D0%9C%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B0%D0%B9%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87 (дата звернення: 09.07.2023).
 15. Раменський Леонтій Григорович: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%9B%D0%B5%D0%BE%D0%BD%D1%82%D1%96%D0%B9_%D0%93%D1%80%D0%B8%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87 (дата звернення: 09.07.2023).
 16. Травлеєв А. П. Бельгард Олександр Люціанович. Енциклопедія Сучасної України. URL: <https://esu.com.ua/article-39060>. (дата звернення: 09.07.2023).
 17. Алєєв Юрій Глібович: веб-сайт. URL: <https://esu.com.ua/article-43766> (дата звернення: 09.07.2023).
 18. Шанда В. І., Маленко Я. В. Таксономічні та екологічні спектри - опора кардинального аналізу складу рослинних угруповань. *Охорона довкілля:*

- екологічні, освітянські, медичні аспекти: матеріали II Всеукраїнської конференції. Кривий Ріг, 1998. - III. - С. 6-15.
19. Маленко Я. В. Специфіка спектрів видів полірегіональної групи ареалів угруповань рослин техногенних екотопів. *Екологічний вісник Криворіжжя: збірник наукових та науково-методичних праць*. Кривий Ріг, 2018. Вип. 3. С. 8–23. URL: <https://doi.org/10.31812/ecobulletinkrd.v3i.6814> (дата звернення: 09.07. 2023).
 20. Маленко Я. В. Специфіка спектрів видів давньосередземноморської групи ареалів угруповань рослин техногенних екотопів Криворіжжя. *Екологічний вісник Криворіжжя: збірник наукових та науково-методичних праць*. Кривий Ріг, 2019. Вип.4. С. 22-40. URL: <https://doi.org/10.31812/eco-bulletin-krd.v4i0.2558> (дата звернення: 09.07.2023).
 21. Маленко Я. В. Таксономічний фонд видів голарктичної групи ареалів угруповань рослин техногенних екотопів Криворіжжя. *Science: Development and Factors its Influence Scientific: Collection «Inter Conf»: with the Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference (June 6-8, 2023, Amsterdam, Netherlands) by the SPC «Inter Conf» Ark Reprints, 2023. №157. Pp. 313-317. URL: <https://archive.interconf.center/index.php/conference-proceeding/issue/view/6-8.06.2023/167> (дата звернення: 09.07.2023).*
 22. Петлін В. М. Організованість та організація природних територіальних систем: монографія. Луцьк: Вид. центр СНУ ім. Л. Українки, Простір-М, 2020. 1036 с.
 23. Ворошилова Н. В., Євтушенко Е. О., Маленко Я. В., Шанда Л. В. Аналіз організованості біогеоценозів. *Питання біоіндикації та екології*. Запоріжжя, 2016. Вип. 21. № 1-2. С. 3-12. URL: <https://sites.znu.edu.ua/bioindication//issues/2016-21-1/2016-21-1-2-1.pdf>. (дата звернення: 09.07.2023).
 24. Шеляг-Сосонко Ю. Р., Крисаченко В. С., Мовчан Я. І. Методологія геоботаники. Киев: Наукова думка, 1991. 272 с.
 25. Ricklefs R. E. Ecology. San Francisco: Freeman and company, 1990. 520 p.
 26. MacArthur R.H. Population effects of natural selection. *American Naturalist*. 1961. Vol. 95. Pp. 195-199.
 27. Odum E.P. Fundamentals of ecology. Philadelphia: Saunders, 1971. 574 p.
 28. Whittaker R.H. Evolution of diversity in plant communities. *Brookhaven Symp. Biol.*, New York, 1969. №22. Pp. 178-196.
 29. Connell J.H., Slatyer R.O. Mechanism of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *Amer. Naturalist*. 1977. V. III. Pp. 1119-1144.
 30. Costanza R., Daly H.E. Natural capital and sustainable development. *Conservation Biol*. 1992. V. 6. № 1.– Pp. 37-46. URL: <https://www.jstor.org/stable/2385849> (дата звернення: 09.07.2023).

ЛЕКЦІЯ 4. РІЗНОМАНІТТЯ – ОСНОВА ІСНУВАННЯ ТА РОЗВИТКУ ЕКОСИСТЕМ. ХАОС У ТЕОРІЇ СКЛАДУ.

Мета: поглиблення уявлень про біорізноманіття як феномен і ноумен організованості та організації життя, закріплення знань постулатів диверсикології, категорій, рівнів, форм, показників оцінки, цінності та проблем біорізноманіття, осмислення хаосу як феномену усіх рівнів організованості життя; формування вмій та навичок системного мислення, оцінки біорізноманіття; розвиток глобального та екологічного мислення, фахових компетентностей, екологічної та загальної культури.

План

1. *Історія виникнення та етимологія терміну «біологічне різноманіття».*
2. *Диверсикологія. Закони, принципи, постулати та гіпотези біорізноманіття.*
3. *Основні категорії, форми та рівні різноманіття.*
4. *Основні показники оцінки біорізноманіття.*
5. *Цінність біологічного різноманіття.*
6. *Загрози для біорізноманіття.*
7. *Хаос як непізнана системність угруповань.*

Інтерес до пізнання феномену різноманіття формовтілення живої речовини зародився разом із появою *Homo sapiens* на планеті та прагненням людини ідентифікувати свій статус у світі істот і Всесвіті. Імовірно першим охоронцем біорізноманіття можна вважати біблейського Ноя, який спорудив ковчег для порятунку не тільки себе, а й кожної тварини по парі. З часів публікації «*Systema Naturae*» Карла Ліннея науковці намагалися з'ясувати скільки видів організмів існує на Землі. Це питання залишається полемічних та нез'ясованим і натепер. За одними джерелами кількість видів організмів на нашій планеті становить 4,5 млн., за іншими – 13 млн. видів і навіть 100 млн. видів. Із них вченими описано та систематизовано лише 1,5 – 1,7 млн. видів, що орієнтовно складає від 30% або лише 8-9% загального їхнього числа [1, 2, 3]. Вірогідно, вперше словосполучення «біологічне різноманіття» вжив англійський натураліст і мандрівник Уолтер Генрі Бейтс (1825-1892 рр.), вивчаючи явище мімікрії у комах [4]. Суттєву роль у підходах до систематизації усезагального різноманіття життя у середині ХХ ст. мали наукові праці Роберта Мак Артура [5] та Рамона Маргалєфа [6].

Теорія систем і системний підхід сприяли утвердженню концепції рівнів організації живого, усвідомленню структурної дискретності та функціональної неперервності життя та стали поштовхом до розуміння проблеми різноманіття на сучасному науковому рівні пізнання. У червні 1972 року на Стокгольмській конференції ООН з проблем середовища, оточуючого людину вперше було визнано глобальне значення біологічного різноманіття для теперішніх і майбутніх поколінь. Тільки через 20 років, у червні 1992 р. у Ріо-де-Жанейро на конференції ООН по навколишньому середовищу та розвитку була визнана нагальна потреба збереження біорізноманіття в усій його сукупності та сформовані 3 важливі рішення та 2 конвенції («Декларація Ріо», «Повістка дня ХХІ століття», «Лісові принципи», рамкова конвенція «Про біологічне різноманіття», конвенція

«Про зміни клімату»). З цього часу проблема біорізноманіття набула не тільки фундаментального значення для науки, але й правового статусу та політичного звучання. Своє звернення до світової спільноти на конференції у Копенгагені у листопаді 2009 р. Генеральний секретар ООН Пан Гі Мун завершив висловом: «Біорізноманітність – це життя. Біорізноманітність – це наше життя!» [7, 8].

Слово «біорізноманіття» - неологізм. Термін «біологічне різноманіття» ввів у науку в 1980 році американський біолог, еколог Томас Лавджой, а термін «біорізноманіття» - у 1986 році американський біолог, соціобіолог, еколог Едвард Осборн Вілсон. Натепер словосполучення та неологізм найчастіше вживаються як синоніми, хоча деякі автори схильні тлумачити біорізноманіття як сукупність біологічного та біотичного різноманіття.



Рис. 4.1. Томас Євген Лавджой
(*Thomas Eugene Lovejoy*) [9]
американський біолог, еколог.

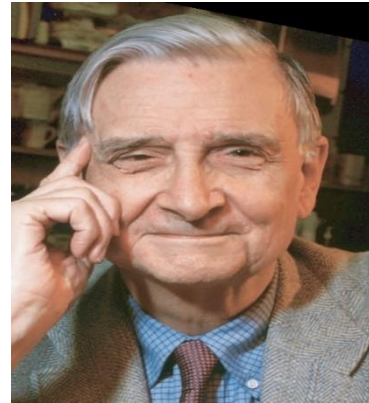


Рис. 4.2. Едвард Осборн Вілсон
(*Edward Osborne Wilson*) [10]
американський біолог, еколог.

Слід зазначити, що невичерпність, багаторівневність та багатогранність біорізноманіття обумовили плюралізм підходів до його дефініції, від часткових, простих до більш універсальних усеохоплюючих визначень, а саме: 1) різноманіття видового складу організмів окремих територій, біотичних угруповань [11]; 2) різноманіття живих організмів; 3) різноманіття організмів та їхніх природних угруповань [12]; 4) різноманіття різних типів біооб'єктів чи процесів; 5) варіабельність серед живих організмів та екосистем [3]; 6) кількість видів однієї трофічної групи, угруповання або екосистеми, що визначає можливість екологічного дублювання в проведенні потоку енергії через екологічні ланцюги [13]; 7) сукупність типів відмінностей об'єктів світу (універсума) будь-якого простору (території, акваторії, планети), яке виділяється на підставі обраної міри [3]; 8) сукупність елементів, що утворюють певну цілісність, тобто систему [14]; 9) загальне відмінності, варіації, варіабельність, складність та багатство життя на Землі [15]; 10) різноманіття форм життя на Землі на всіх рівнях (від генів до екосистем), а також екологічні й еволюційні процеси, які підтримують його; 11) сукупність організмів та їхніх еконіш Земної кулі або будь-якої її території чи акваторії [16]. Біологічне різноманіття – один з небагатьох термінів, дефініція якого закріплена на рівні міжнародних угод. Згідно з Конвенцією про охорону біологічного різноманіття від 1992р., «біологічне різноманіття – це варіабельність живих організмів з усіх джерел,

включаючи наземні, морські та інші водні екосистеми та екологічні комплекси, частиною яких вони є; це поняття включає в себе різноманіття у рамках виду, між видами та різноманіття екосистем» [17].

Дослідження проблематики біологічного різноманіття сприяли становленню на межі XX-XXI століть диверсикології (від англ. «*diversity*» - різноманіття, грец. «*λόγος*» - наука, вчення) або диверситології (за К. М. Ситником [7, 8], О.О. Протасовим [18]). Диверсикологія – це наукова галузь природничих наук, дисципліна, що вивчає закономірності формування та еволюції біологічного різноманіття, склад і кількісні співвідношення біотичних елементів екосистем, біомів та живого покриву Землі (живої речовини за В. І. Вернадським), механізми підтримання стабільного існування систем різного рівня (від угруповань до біосфери). Важливою проблемою диверсикології є осмислення взаємозв'язків біотичного різноманіття та різноманіття елементів і факторів середовища, що відкриває обрії управління біорізноманіттям за рахунок оптимізації змін у абіотичному блоці екосистем. Диверсикологія сформувалася на перетині таксономії, фауністики, флористики, созології, палеонтології, біостратиграфії, біогеографії, демекології та синекології. В Україні диверсикологія почала активно розвиватися з 90-х років XX ст. Цьому істотно сприяла участь у підготовці фахівцями різних країн і видання узагальнених праць світового значення *Global Biodiversity Assessment* [19], *Global Biodiversity Strategy* [20], *The Pan-European Biological and Landscape Diversity Strategy* [21], зведень національного значення. Суттєву роль у становленні диверсикології в нашій країні відіграли праці І. Г. Ємельянова [22], О. О. Протасова [18], К. М. Ситника [7, 8], Ю. Р. Шеляг-Сосонко [3, 16], підготовка та видання низки збірників і публікацій конференцій, присвячених кількісним і якісним оцінкам різноманіття флори, фауни, угруповань.

Теоретичне підґрунтя диверсикології формують фундаментальні закони природничих наук, основні постулати екологічної аксіоматики, математичні закономірності тощо.

Закон генетичної різноманітності.

Усе живе генетично різне і має тенденцію до збільшення біологічної різноманітності.

Отже, двох генетично абсолютно однакових особин (крім однайцевих близнюків, немутуючих клонів, вегетативних ліній та небагатьох інших винятків), а тим більше видів живого у природі бути не може.

Закон необхідного різноманіття (закон Вільяма Ешбі).

(один з фундаментальних законів кібернетики)

Система не може складатися з абсолютно ідентичних елементів, але може мати ієрархічну організованість та інтегративні рівні.

Тобто, для формування стабільної системи, здатної до саморегуляції потрібно певне різноманіття елементів. Цей закон пов'язаний з правилом повноти складових.

Правило повноти складових.

Елементи повинні бути настільки різноманітні, наскільки це потрібно для утворення системи. *Це правило визначає міру різноманіття необхідну для формування стабільної екосистеми.*

Принцип переходу надлишку системних елементів у самозбереження.

У певний момент часу кількісний ріст елементів системи змінюється на їхнє якісне вдосконалення.

Таким чином, самозбереження виявляється в існуванні фіксованої кількості різноякісних елементів. При цьому, кожний елемент може бути нездатним до самостійного існування, а система, до складу якої він входить, життєздатна та цілісна. Отже, в екологічних системах реалізується ієрархічність їх будови та принцип кооперативності, що визначають переваги існуванню в системі (у речовинному та енергетичному відношеннях), порівняно з елементами та підсистемами (наприклад, корали, суспільні комахи тощо).

Правило конструктивної емерджентності (Реймерс (1992 р.)).

Надійна система може бути складеною з ненадійних елементів або підсистем, нездатних до самостійного існування.

Принцип мінімального різноманіття (принцип Ємельянова, Михалевича (1984 р.)).

Будь-яка багатоконпонентна система різного рівня інтеграції може існувати лише за умови певного (мінімального) різноманіття своїх компонентів. Нижче мінімального рівня знаходиться критичний, досягнення якого призводить до руйнування системи.



Рис. 4.3. Ємельянов Ігор Георгійович (Yemelyanov Ihor Georgiyovych) [23]
український біолог, теріолог, еколог.

В біо- та екосистемах як дисипативних системах (відкритих, що перебувають у стані рухомої рівноваги і здатні до саморегуляції та самовідновлення) при досягненні мінімального різноманіття включаються механізми гомеостазу, які перешкоджають порушенню їхньої цілісності та деструкції (на популяційному рівні це підвищення гетерозиготності, на екосистемному – сукцесійні процеси). Цей принцип пояснює, що різноманіття біоценозів є невід'ємною умовою стійкості біосфери та існування її як цілісної системи, оскільки перебування всіх біогеоценозів одночасно у стані клімаксу призвело би до руйнування біосфери внаслідок розчленування її на окремі замкнені біогеоценози та порушення цілісності.

Принцип альтернативного різноманіття (принцип Ємельянова (1992 р.)).

Функціональна стійкість системи обумовлена компенсаторними альтернативними змінами різноманіття в структурі взаємодіючих підсистем.

Таким чином, будь яка зміна різноманіття в структурі управляючої підсистеми викликає протилежно спрямовані (альтернативні) зміни різноманіття в структурі підлеглих підсистем, що управляються. Так, зміни різноманіття підсистем абіотичних компонентів супроводжуються відповідними альтернативними змінами різноманіття підсистеми біотичних компонентів. Культивування сільськогосподарських рослин потребує урізноманітнення абіотичних компонентів агробіогеоценозів (внесення добрив, проведення спеціальних прийомів обробки

грунтів та посівів, зрошення, боротьба зі шкідниками тощо).

Правило А. Уоллеса (1859 р.).

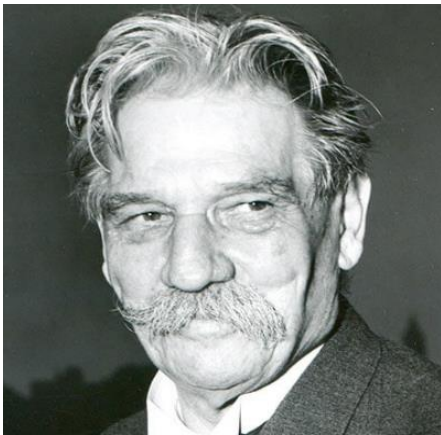
По мірі просування з півночі на південь видове різноманіття зростає, тому що північні біоценози історично молодші та зазнають нестачі сонячної енергії.

Принцип стабільності екосистем.

Видове різноманіття екосистем забезпечує їхню стабільність. Сильні коливання чисельності характерні для простих екосистем і зрідка спостерігаються у багатокомпонентних екосистемах.

Правило множинності екосистем.

Множинність конкурентно взаємодіючих екосистем обов'язкова для підтримки надійності та стабільності біосфери.



Принцип благоговіння перед життям
(принцип Альберта Швейцера (1915 р.)).

Будь-які прояви життя – цінність. Існування вищих форм життя за рахунок нижчих є вимушеним.

Рис. 4.4. Альберт Швейцер (*Albert Schweitzer*) [24] німецький філософ, місіонер, лауреат Нобелівської премії миру (1952 р.).

Принципи взаємозв'язку «біоценоз-біотоп», які екстраполюють також на систему «фітоценоз – екотоп».

Принцип різноманіття (принцип А. Тінемана (1918 р.)).

Чим різноманітніше умови біотопу (екотопу), тим більше видів у біоценозі (фітоценозі). *Наприклад, тропічні фітоценози в умовах сприятливого середовища складає велика кількість видів і важко зустріти місце, де поряд виростають дві особини одного виду.*

Принцип відхилення умов (принцип А. Тінемана (1918 р.)).

Чим більші відхилення умов біотопу (екотопу) від норми, тим бідніший видами і специфічніший біоценоз (фітоценоз), а чисельність особин окремих видів, що його складають, вища. *Найчастіше цей принцип яскраво виявляється в екстремальних екотопах, в яких завжди мало видів, але число їх особин зазвичай велике, спостерігаються спалахи масового розмноження організмів.*

Принцип повільності змін середовища (принцип Г.М.Ф. Ранца (1952 р.)).

Чим повільніше змінюються умови середовища (біотопу, екотопу) і чим триваліше він залишається незмінним, тим багатше видами біоценоз (фітоценоз) і тим більше він урівноважений та сталий. *Отже, чим швидше відбуваються перетворення природи, тим важче видам встигнути пристосуватися до цих перетворень, що призводить до збіднення складу угруповань.*

Принцип видо-родового представництва (принцип І. Ілліеса (1973 р.)).

Оскільки два види навіть близькоспоріднені не можуть займати однакові екологічні ніші в одному біотопі, багаті видами роди зазвичай наведені і біоценозі (фітоценозі) одним своїм представником. *Цей принцип за суттю є наслідком принципу конкурентного виключення Гаузе.*

Постулати та гіпотези сучасної теорії біорізноманіття [25, 26]:

- 1) спалахи та спади біорізноманіття – це об’єктивні процеси, які мають хвилеподібний, нерівномірний, різноб’ємний, різномасштабний, просторово-часовий характер у різних царствах живої природи;
- 2) ці процеси об’єктивно тихо- чи номогенезисно, ди- чи конвергентно націлені на добір стійких форм у кожену епоху чи період земного життя;
- 3) процесам спалахів та спадів біологічного різноманіття властиві прояви нерівномірності змін основних чи нейтральних ознак і властивостей усіх форм організованості живого;
- 4) сучасний період фіксованого зменшення біорізноманіття є достатньо коротким і, можливо, проходить тільки відносно певних розмірностей, тому що мало вивченими залишаються його зміни на мезо-, мікро- та субмікроскопічних рівнях;
- 5) кількісне видове зменшення біологічного різноманіття, може не збігатися з внутрішньовидовим;
- 6) відчутні та помітні зміни біорізноманіття – це такий етап еволюції життя, що об’єктивно забезпечує новий спалах його зростання в осяжних або неосяжних для сучасного наукового бачення часових масштабах.

Поняття «різноманіття» є універсальним, що застосовується на рівнях хімічних елементів, молекул, клітин, тканин, органів, організмів, угруповань, екосистем. Воно може бути в однаковій мірі віднесено і до форм речовини, і до форм енергії та інформації, оскільки є атрибутом матеріального та ідеального світу, котрі функціонують та виявляють себе через різноманіття. Біологічне різноманіття має адаптивний, самоузгоджений характер і тісно пов’язано з середовищем, котре з одного боку є джерелом речовин, енергії та інформації для розвитку, а з іншого – виступає засобом добору систем адекватних за своїми параметрами умовам середовища. Біологічне різноманіття – фундаментальна властивість біосфери, результат глобальної неоднорідності біологічної форми руху матерії у просторі та часі. Воно є багатоаспектним і різномасштабним, що відображує різноманіттям самого різноманіття та актуалізує пошуки критеріїв диференціації.

Основними категоріями біорізноманіття на думку сучасних вчених є:

- 1) різноманіття індивідуальних організмів за віком, життєвим станом та статтю;
- 2) різноманіття популяцій за їхніми структурними типами;
- 3) різноманіття видів, або, точніше генотипів;
- 4) різноманіття угруповань (ценотичне);
- 5) різноманіття екосистем.

Особливу категорію різноманіття складають ряди динаміки тієї або іншої екосистеми у часі [14, 18].

Бойчук Ю. Д. [27], Кляченко О. Л. [28] виділяють такі форми біорізноманіття:

- таксономічне чи видове різноманіття, що охоплює три рівні: 1) видовий (центральний, базовий); 2) популяційно-генетичний з підрівнями популяцій, генотипів, генів; 3) філетичний з підрівнями надвидових таксонів зростаючого рангу;
- екологічне біорізноманіття (життєвих форм, екологічних і функціональних груп, екологічних ніш тощо);
- структурне біорізноманіття (відповідно рівням організації життя);
- генетичне різноманіття (підвидів, рас, сортів, штамів, клонів, різновидів, генофонд диких і культурних організмів);
- різноманіття за інтенсивністю і збалансованістю біологічного колообігу.

Визначення поняття «біологічне різноманіття», надане в офіційних міжнародних документах [19, 20], передбачає можливість виділення принаймні трьох його структурних рівнів, а саме:

- 1) генетичне різноманіття (*Genetic diversity*);
- 2) організмове різноманіття (*Organismal diversity*);
- 3) екологічне різноманіття (*Ecological diversity*) (рис. 4.5).

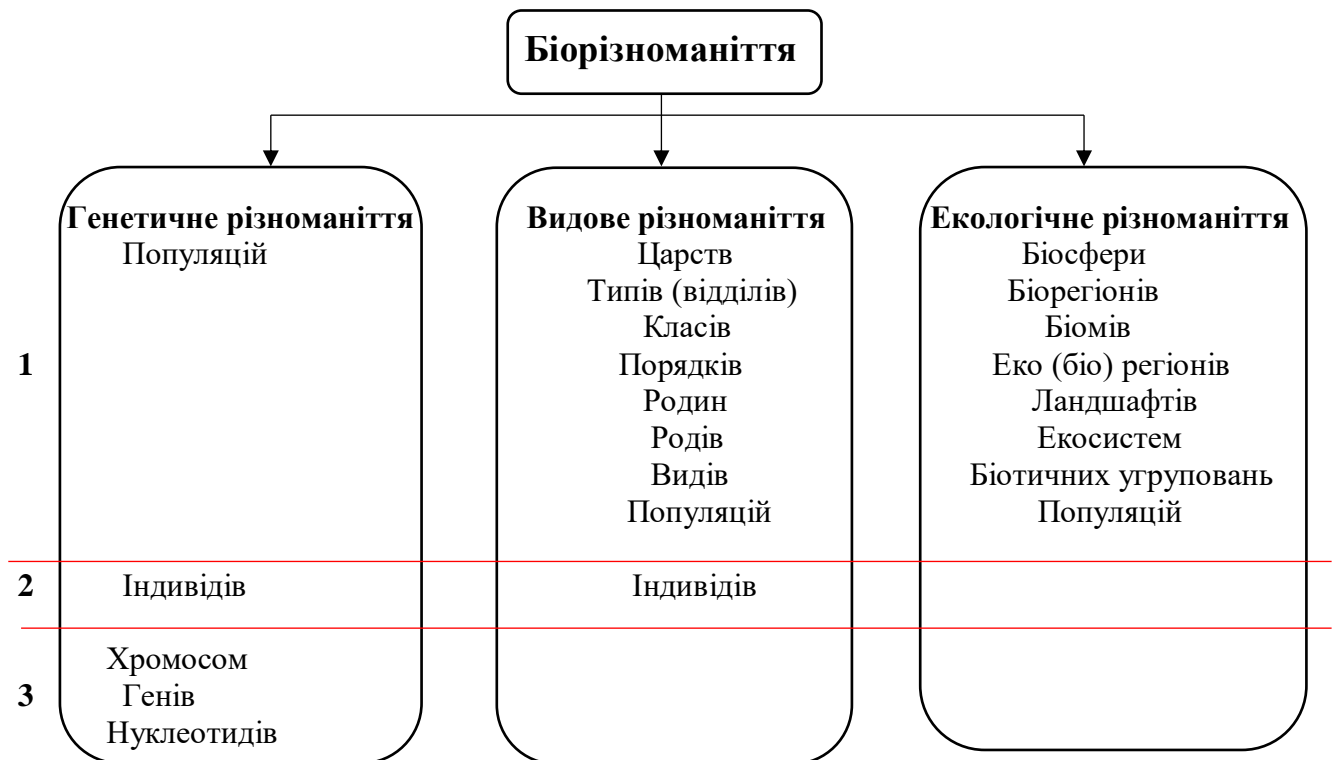


Рис. 4.5. Схема рівнів біорізноманіття: 1 – надорганізмівий рівень; 2 – організмівий рівень; 3 – суборганізмівий чи внутрішньоорганізмівий рівень.

О. О. Протасов [18], пов'язуючи типологію рівнів біорізноманіття зі структурованістю живої речовини біосфери і звертаючи увагу на його циклічний характер (на відміну від класичного поступально-ієрархічного) і тісний зв'язок із різноманіттям косної та біокосної речовин, пропонує виділяти такі шість рівнів:

- 1) різноманіття біосфери (*biosphere diversity*);
- 2) різноманіття речовин біосфери (*environmental diversity*);
- 3) біологічне різноманіття – різноманіття живої речовини, представлене різноманіттям

- індивідуальної живої речовини та різноманіттям екоморф (*biological diversity*);
- 4) біотичне різноманіття асоціацій індивідів та екоморф (істинних популяцій, ценопопуляцій, консорцій) (*biotic diversity*);
 - 5) біотичне різноманіття угруповань (*biodiversity*);
 - 6) різноманіття екосистем (*ecosystem diversity*) (рис. 4.6).

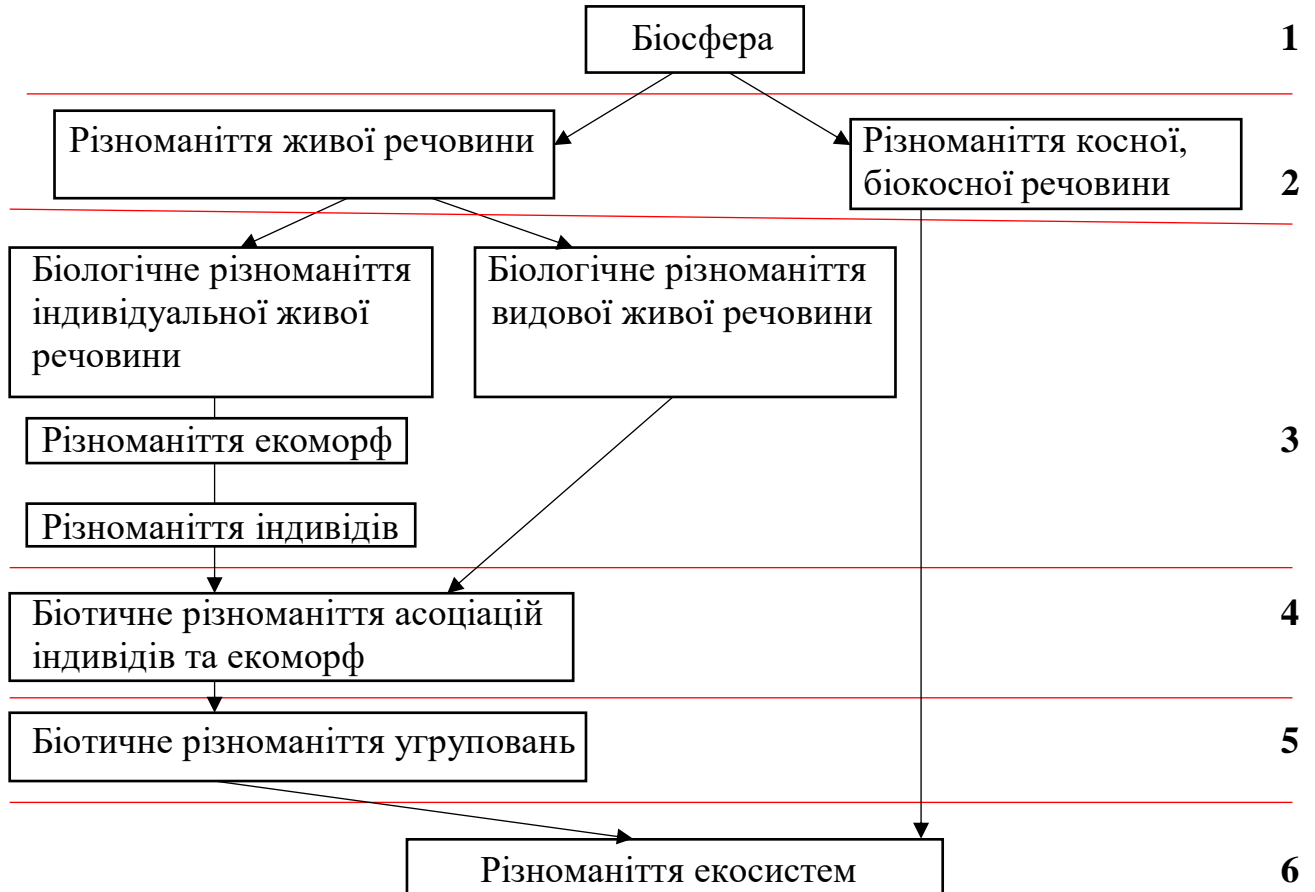


Рис. 4.6. Схема рівнів біорізноманіття [18].

Відповідно до рівнів організації життя Ю. Р. Шеляг-Сосонко, І. Г. Ємельянов [3, 22] виділяють наступні рівні в структурі біологічного різноманіття:

- 1) генетичне (внутрішньорганізмне) різноманіття – різноманіття генотипів;
- 2) внутрішньовидове (популяційне) – наявність різновидностей популяцій в межах виду;
- 3) видове різноманіття (організмове, базовий рівень для надорганізмових ієрархічних рівнів) – кількість та різноманіття видів певної території;
- 4) ценотичне різноманіття – кількість та різноманіття ценозів, здатних асоціюватися в різній мірі стабільні, стійкі системи;
- 5) екосистемне – різноманіття елементарних екосистем, що складаються з одного типу або комплексу консорцій та екопопуляцій і входять до складу біосфери - екосистеми глобального масштабу.

Схематичне відображення взаємодії рівнів організації біологічного різноманіття відображує рисунок 4.7.

Такий підхід вчених до диференціації рівнів біологічного різноманіття акцентує увагу на його віяльному, дивергентному типі структурної організації,

Біосфера

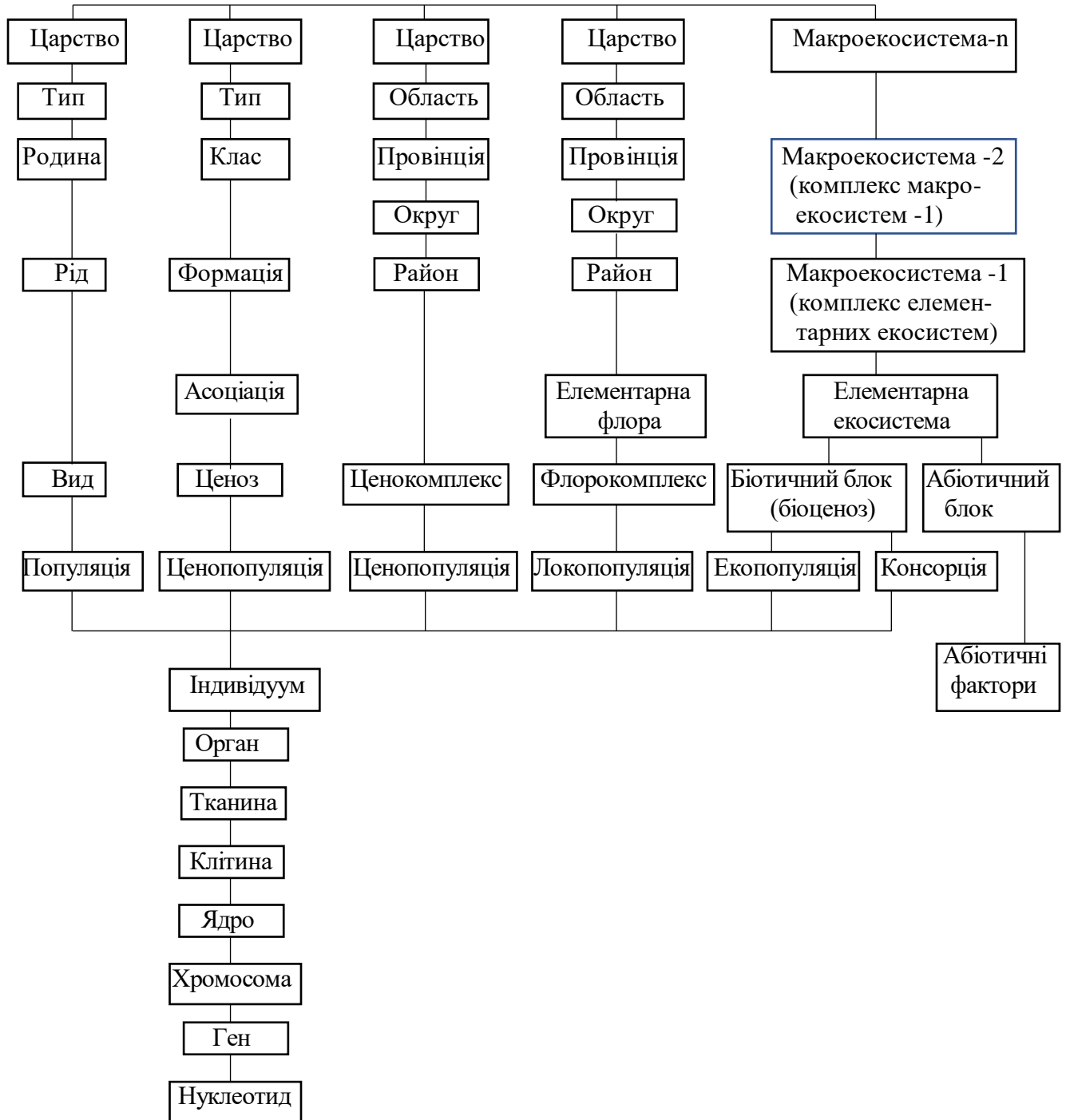


Рис. 4.7. Схема ієрархічних рівнів біологічного різноманіття [3, 22].

коли від базових рівнів відходять похідні. По мірі віддалення від базового похідні рівні все менш і менш жорстко пов'язані між собою і тим більше з базовими, утворюючи всі разом ієрархічну систему, яка функціонує переходячи циклічно з одного стану в інший і формує неперервну сітку взаємодій. Перший рівень – внутрішньоорганізмовий жорстко детермінований, у структурі якого виокремлені власно генетичні рівні (нуклеотидів, генів, хромосом, ядра у всіх еукаріотичних організмів) та умовно генетичні рівні (клітин, тканин, органів, організмів). Другий рівень – організмовий є базовим для віяла надорганізмових

ієрархічних рівнів, принциповою особливістю яких є те, що всі вони уявляють собою сукупності індивідуумів, організованих за рахунок зв'язків різних типів. Для рослинного світу передусім можна виділити генетичну лінію з базовим рівнем популяція та наступною ієрархією одиниць (підвид, вид, рід, родина, тип, царство). Ценотична лінія формується на основі здатності особин ценопопуляцій різних видів асоціюватися у різному ступеню стабільні, стійкі фітосистеми. Її базовим рівнем є ценоз із наступною ієрархією одиниць: асоціація, формація, клас формацій, тип, царство. На основі цієї лінії формується лінія біосистем. Лінія територіальної неповторності спільності сукупностей локопопуляцій різних видів різного географічного походження має базовий рівень флористичний комплекс та похідні елементарна флора, флористичний район, округ, провінція, область, царство. Лінія територіальної неповторності сукупностей угруповань має базовий рівень ценокомплекс та наступні - район, округ, провінція, область, царство. Функціональна лінія уявляє системи топічних, трофічних, фабричних і т. д. пов'язаних між собою та з фізичним середовищем існування сукупності особин і популяцій, які утворюють функціональну єдність. Базовим тут є рівень елементарної екосистеми, який включає підсистеми абіотичних і біотичних компонентів, а її елементами є консорції та екопопуляції. Елементарні екосистеми входять до складу макросистем першого порядку, які в свою чергу формують макроекосистеми другого та наступних порядків. Як зазначено на схемі, в основі всіх ліній ієрархічного різноманіття знаходяться організм і популяція як базові одиниці дивергентного типу структурної організації біорізноманіття [3, 22].

Для оцінки біологічного різноманіття американський еколог Роберт Віттекер [29] в 1973 році запропонував використовувати дві його форми, а саме:



Рис. 4.8. Роберт Гардінг Віттекер (Robert Harding Whittaker) [34] американський еколог, фітоценолог.

1) інвентаризаційне різноманіття – форма оцінки різноманіття екосистем різного масштабу як єдиного цілого, тобто внутрішнього різноманіття системи; 2) диференційне різноманіття – форма оцінки різноманіття між екосистемами, що характеризує ступінь відмінності або подібності місцезнаходжень чи вибірок з точки зору градієнта середовища, тобто різноманіття між системами. Кожна з форм (груп) включає показники оцінки різноманіття декількох типів, запропоновані в 1960 році Р. Віттекером [30, 31] та доповнені в 1979 р. Крюгером і Тейлором [28, 32, 33], зокрема:

- альфа різноманіття (*видове багатство угруповання, різноманітність усередині місцевиростання*) – показник складності фітоценозу, що, в найбільш простому варіанті, визначається числом видів на одиницю площі з урахуванням кількісних співвідношень цих видів;

- бета-різноманіття (*різноманіття угруповань, різноманіття місцевиростань*) - показник, що вимірює ступінь диференціації розподілу видів за градієнтами місцевиростань, тобто швидкість змін флористичної композиції угруповання впродовж просторових та екологічних градієнтів ландшафту, найбільш простою мірою оцінки якого є відношення числа видів в усіх угрупованнях до числа видів у середньому на одне угруповання;
- гамма-різноманіття (*видове багатство ландшафту, загальна різноманітність*) - добуток середнього числа видів в угрупованні на число типів угруповань;
- дельта-різноманіття (*географічна диференціація вздовж кліматичних градієнтів*) - різноманіття, що пов'язане зі змінами кліматичних факторів і виявляється у змінах рослинних зон, провінцій тощо (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Форми і типи (показники оцінки) різноманіття

Форми різноманіття	
Інвентаризаційне	Диференційне
(α) Альфа-різноманіття – показник оцінки внутрішнього різноманіття угруповання	(β) Бета-різноманіття – показник оцінки різноманіття між різними угрупованнями вздовж градієнта середовища
(γ) Гамма-різноманіття – показник оцінки різноманіття ландшафту, що включає більш ніж один тип угруповання, конкретну флору або фауну	(δ) дельта-різноманіття – показник оцінки різноманіття за географічною диференціацією, змінами угруповань впродовж кліматичних градієнтів або між географічними регіонами
(ε) Епсилон-різноманіття – показник оцінки різноманіття біому, географічного регіону, який включає різні ландшафти	(ω) Омега-різноманіття – показник оцінки різноманіття біомів у межах епсилон-різноманіття (для його визначення використовуються ГІС)

Для оцінки біорізноманіття використовують понад 40 індексів. Інвентаризаційне різноманіття зазвичай оцінюють за допомогою унарних індексів (мір різноманіття чи вирівняності видового складу), а диференційне – за допомогою n-арних (найчастіше бінарних) (мір схожості, через порівняння та виявлення подібних елементів екосистем). Найчастіше застосовують наступні індекси (міри) різноманіття:

$$\text{Індекс Маргалєфа} \quad H_{mg} = \frac{S-1}{\log N}$$

де S – число виявлених видів, N – загальне число особин усіх S видів.

$$\text{Індекс Шеннона} \quad H = \sum p_i \log p_i$$

де p_i - доля особин i -го виду.

$$\text{Індекс Макінтоша} \quad H = \sqrt{\sum_{i=1}^N n_i^2}$$

де n_i – число особин i -го виду, N – загальне число видів в угрупованні, $S = \sum_{i=1}^N n_i^2$.

$$\text{Індекс Сімпсона} \quad H = \sum \frac{n_i(n_i-1)}{N(N-1)}$$

де n_i – число особин i -го виду, N – загальне число видів в угрупованні.

Ю. Р. Шеляг-Сосонко [16] підкреслює, що «на Земній кулі біорізноманітність – єдина система, яка уособлює все різноманіття, складність і функції життя, оскільки вона і є самим життям». Біорізноманіття забезпечує основні функції біосфери, неперервність життя у просторі та часі, гомеостаз і розвиток екосистем, є джерелом ресурсів, натхнення, насолоди. Особливе значення біорізноманіття має передусім для людини, бо визначає всі її як індивідуальні, так і соціальні модуси, включаючи економіку, політику, право, психіку, характер, поведінку, здібності, культуру, світогляд, менталітет. У найзагальнішому розумінні біорізноманіття безпосередньо чи опосередковано визначає також духовність людини (власну, об'єктивну та завершену), етнічно-національну диференціацію суспільства, розвиток мистецтва та науки.

Визначення цінності біорізноманіття є складним завданням, що зумовлене такими основними причинами: 1) значення біорізноманіття є відображенням основоположних людських цінностей, а такі цінності суттєво відрізняються у різних суспільствах і для різних особистостей; 2) цінність – динамічна і змінюється з часом та залежить від конкретної ситуації. Цінність біорізноманіття найчастіше визначають відповідно до двох основних категорій, а саме:

1. Утилітарна цінність (інструментальна, зовнішня цінність чи цінність використання) – визначається використанням об'єкту або значущістю його функцій і вимірюється найчастіше у контексті корисності організму для людей (наприклад, використання для виготовлення продуктів, ліків тощо). Ця категорія може також символізувати цінність організму для інших істот або його екологічну цінність. Утилітарна цінність включає: 1) цінність прямого використання (цінність товарів) – цінність тих товарів, які можуть споживатися безпосередньо, як от їжа, волокно, ліки, деревина; 2) цінність непрямого використання – цінність тих послуг, які підтримують товари, що споживаються, включно з функціями екосистем, такими як колообіг елементів і поживних речовин; 3) цінність пасивного використання (цінність невикористання або пасивна цінність) – це цінність речей, які людство не використовує зараз, однак зникнення яких вважається втратою, до складу якої входять: а) цінність існування – цінність усвідомлення того, що певний організм існує, хоча ми його ніколи не використовуємо або ніколи не побачимо; б) спадкова цінність – цінність впевненості в тому, що щось існуватиме й надалі для майбутніх поколінь; в) потенційна або альтернативна цінність – це ще невизнана цінність чогось (наприклад, майбутня цінність рослинного виду як лікарського засобу), що вимагає збереження об'єкту як товару чи послуги майбутнього; г) стратегічна цінність видів, екосистем, як показників, індикаторів, способу вимірювання стану, якості, об'єктів чи процесів (наприклад, якості середовища існування, стану здоров'я населення тощо).
2. Внутрішня цінність або самоцінність – це цінність, що не залежить від значення чогось або когось для будь-кого чи будь-чого; це цінність права на існування кожної і всіх істот живої речовини, незалежно від їхньої утилітарної цінності. Усе має однакове право на існування лише з огляду на факт самого існування (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Категорії цінності біорізноманіття

Цінність біорізноманіття				
Утилітарна (зовнішня, інструментальна) цінність				Внутрішня (самоцінність)
Прямого використання	Непрямого використання	Пасивного використання		
харчові продукти, паливо, лікарська, будівельна, текстильна сировина, папір тощо	регулювання глобальних атмосферних процесів, клімату, гідросфери, ґрунтів, колових елементів, поширення організмів, генетична бібліотека, контроль шкідників і хвороб, об'єкти туризму і рекреації, науково, освітня, культурна, духовна, екологічна, естетична цінності	потенційна (альтернативна) цінність, цінність існування, спадкова цінність	майбутня цінність товарів і послуг, цінність знання того, що щось існує, цінність впевненості в тому, що щось існуватиме й надалі для майбутніх поколінь	усі створіння природи є цінними за своєю суттю, усі мають право на існування, а людство зобов'язано поважати та зберігати кожен об'єкт природи; кожна форма життя є унікальною, неповторною та заслуговує на повагу, незважаючи на її значення для людини

Біорізноманіття – це не лише феномен, але й ноумен структурної організованості та організації життя, включаючи його біокосні структури, без яких воно просто не існує, як не існує жоден організм без екологічної ніші. Загроза втрати біорізноманіття – це реальна проблема закорінена у свідомості, культурі, менталітеті *Homo sapiens*, що стосується цивілізації загалом і кожної особистості зокрема та вимагає системного усвідомлення та якнайшвидшого й ефективного розв'язання. Основними загрозами для біорізноманіття на теперішній час визнані наступні процеси та їхні наслідки:

- деградація екосистем – процес зміни складу та функціонування екосистем, який виявляється в їхньому спрощенні аж до повного завмирання біологічного життя чи заміни первісної флори та фауни новими комплексами, характеризується втратою середовища існування чи суттєвим погіршенням його якості;
- фрагментація екосистем – наслідок деградації, що найчастіше виявляється у розділенні на дрібні частини колись цілісних систем (екосистеми, ландшафту) і супроводжується: а) зменшенням розміру ділянки, що стає критичним фактором-обмежувачем існування видів; б) підсиленням крайових ефектів; в) збільшенням ступеню ізоляції як бар'єру розповсюдження і розподілу, що може призвести до локального вимирання внаслідок інбридингу;
- інвазія – процес розселення випадково занесених алохтонних видів рослин і тварин на нові території, який супроводжується витісненням аборигенних видів з їхніх екологічних ніш та загибеллю корінних видів, змінами біорізноманіття, продуктивності та стабільності ценозів, руйнуванням структури та функціонування екосистем;
- надмірна експлуатація (пряма та непряма), що пов'язана з надмірним і неефективним використанням видів як товарів і послуг;
- забруднення – внесення в навколишнє середовище або виникнення в ньому нових, зазвичай йому нехарактерних фізичних, хімічних і біологічних речовин (агентів) чи перевищення природного середньо багаторічного рівня концентрації

забруднювачів у середовищі, що шкодять природним системам і людині;
 - глобальні зміни клімату, які супроводжуються змінами географічного розподілу типів рослинності та фауни і можливими докорінними змінами складу та організацій (функціонування) екосистем.

Слід акцентувати увагу і на об'єктивному факті існування синергічного ефекту загроз, внаслідок якого їхня взаємодія призводить до впливів набагато потужніших, ніж проста сума індивідуальної дії кожної з них на складні системи.

Розуміння сутності, цінності, загроз для біорізноманіття є відправним етапом його збереження, розробки ефективної системи моніторингу та комплексних заходів охорони як невід'ємної умови забезпечення стійкості угруповань, стабільного існування екосистем і сталого розвитку суспільства. Чим вище різноманіття системи, тим більш стійка вона до зовнішніх впливів і, навпаки, чим нижче її різноманітність, тим чутливіша система до факторів, які впливають на неї. Критичне зменшення біорізноманіття ставить людство на межу самознищення. Багатобічне вивчення феномену різноманіття актуалізує в якості першочергових завдань фундаментальної екології вирішення таких питань, як:

У зв'язку з чим в ході еволюції спостерігається ускладнення біо- та екосистем і підвищення різноманіття загалом?

Які механізми є основою формування біорізноманіття?

Якими є критичні параметри різноманіття на різних рівнях організації життя при дії екологічних факторів?

Тощо.

В теорії та методології фундаментальних досліджень сучасної екології хаос ще мало усвідомлюється як феномен усіх рівнів організованості життя, що виявляється у різних просторово-часових масштабах розташування та переміщення молекул, клітинних органел, цитоплазми, соматичних і статевих клітин, внутрішньоорганізмових рідин, самих організмів, їхніх діаспор, у різних комбінаціях та композиціях організмів, біогеоценозів і динамічності меж екосистем і біосфери [35, 36].

Хаос (від давньогрец. «χάος» від «χαίνω» - зяання, простір) – породження вічного часу, безладдя, плутанина, суміш, сумбур, анархія, невпорядкована та непередбачувана поведінка елементів системи. Поняттям «хаос» у природознавстві описують нез'ясованість причин, випадковість, малу імовірність чи відсутність повторень в явищах і процесах, практичну неможливість прогнозування, відсутність помітних, типових чи звичних закономірностей просторово-часових масштабів структури, складу, будови, зв'язків тощо. Вчені Престон Джеймс та Джеффри Мартін, Ілля Пригожин [37, 38] вказують, що можливо «порядок» і «хаос» існують в людській свідомості у вигляді уявних суджень, можливо «хаос» є деякою своєрідною формою порядку, яку людина ще не зрозуміла або нездатна сприймати внаслідок наявних логічних і почуттєвих обмежень.

Сучасні дослідження стверджують, що принципова різниця в поняттях «хаос» і «система» практично відсутня. Цілком імовірним є і те, що існують, як

і різновиди систем, різновиди чи специфічні форми хаосу, а тому ізоморфізм типів систем і хаосу є припустимим. Хаос як система з непізнаними закономірностями зв'язків складаючих елементів, усе ж має певний порядок об'єктів та явищ. Хаос, як тимчасовий чи довготривалий стан, у своїй сутності є також системою. Відтак, якщо ми визнаємо реальність існування систем самовідновлюваних, саморегульованих, простих і складних, великих і малих, замкнених і відкритих, самоорганізованих, динамічних, які розвиваються, деградують чи прогресують в певних своїх характеристиках, то слід визнавати, що ідентичними можуть бути й хаотичні утворення або форми хаосу [26, 35, 36]. Крім того, слід визначати можливим існування поряд із системотвірними та системоруйнівними факторами й відповідних хаосотвірних і хаосоруйнівних.

Хаос можна визначати як об'єктивну характеристику непізної системи або такої, чий опис або аналіз не дозволили отримати надійних результатів. З ортодоксальної точки зору системність угруповань є хаосом. Розташування та переміщення організмів, поява нових організмів, розвиток та поширення плодів, регенерація організмів, горизонтальна мозаїка угруповань, різномасштабні часові зміни – усе це може визначатися як хаос.

В. І. Шанда зазначає, що хаос є такою формою організованості, структури та еволюції угруповань, яка поки ще не подана у вигляді впорядкованих уявлень про будову, склад, взаємозв'язки та є у своїй послідовності та причинній залежності малопрогнозованою та малоз'ясованою. Усі три фундаментальні властивості всіх біологічних та екологічних систем – структура, функція та еволюція можуть бути описані та проаналізовані з позицій уявлень про хаос [26].

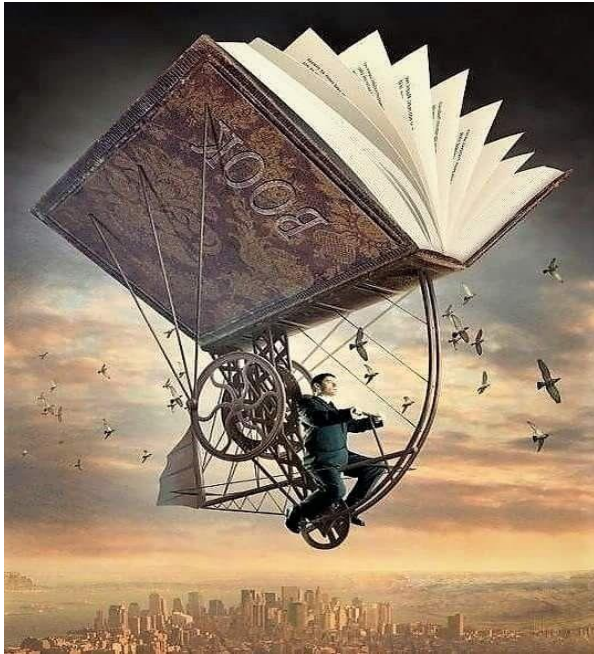
Екологічна роль хаосу визначається багатоспрямованими проявами потенціальних можливостей середовища організмів і самого угруповання. Ймовірнісні процеси обумовлюють хаотичну природу появи різних модифікацій, морфозів в екстремальних, особливо техногенних, умовах. З цих позицій адаптаціогенез, як і мутагенез, це імовірнісні процеси хаотичної, невизначеної природи. Хаос особливо чітко, об'єктивно виявляється в умовах природно чи антропо порушених земель, кар'єрно-відвальних урочищ, техногенних штучних субстратів. Він є невід'ємним атрибутом сингенезу, визначає закономірні етапи розвитку будь-яких угруповань, екосистем, виступає необхідною стадією їх перетворення та змін. Імовірнісні процеси анемо-, зоо-, гідро-, антропохорії, автохорність багатьох видів, невпорядкованість та циклічність виробничих циклів, випадковість порушення поверхні природного заростання в техногенних екотопах породжують розвиток хаосу на великих територіях зі специфічними типами утворення та зміни рослинних угруповань. Сукцесійні серійні угруповання за своєю суттю є рядами хаосу, де міра хаотизму зменшується по мірі наближення до більш стабільного стану. Разом з тим стабільним угрупованням теж притаманні риси хаосу, які відбивають особливості їхньої організованості, певні флуктуації або ознаки сукцесій. Хаос серійних рослинних угруповань виявляється у їхніх індивідуальних, еколого-таксономічних спектрах, пояснюється різною розбіжністю, варіабельністю та специфічністю складу, будови та взаємозв'язків.

Отже, наприкінці окреслення сутності лекційних питань можна виділити такі ключові аспекти теми:

- біорізноманіття – це феномен і ноумен організованості та організації життя, біосфери, це фундаментальна властивість біологічної форми руху матерії у часі та просторі, це категоріальне поняття, що визначає всі модули людини;
- універсальність, невичерпність, багаторівневність біологічного різноманіття є передумовою неоднозначності та незакінченості його дефініцій, множинності підходів до розуміння емерджентної природи, ієрархічності, структурованості, дивергентної сутності, класифікації рівнів, виділення форм, визначення показників оцінки та їхньої репрезентативності, з'ясування цінності;
- біологічне різноманіття є інтегральним поняттям, що описує варіабельність живої матерії, всіх екосистем, кожного угруповання, виду як результату еволюції на протязі певного часу під дією багатьох чинників середовища, які впливають на виживання, диференціацію ніш і накопичення видів. У широкому розумінні кожна система, кожне угруповання відзначається індивідуальною, груповою, таксономічною, екологічною, генетичною, еволюційною різноманітністю. При цьому таксономічна й екологічна (екоморфічна) різноманітність різних царств живої природи при тих чи інших змінах або стабільності, можуть не корелювати;
- різноманітність є атрибутивною для кожного етапу еволюції органічного світу і може оцінюватися на різних рівнях його організованості в ту чи іншу епоху чи період на основі атомно-ізотопних, молекулярних, клітинних, біофізичних, біохімічних, фізіологічних, біоенергетичних, мас-об'ємних і видових показників, від мікро- до мега розмірностей, ємності та сталості генетичної інформації, центичної значущості, дії природного добору, можливо залежних від ритмів біосфери, ближнього Космосу, Всесвіту;
- біорізноманітність – найцінніший природний ресурс, джерело стійкості та стабільного існування систем, що визначає нагальну потребу її збереження та охорони з метою забезпечення сталого розвитку суспільства у теперішньому та майбутньому;
- різноманіття (біотичне, біологічне, екосистемне, енвайронментальне) є чинником, що істотно впливає на формування етнічно-національних особливостей, і тому його втрати певним чином корелюють зі зникненням етнокультурної самобутності нації, національної ідентичності;
- предметом диверсикології слід вважати біорізноманіття та процеси його формування, зв'язки із різноманіттям середовища біотичних систем, механізми підтримання стабільного існування систем різного рівня (від угруповань до біосфери). Методи та методичні прийоми диверсикології покликані забезпечити одержання інформації та шляхів її аналізу в таких напрямках: склад біотичних компонентів (види, популяції, екоморфи тощо), екосистем різного рівня; кількісні співвідношення, відносна рясність цих елементів; характеристики середовища існування різноманітних різнорівневих біологічних систем тощо;
- подальший розвиток концепцій біорізноманіття та створення загальної теорії

диверсикології актуальний та важливий аспект досліджень фундаментальної екології;

- хаос є деякою своєрідною формою порядку, яку людина ще не зрозуміла або нездатна сприймати внаслідок наявних логічних і почуттєвих обмежень. Його можна визначати як об'єктивну характеристику непізнаної системи або такої, чий опис або аналіз не дозволили отримати надійних результатів;
- сучасна фундаментальна екологія визнає правомірність та доцільність опису й аналізу угруповань організмів на основі використання таких понять як «хаос» і «система», враховує явища та процеси системності та хаотичності атрибутами екологічних систем з різними проявами, припускає наявність ізоморфізму типів, різновидів хаосу аналогічних ізоморфізму систем, актуалізує наукову екологічну та біологічну проблему хаосу як таку, що вимагає подальшої розробки та різнорівневої деталізації.



Якщо ми добре обміркуємо, то побачимо, що знищення є ні чим іншим, як виникненням, а виникнення є ні чим іншим, як знищенням.

Джордано Бруно.

На земній кулі біорізноманітність – єдина система, яка уособлює всю різноманітність, складність і функції життя, оскільки вона і є самим життям, а іншого не дано.

Володимир Вернадський.

Я поважаю хаос. Але я не впевнений, що хаос поважає мене.

Боб Ділан.

ПИТАННЯ САМОКОНТРОЛЮ ТА ПОЛЕМІКИ:

1. Що таке диверсикологія? Які історичні умови сприяли її становленню?
2. Які міжнародні події суттєво вплинули на розвиток концепції біорізноманіття?
3. Що таке біологічне різноманіття, біорізноманіття? Хто і коли запропонував ці терміни?
4. Де і коли поняття «біологічне різноманіття» отримало офіційне визначення? Як воно формулюється?
5. Яке значення мають закони генетичної різноманітності та необхідного різноманіття? Як вони формулюються?
6. В чому полягає сутність правил повноти складових і переходу надлишку системних елементів у самозбереження?
7. Як формулюється правило конструктивної емерджентності? Хто його автор?
8. В чому полягає сутність правил різноманіття І.Г. Ємельянова? Як вони називаються та формулюються?

9. Які постулати визначають умови стабільності екосистем та біосфери?
10. Як формулюється та яке значення має принцип Альберта Швейцера?
11. Які принципи описують закономірності взаємозв'язку «біоценоз-біотоп»? Як вони формулюються, хто є автором?
12. Якими категоріями характеризується біорізноманіття?
13. Які форми різноманіття відомі Вам?
14. Які структурні рівні біологічного різноманіття дозволяє виділяти офіційне визначення цього поняття?
15. Які рівні різноманіття виділяють за критерієм циклічності та зв'язку з біокосною речовиною?
16. Які рівні біорізноманіття описують його ієрархічність та дивергентний тип структури? Хто є авторами цієї класифікації ієрархічних структурних рівнів?
17. Який базовий рівень має функціональна лінія ієрархічної структури біологічного різноманіття?
18. Які складові має внутрішньоорганізмova лінія біологічного різноманіття?
19. Який рівень біологічного різноманіття є базовим для віяла надорганізмowych ієрархічних рівнів?
20. Які форми різноманіття використовують для оцінки екосистем? Хто запропонував їх виділення?
21. Які показники використовують для оцінки різноманіття екосистем?
22. Які індекси оцінки різноманіття Вам відомі?
23. Які категорії використовують для визначення цінності біологічного різноманіття?
24. Які складові категорії охоплює утилітарна цінність біорізноманіття?
25. Які основні загрози для біорізноманіття Вам відомі? Які наслідки має їхній вплив?
26. В чому полягає сутність синергічного ефекту загроз?
27. Що таке хаос? Як це поняття співвідноситься з поняттями «порядок», «система»?
28. В чому виявляється хаос в екологічних системах? Яка його екологічна роль?
29. Чому хаос визначають атрибутом сингенезу? Чи притаманні риси хаосу угрупованням у стабільному стані? Пояснити відповідь.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Wilson E. O. The current state of biological diversity. Biodiversity. Washington: Nat. Acad. Press, 1988. Pp. 1-18.
2. Heywood V. N., Baste I. Introduction in Global Biodiversity Assessment. Cambridge: Cambridge Univ. press, 1995. Pp. 1-19.
3. Шеляг-Сосонко Ю. Р., Емельянов И. Г. Экологические аспекты концепции биоразнообразия. *Екологія та ноосферологія*. Дніпропетровськ, 1997. Т.3. № 1-2. С. 131-140.
4. Кляченко О. Л., Лісовий М. М., Кваско О. Ю. Основи біорізноманіття: підручник. Київ: Національний університет біоресурсів і природокористування України, 2022. 300 с.
5. Mac Arthur R. Fluctuation of animal populations, and measure of community stability. *Ecology*. 1955. 36. Pp. 353-356.
6. Margalef R. Perspectives of ecological theory. Chicago, London: Univ. Chicago press, 1969. 111 p.

7. Ситник К. М. Біотичне різноманіття: сучасний стан, близькі та віддаленні перспективи збереження, знищення та збагачення. *Український ботанічний журнал. Екологічні науки*. 2010. №3. С. 26-32.
8. Ситник К. М., Протасов О. О. Міжнародний рік біорізноманіття та перспективи розвитку диверситології. *Вісник НАН України*. 2010. №3. С. 13-16. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_met_a&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=vnanu_2010_3_2 (дата звернення: 10.07.2023).
9. Thomas Lovejoy: Flickr. URL: <https://www.flickr.com/photos/marina-silva/4572980966/>. (дата звернення: 10.07.2023).
10. Едвард Осборн Вілсон: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%B4%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%B4_%D0%9E%D1%81%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%BD_%D0%92%D1%96%D0%BB%D1%81%D0%BE%D0%BD (дата звернення: 10.07.2023).
11. Giller P.S. Community structure and the niche. London: Chapman and Hall, 1984. 176 p.
12. Pielou E.C. Ecological diversity. New York: Gordon Breach Sci. Publ., 1975. 424 p.
13. Мусієнко М. М., Серебряков В. В., Брайон О. В. Екологія. Охорона природи: словник-довідник. Київ: Знання, КОО. 2002. С. 375.
14. Гродзинський Д. М., Шеляг-Сосонко Ю. Р., Черевченко Т. М. Проблеми збереження та відновлення біорізноманіття в Україні. Київ: Академперіодика, 2001. 640 с.
15. Kratochwil A. Biodiversity in ecosystems: some principles. Biodiversity in ecosystems: principles and case studies of different complexity levels. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Acad. Publ. 1999. Pp. 5-38.
16. Шеляг-Сосонко Ю. Р. Біорізноманітність: концепція, культура та роль науки. *Український ботанічний журнал*. 2008. Т.65. № 1. С. 3-25. URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/9766/1-%20Shelyag-Sosonko.pdf?sequence=1> (дата звернення: 10.07.2023).
17. Конвенція про охорону біологічного різноманіття від 05.06.1992р. URL: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/995_030. (дата звернення: 10.07.2023).
18. Протасов О. О. Биоразнообразие и его оценка. Концептуальная диверсикология. Киев: НАН Украины Ин-т Гидробиологии, 2002. 105 с.
19. Global Biodiversity Assessment. Cambridge: Cambridge Univ. press, 1995. 1140 p.
20. Global Biodiversity Strategy. Washington, DC: UNEP, 1992. 244 p.
21. The Pan-European Biological and Landscape Diversity Strategy. Amsterdam: UNEP, 1996. 50 p.
22. Емельянов И. Г. Разнообразие и его роль в функциональной устойчивости и эволюции экосистем. Киев: Межд. Соломонов ун-т, НАН Украины, Ин-т зоологии им. И.И. Шмальгаузена, 1999. 168 с.
23. Емельянов Ігор Георгійович: веб-сайт. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%84%D0%BC%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D1%8F%D0%BD%D0%BE%>

- [D0%B2_%D0%86%D0%B3%D0%BE%D1%80_%D0%93%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B3%D1%96%D0%B9%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87](#)
(дата звернення: 11.07.2023).
24. Альберт Швейцер: веб-сайт. URL: <http://100v.com.ua/ru/Shveycer-Albert-person>
(дата звернення: 11.07.2023).
 25. Шанда В. І. Аспекти фундаментальної екології: проблеми та передумови диференціації. *Екологія та ноосферологія*. Дніпропетровськ, 1999. Т.8. № 4. С. 138-145.
 26. Шанда В. І. Теоретичні проблеми екології та біогеоценології. Кривий Ріг: Вид-во Р.А. Козлов, 2013. 247с. URL: <https://doi.org/10.31812/123456789/4871>
(дата звернення: 11.07.2023).
 27. Бойчук Ю. Д., Солошенко Е. М., Бугай О. В. Екологія та охорона навколишнього середовища: навчальний посібник. Суми: Університетська книга, 2002. 284 с.
 28. Кляченко О. Л., Лісовий М. М., Кваско О. Ю. Основи біорізноманіття: підручник. Київ: НУБіП, 2022. 300 с.
 29. Handbook of vegetation science. Ordination and classification of vegetation. / Ed. by R.H. Whittaker. Hague: Dr. W. Junk B.V., 1973. Pt. 5. P. 717–726.
 30. Whittaker R. H. Communities and Ecosystems. New York: Macmillan, 1970. 162 p.
 31. Whittaker R. H. Evolution of diversity in plant communities. *Brookhaven Symp. Biol.*, New York, 1969. №22. Pp. 178-196.
 32. Яцик А. В., Грищенко Ю. М., Якимчук А. Ю., Пашенюк І. А. Екологія біорізноманіття. Підручник. Київ: Генеза, 2013. 408 с.
 33. Біорізноманіття: екологічні аспекти: курс лекцій для здобувачів третього рівня вищої освіти зі спеціальності 101 Екологія. Київ: НУБіП, 2021. 160 с.
 34. Robert Harding Whittaker: Scientists. URL: <https://static.wikia.nocookie.net/classification-of-organisms/images/c/c6/Images%2816%29.jpg/revision/latest/thumb/nail/width/360/height/360?cb=20161211135359> (дата звернення: 11.07.2023).
 35. Шанда В. І., Маленко Я. В. Передумови теорії сингенезу: Хаос як атрибут сингенезу / рук. деп. Укр. ДНТБ, 01.12.1995, №2544. Ук.95. 9 с.
 36. Теоретичні проблеми біогеоценології: колективна монографія / В. І. Шанда, Е. О. Євтушенко, Н. В. Ворошилова, Л. В. Шанда, Я. В. Маленко, О. О. Кобрушко; наук. ред. Н. А. Белова. Кривий Ріг: Криворізький державний педагогічний університет. Видавець Чернявський Д.О., 2020. 330 с. URL: <https://doi.org/10.31812/123456789/4077> (дата звернення: 13.07.2023).
 37. James P. E., Martin J. All possible worlds: A History of Geographical ideas. Oxford: Oxford University Press, 2005. 624 p.
 38. Prigogine I. From Being to Becoming: Time and complexity in the physical sciences. San Francisco: W.H. Freeman and Company, 1980. 262 p.

ТЕМА 5. БУДОВА ЕКОСИСТЕМ І ПРОБЛЕМАТИКА ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.

Мета: закріплення знань про будову екосистем, вертикальну та горизонтальну стратифікацію угруповань; поглиблення уявлень про засади теорії парцел, парцелярність, стереоекологічний підхід у фундаментальній екології; формування навичок аналітичного, системного мислення, типологічного аналізу парцел на основі формалізації, опису стереоморфічних особливостей біо- та екосистем; розвиток глобального та екологічного мислення, фахових компетентностей.

План

- 1. Визначення, ознаки, функції, властивості будови екосистем (біогеоценозів).**
- 2. Підходи до вивчення будови біогеоценозів.**
- 3. Вертикальна та горизонтальна стратифікація угруповань.**
- 4. Горизонтальна структура біогеоценозів.**
- 5. Сучасний розвиток уявлень про парцели.**
- 6. Стереоекологічний підхід у фундаментальній екології.**

У тлумачних словниках української мови будова трактується як розміщення, взаємне розташування частин чого-небудь, побудова, структура [1, 2]. У фундаментальній екології будова – це просторова адаптивна організованість біогеоценозу (екосистеми), сформована тілами організмів різних царств живої природи, серед яких визначальна роль належить рослинам різних форм, що визначають контури біогеоценозу [3].

Будова як підсистема чи аспект структури, відзначається своєю активністю у формуванні та розвитку біогеоценозу, з реакціями спрощення, ускладнення, поповнення, відновлення, заміщення на всі збурюючі впливи. Вона характеризується більш або менш фіксованими тілами рослинних організмів, по різному рухомими формами тварин, локалізацією мікроорганізмів і грибів у горизонтальному і вертикальному просторі поширення. Будова є виразом нестабільності функціональної організованості біогеоценозу, залежної від багатьох внутрішніх і зовнішніх чинників різної природи та сили дії (концентрації, напруженості, діапазону).

Будову біогеоценозу можуть характеризувати такі положення:

- 1) будова є інтегрованою функцією складу біогеоценозу та його взаємодій з різними якісними та кількісними ефектами;
- 2) будова фізіономічно визначається складом і станом, груповими та індивідуальними особливостями видів різних царств живої природи і всього рослинного угруповання;
- 3) будові властиві горизонтальна та вертикальна членованість, які зумовлені специфікою абіотичного та біотичного середовища;
- 4) існування, зміни складу та будови взаємообумовлені та взаємозалежні;
- 5) будова має складну об'ємну конфігурацію та окреслюється межами вертикального і горизонтального поширення органів, частин рослин і, загалом, формою захопленого ними простору в період вегетації чи спокою.

б) рясність, щільність, трапляння, біомаса, розміри тіл організмів, насамперед рослин, залежать від умов формування, існування, функціонування та розвитку біогеоценозів [4, 5]

Компонентами будови є різнорівневі поєднання організмів, які виділяють на основі: 1) симбіотичній або паразитарній при епіоїкії (обростанні дерев, рідше чагарників, мохами та лишайниками) чи екзопаразитизмі грибів або паразитних рослинних форм; 2) на безконтактній і контактній основах при взаємопроникненні чи зростанні рослин і їхньому контактуванні з організмами різних царств живої природи.

Ознаками будови є:

- 1) невизначено складні стереометричні форми тіл складаючі елементів і компонентів;
- 2) розмірність (у лінійних, ємнісних одиницях і числах);
- 3) складна («топографічна») форма надземної та підземної поверхонь в різних проекціях, з просторовими нішами різних форм і об'ємів;
- 4) неоднакові щільність і типи розміщень елементів і компонентів у різних частинах тіла біогеоценозу;
- 5) тривалість існування тіл елементів і компонентів;
- 6) різна їхня здатність до росту, збільшення чи зменшення об'ємів і чисельності, самовідтворення, самовідновлення, переходу в інший стан у процесі старіння, відмирання та розкладання;
- 7) системність і хаос [4, 6].

Властивостями будови біогеоценозу є:

- | | |
|---------------------------|--|
| 1) структурованість; | 7) самоорганізація; |
| 2) шаруватість; | 8) саморегуляція; |
| 3) неоднорідність частин; | 9) просторові поширення (ценохорія) та |
| 4) розвиток; | скорочення з можливими конкурентними |
| 5) аб- і адаптивність; | явищами і процесами. |
| 6) взаємозалежність; | |

Будова виконує наступні функції: 1) поглинальна; 2) пропускна; 3) відбивна; 4) опорна; 5) захисна; 6) обмінна; 7) внутрішньо, та зовнішньо-середовищевірна. Відповідно до фіксованих станів, що змінюють один одного, відображуючи хід розвитку будови, ці функції змінюються, в різній мірі, з проявом нових якісних ефектів, продуцьованих ними.

Послідовність станів руху будови ілюструє хід її розвитку, що виявляється в ефектах: 1) взаємопроникнення тіл елементів, складаючих будову біогеоценозу; 2) формування специфічної архітектоніки; 3) змін візерунковості, мозаїк, композицій у горизонтальному та вертикальному розчленуванні тіла біогеоценозу; 4) змін загальної просторової організованості та форми тіла біогеоценозу як цілого.

Хід розвитку будови також відзначається: 1) спрощенням, ускладненням, змінами комбінацій, композицій видів, наростанням і втратою біомаси; 2) взаємним стримуванням формування біомаси в процесі механічних, конкурентних і хімічних взаємодій рослинних та інших тіл; 3) блокуванням нестримного розростання та розмноження; 4) поетапними розбіжностями вертикальних січень та горизонтальних композицій залежно від екологічної та онтогенетичної мінливості рослин тощо [5].

Отже, у будові біогеоценозу, в процесі його функціонування та розвитку, здійснюється добір ценотолерантних адаптивних просторових комбінацій і композицій видів, формування їх оптимальної організованості та стану організмів, перерозподіл просторів окремих видів, забезпечення урівноваженості елементів і компонентів.

Згідно з традиційними класичними підходами [7, 8, 9], будова біогеоценозу (фітоценозу) розглядається як:

- 1) вертикальна будова, основним елементом якої є ярус;
 - 2) горизонтальна будова, що виявляється у гетерогенності (мозаїчності) угруповань;
 - 3) геометрична будова, яка виявляється у просторовому розміщенні (архітектоніці) листків рослин фітоценозу у зв'язку з їх пристосованістю до умов виростання.
- Перші дослідження геометричної структури фітоценозів провів в 1880 році Візнер. Геометрична будова фітоценозу характеризується площею листків в одиниці об'єму фітоценозу на певній висоті та просторовою орієнтацією листків. Для вивчення геометричної будови фітоценозу часто використовують індекс листової поверхні (ІЛП) – відношення площі поверхні листків до площі поверхні ґрунту, над яким вони знаходяться. В угрупованнях пустель ІЛП становить долі одиниці, у більшості лучних фітоценозів 4-6, в смерековому (ялиновому) лісі - 12, тобто на 1 га лісу приходить 12 га листової поверхні.

Вертикальна структура біоценозу – це його будова у вертикальному вимірі. Різновисотність рослин та «різноглибинність» (різниця у розподілі корневих систем різних видів у ґрунтовому профілі) (надземна та підземна ярусність) – важливі осі диференціації екологічних ніш у фітоценозі.

Основним елементом вертикальної структури є ярус. Ярус – це частина шару рослинного угруповання, в якому розміщені асимілюючі органи (надземна ярусність, різновисотність) або корені та запасуючі підземні органи (підземна ярусність, різноглибинність). А.П. Шенніков визначає ярус як «структурну частину фітоценозу, відмежовану від інших ярусів не тільки морфологічно, флористично та екологічно, але й фітоценотично, так як у кожному ярусі є своя система взаємовідношень між компонентами та з тією частиною середовища фітоценозу, у якій вони існують» [10]. Ярусність, як явище вертикального розшарування біоценозів на різновисокі та різноглибинні структурні частини, є його невід'ємною структурною ознакою.

Вперше класифікацію ярусів здійснив у 1921 році Дю Рі (Du Rietz), поділяючи їх на деревний ярус, чагарниковий ярус, трав'янистий та мохово-лишайниковий. Першим називають верхній ярус. Основна причина розподілу рослин при надземній ярусності – кількість світла, що обумовлює особливості температурного режиму та режиму вологості на різних рівнях над поверхнею ґрунту у фітоценозі. Головною причиною підземної ярусності є ступінь зволоження ґрунту та багатство його поживними речовинами, а також зміни аерації ґрунтів з глибиною. Найбільш чітко яруси помітні у лісах помірних та тропічного поясів. Так, у широколистяних лісах можна виділити 5-6 ярусів: 1 ярус – ярус, утворений деревами першої величини (*дуб, в'яз, клен тощо*); 2 ярус (підпологовий) – ярус, утворений деревами другої величини (*горобина звичайна,*

дикі яблуні та груші, черемшина тощо); 3 ярус – ярус, складений з підліску, що утворений (кущами) чагарниками (*ліщина, крушина ламка, жимолость лісова, бересклет європейський тощо*); 4 ярус – ярус, складений з високих трав (*чистець лісовий тощо*); 5 ярус – ярус, складений з низьких трав; 6 ярус – приземний ярус, складений мохами та лишайниками. Ярусність виражена й в трав'янистих степових угрупованнях, але вона розмита і не така чітка як у лісових. В лісах завжди є й позаярусні (між'ярусні) рослини – це водорості та лишайники на стовбурах та гілках дерев, ліани, епіфіти, рослини-паразити. Підземна ярусність, як правило, є дзеркальним відбитком надземної стратифікації (ярусності): корені дерев йдуть глибше, ніж корені чагарників, а корені чагарників розташовані нижче за корені трав, безпосередньо на поверхні ґрунту розташовані ризоїди мохів. Різна глибина проникнення коренів – яскравий приклад диференціації екологічних ніш. Яруси мають різну протяжність (наприклад, деревний ярус може бути декілька метрів, а приземний моховий – лише декілька сантиметрів). Чим більше ярусів, тим більше видів уживається на одиниці площі. Кожний ярус характеризується певним мікрокліматом і складається, як правило, екологічно однорідних рослин, що мають схожі вимоги до умов середовища.



Рис. 5.1. Густаф Ейнар Дю Рі (*Gustaf Einar Du Rietz*) [11] шведський ботанік, еколог.

Рослини, що утворюють один ярус, впливають на рослини, котрі складають інші яруси. Ярусність дозволяє рослинам більш повно використовувати світовий потік – у верхніх ярусах розташовані рослини-світлолюби, в нижніх – тіньовитривалі, а в самих нижчих – тіньолуби. Ярусність зменшує конкуренцію між рослинами. Кожний ярус фітоценозу доповнює інший в сенсі використання умов середовища існування. Тому ярусне розташування надземних та підземних органів називають ярусним доповненням (Л.Г. Раменський).

Ярусність – це відбиток континуальності та дискретності вертикальної структури угруповань. Дискретність будови фітоценозу спостерігається за можливості візуально відносно чіткого виділення ярусів (характерна для лісів помірної зони). Коли яруси в фітоценозі не можливо візуально чітко виділити (наприклад, у тропічних лісах, луках та луково-степових фітоценозах) говорять про вертикальний континуум. Вертикальний континуум може поділятися на умовні шари – фітоценотичні горизонти, за аналогією з біогеоценотичними горизонтами Ю.П. Бялловича.

Ярусність фітоценозів обумовлює ярусну будову біоценозу та біогеоценозу загалом, так, як правило, тварини, птахи, комахи та інші організми обирають для існування той чи інший ярус. Наприклад, серед птахів є види, що будують гнізда тільки на землі (*курині, тетерева*), тільки у чагарниковому ярусі (*снігурі, славки, співучі дрозди*) або тільки у кронах дерев (*зяблики, щигли, крупні хижакі*). Серед комах виділяють наступні групи: мешканці ґрунтів геобій,

наземного, поверхневого шару – герпетобій, мохового ярусу – бріобій, травостану – філлобій, більш високих ярусів – аеробій. Ярусність властива й біоценозам морів та океанів. Різні види планктону дотримуються різної глибини в залежності від освітлення. Різні види риб мешкають на різній глибині в залежності від того, де вони знаходять їжу.

Суміщення в одному посіві рослин з різною висотою та глибиною кореневих систем використовується у сільському господарстві. *Наприклад, сидеральні культури (види з родини Бобові, Хрестоцвіті) з більш глибокими, ніж у зернових злаків кореневими системами можуть повертати у горизонт поширення коренів пшениці або кукурудзи елементи мінерального живлення добрив, вмитих у глибину ґрунту. Подібну функцію у посівах виконують бур'янові рослини, тому, якщо кількість бур'янів не перевищує порогу шкідливості (тобто рівня, з якого спостерігається суттєве зниження врожаю), їх наявність в агрофітоценозі корисна. Вони не тільки повертають в орний горизонт вмиті в глибину ґрунту добрива, а й накопичують в своїх запасаючих органах добрива, які вносять. В ході перегнивання їх запасаючих органів елементи мінерального живлення повертаються до ґрунтового розчину.*

У просторовому відношенні, крім вертикальної стратифікації, угруповання характеризуються горизонтальною неоднорідністю або гетерогенністю, що визначає особливості горизонтальної структури біоценозів. Ценотично обумовлена горизонтальна неоднорідність (гетерогенність) угруповань називається мозаїчністю.

Мозаїчність рослинних угруповань виявляється мозаїчним чергуванням невеликих ділянок, що відрізняються видовим складом, кількісним співвідношенням різних видів, будовою, зімкненістю, продуктивністю та особливостями середовища, котрі називають мікроугрупованнями (А. П. Шенніков (1921), Б. О. Биков (1953), П. Д. Ярошенко (1953)), мікроценозами (Л. Г. Раменський, О. О. Гроссгейм (1929)) чи парцелями (М. В. Диліс, 1969) [9].

Мікроугрупованнями – це просторово гомогенні та гомотонні плями (невеликі угруповання, мікроценози) рослин, що закономірно повторюються і характеризуються певним складом видів або їх кількісними співвідношеннями, пов'язаними з фітоценотичними причинами. Мікроугруповання, мікроценози біогеоценотичного змісту називають парцелями.

Мозаїчність може бути обумовлена біологічними, фітоценотичними та випадковими причинами. Вона може бути пов'язаною з біологією розмноження, формами росту (купини, грудки, куртини) наявністю та впливом сильного середоутворюючого виду (затінення, хімізм та фізичні особливості опаду, відмінності нанорельєфу). Різноманіття причин дозволяє виділяти такі форми мозаїчності:

- епізодична (або регенераційна, за Т. О. Роботновим (1983)) мозаїчність, обумовлена випадковими, стохастичними ефектами. Найчастіше вона пов'язана з відновлюваним процесом, коли спостерігається почергове перебування в одній екологічній ніші декількох видів (*наприклад, при загибелі дерев у лісі утворюються «вікна» (гепи), які заростають спеціально пристосованими до такого «ремонту» деревостану видами. Так у тайзі «вікна» заростають березою, вільхою та вербою, що відіграють роль рослин-«нянь» для ялини*);

- морфологічна або фітогенна (клонова, за Т. О. Роботновим (1983), біоморфологічна, за В. Кершоу (1974)) мозаїчність, пов'язана з біоморфологічними особливостями розмноження та росту рослин (*наприклад, папороті виростають круглою плямою, усередині якої поступово втрачають свою міцність із-за старіння, внаслідок чого середину заповнюють злаки*);
- фітоценотична мозаїчність (фітоенвайроментальна, за Т. О. Роботновим (1984)), обумовлена взаємовідношеннями популяцій в фітоценозах і пов'язана зі змінами середовища одним з видів та реагуванням на ці зміни інших видів (*як правило, основним фактором формування цієї мозаїчності є бобові рослини. Так, навколо плям конюшини - центру - густим колом розростаються злаки, котрі за рахунок латерально орієнтованих коренів, заходять у пляму конюшини, користуються азотом, не відчують сильної конкуренції за світло та вологу*);
- зоогенна мозаїчність формується під впливом тварин (*наприклад, рослинність на плямах екскрементів крупних фітофагів*);
- антропогенна мозаїчність – це неоднорідність, обумовлена характером використання рослинності людиною.

На основі просторового розташування мікрогруповань (парцел, мікроценозів) виділяють наступні ідеальні або модельні типи горизонтальної структури [7] (рис. 5.2):

Радіальна структура, при якій парцели в угрупованні розташовані кільцеподібно навколо деякого центру. Ця структура відрізняється високим ступенем впорядкованості



Радіальна структура

Смугаста структура, при якій парцели розташовуються паралельними рядами. Така структура може розглядатися як межовий варіант радіальної при нескінченно великому радіусі



Смугаста структура

Коміркувата структура, що складається з неорієнтованих парцел



Коміркувата структура

Рис. 5.2. Модельні типи горизонтальної структури угруповань.

Ці основні модельні типи структури у різних сполученнях можуть утворювати більш складні типи структури (острівкові (сполучення радіальної та коміркуватої структур), деревовидну (пов'язані під різним кутом елементи смугастої структури), комплексну) (рис. 5.3). Урахування типів структур визначає спосіб розміщення пробних ділянок, трансект в процесі екологічного дослідження.



Острівкова структура



Деревовидна структура



Комплексна структура

Рис. 5.3. Складні типи горизонтальної структури угруповань.

Вивчення просторової структури угруповань проводиться на основі аналізу розподілу (без урахування конкретного положення пробних ділянок на місцевості) та аналізу розміщення (з урахуванням конкретного положення пробних ділянок на місцевості). Загалом вважають, що радіальна будова є свідченням високої цілісності системи, в той час як коміркувата пов'язана з низьким її ступенем або взагалі відсутністю.

Мозаїчність, як і ярусність, динамічна: відбуваються зміни одних мікроугруповань іншими, розростання або скорочення їх у розмірах. Слід ще раз зазначити, що мозаїчність угруповань обумовлена ценотичними причинами і її не можна плутати з комплексністю, яка обумовлена екологічними причинами і є формою горизонтальної неоднорідності рослинного покриву. Комплексність – гетерогенність рослинного покриву на надфітоценотичному рівні. Вона виявляється у закономірному чергуванні в межах одного ландшафту окремих фітоценозів і обумовлюється мікро- або мезорельєфом, котрий визначає диференціацію ландшафту на місцевиростання з різними екологічними режимами. Комплексність – більш складне за мозаїчність явище.

Розвиток уявлень про горизонтальну структуру біогеоценозу пов'язаний з введенням поняття «парцела». Парцела - слово французького походження «*parcelle*», що виникло від лат. «*particular*» - частка. Термін «парцела» запропонував Миколай Владиславович Диліс у 1969 році [12].

Парцела – це структурна частина горизонтального розчленування біогеоценозу, що відрізняється складом, структурою, властивостями своїх компонентів, специфікою їх зв'язків та матеріально-енергетичного обміну. Вона є елементарною структурно-функціональною одиницею організованості, функціонування, короткочасної динаміки та багаторічного розвитку біогеоценозів. Парцела – це комплексна одиниця, так як на правах учасників обміну речовин та енергії до неї входять рослини, тварини, мікроорганізми, мертва органіка, ґрунт, атмосфера (на відміну від ярусів, що складені лише живою речовиною). Парцела охоплює усю товщу горизонтального розчленування біогеоценозу (фітоценозу) і виділяється за густотою населення окремих видів рослин (в основному домінантів) та особливостями мікросередовища. Парцелою можна вважати плями пір'ю на лузі. Назви парцел утворюються від назв рослин (парцелоутворюючих), домінуючих у різних ярусах біогеоценозу. Парцели різних видів можуть займати різні за величиною та конфігурацією площі біогеоценозу. Межі між парцелами можуть бути як відносно чіткими, так й розмитими [5, 14, 15 16].

Парцелярність є об'єктивним станом існування будь-яких біогеоценозів, відбитком їхньої адаптивної структурованості та свідченням нерівноцінності, структурованості екологічного простору угруповання. Її розглядають як вихідну та похідну мозаїчності екотопу, так як вона з одного боку є причиною мозаїчності екотопу, а з іншого саме мозаїчність екотопу є причиною парцелярності. Поліпарцелярність є: 1) свідченням мозаїчності екотопу, особливо едафотопу; 2) показником можливостей докорінної перебудови біогеоценозу в напрямку

формування чи нівелювання значної кількості парцел; 3) не обов'язковим показником стійкості угруповань, так як не завжди визначає її.

Парцелам, як структурно-функціональним компонентам угруповань, притаманні такі ознаки:

- 1) відмежованість (чи автономність) в угрупованні;
- 2) фізіономічність;
- 3) дискретність;
- 4) просторова будова (конфігурація, ярусність);
- 5) розмірність просторова та кількісна (видова та організмова);
- 6) багатоелементність та різноякісність елементів;
- 7) щільність елементів та їхні різні числові, об'ємні, розмірні співвідношення.

Кожну парцелу характеризує: 1) таксономічний та екоморфічний склад; 2) геохімічна та біохімічна різноманітність; 3) горизонтальна та вертикальна будова; 4) внутрішні зв'язки; 5) загальне біохімічне середовище; 6) біохімічний фонд, тобто специфічний набір елементів у сфері водорозчинних і летких біологічно активних речовин; 7) метаболічна система, в широкому розумінні (від зростання кореневих систем деревних і чагарникових рослин до трофічних сіток; 8) різномасштабна просторово-часова динаміка та докорінні зміни [5, 14, 15].

Властивостями парцел є:

- 1) структурованість (або дискретність) у межах загального складання, об'єму, площі, а також життєвих форм, популяцій і видів;
- 2) внутрішньо – і зовнішньопарцелярні взаємозв'язки та взаємодії;
- 3) внутрішньо – і зовнішньопарцелярні середовищеві функції;
- 4) специфічність внутрішньопарцелярного метаболізму та біохімічної циклічності;
- 5) різноманітність форм просторово-часової динаміки, що захоплює весь чи якусь частину об'єму парцели, її підсистем, видів, популяцій і життєвих форм.

Екологічна роль парцел полягає в: 1) утриманні в угрупованні тих видів, для яких відокремлене сумісне виростання було б неможливим; 2) прояві групового ефекту стійкості та виживання видів у певному оточенні.

Для типології (класифікації) парцел можливе застосування різних підходів та критеріїв, як класичних, розроблених М. В. Дилісом [12], так й сучасних, визначених і викладених у працях Л. В. Шанди [14, 16], В. І. Шанди та ін. [5], а саме:

І. Генезисно-функціональний підхід:

1. Походження:

- а) природні;
- б) природно-антропні, тобто природні, змінені людиною;
- в) антропо-природні, сформовані людиною, а потім нерегульовані;
- г) антропні, які сформовані та контролюються людиною;

2. Розвиток та походження парцел:

- а) корінні, що відбивають природні особливості біогеоценозів;
- б) похідні, що формуються на основі корінних природно чи антропо;

3. Значення:

- а) основні (ординальні), що формуються особинами домінанта;

б) доповняльні (доповнюючі або комплементарні), що формуються особинами інгредієнтної популяції;

4. Функції:

а) сутнісні або суттєві;

б) несутнісні чи несуттєві.

5. Участь певних видів:

а) вставлені (інтерсеріальні), з груп особин, що розривають головний шар угруповання (наприклад, галявина у лісі, група чагарників у степу);

б) безпокровні (атегментні) з відсутністю вищої рослинності;

в) серіальні (серійні), з особин, що складають групи відновлення головного шару;

г) елементарні, з однієї особини виду-домінанта.

II. Ектопічний підхід:

1. Рельєф парцел:

а) парцели височин (висотні, високі);

б) парцели невисоких вершин;

в) парцели улоговин, лощовин;

г) парцели південних схилів;

д) парцели північних схилів;

е) парцели західних схилів;

ж) парцели східних схилів.

2. Зростання трофності:

а) дуже великої трофності (супер мегатрофні);

б) великої трофності (мегатрофні);

в) середньої трофності (мезотрофні);

г) низької трофності (оліготрофні);

д) дуже низької трофності (супер оліготрофні).

3. Зволоження субстратів:

а) сухі;

б) сухуваті;

в) свіжуваті;

г) свіжі;

д) вологі;

4. Умови освітлення:

а) парцели з помірним освітленням;

б) парцели з достатнім освітленням;

в) парцели з сильним освітленням тощо;

5. Розміри, за протяжністю, м:

а) до 100 м;

б) 200 м;

в) 500 м;

г) 1 000 м тощо.

III. Елементно-морфологічний підхід:

1. Число видів:

а) одновидові;

- б) двох видів;
- в) трьох видів;
- г) багатовидів;

2. Кількість екоморф:

- а) одно- (мономорфні, уноморфні);
- б) двох- (диморфні);
- в) трьох- (триморфні);
- г) багатоекоморфні (поліморфні);

3. Горизонтальна диференціація:

- а) недиференційовані;
- б) мало диференційовані;
- в) помірно диференційовані;
- г) складнодиференційовані.

4. Вертикальна будова:

- а) однарусні;
- б) двох'ярусні;
- в) трьох'ярусні;
- г) багатоярусні.

5. Розподіл у біогеоценозі:

- а) рівномірний (гомотонний);
- б) нерівномірний (гетеротонний);
- в) групами рівномірний (груповий гомотонний);
- г) групами нерівномірний (груповий гетеротонний);
- д) зонально групами;
- е) злиті.

6. Розподіл на площі біогеоценозу:

- а) серединні;
- б) крайові;
- в) екотонні (перехідні);
- г) сполучні;
- д) обплямовуючі;
- е) вкладені.

Створена на основі перелічених критеріїв елементно-морфологічна типологічна періодична система парцел є підґрунтям їхнього деталізованого опису на основі формалізації та виконує діагностично-прогностичні функції (табл. 5.1). Вона потенційно може бути доповненою такими, ще недостатньо опрацьованими у фундаментальній екології, критеріями як: конфігурація, просторова стабільність, сукцесійність, напрями та тенденції розвитку парцел тощо [5, 14, 16].

До закономірностей розвитку парцел можна віднести такі положення: 1) парцели є результатом і можуть бути ініціаціями розвитку біогеоценозу; 2) кожний з типів парцел може стати визначальним і формуванні серійних угруповань; 3) парцели, близькі зональному чи регіональному типу біогеоценозів, поширюються в часові на весь їхній простір.

Таблиця 5.1

Системи типологічних критеріїв парцел біогеоценозів на основі їхньої символіки [5]

Екотопічна	Елементно-морфологічна	Генезисно-функціональна
А – рельєф парцел a ₁ - височині (висотні, високі) a ₂ - невисокі вершини a ₃ - улоговини, лощовини a ₄ - південні схили a ₅ - північні схили a ₆ - західні схили a ₇ - східні схили	F – число видів f ₁ - одновидові f ₂ - двох видів f ₃ - трьох видів f ₄ - багатовидові	L – походження парцел l ₁ - природні l ₂ - природно-антропні l ₃ - антропо-природні l ₄ - антропні
В – субстрати за зростанням трофності b ₁ - дуже великої трофності b ₂ - великої трофності b ₃ - середньої трофності b ₄ - низької трофності b ₅ - дуже низької трофності	G – кількість g ₁ - одно (уно- чи мономорфні) g ₂ - дво (диморфні) g ₃ - три (триморфні) g ₄ - багатоморфні (поліморфні)	M - розвиток та походження m ₁ - корінні m ₂ - похідні
С – субстрати за зволоженням c ₁ - сухі c ₂ - сухуваті c ₃ - свіжуваті c ₄ - свіжі c ₅ - вологі	Н – горизонтальна диференційованість h ₁ - недиференційовані h ₂ - мало диференційовані h ₃ - помірно диференційовані h ₄ - складнодиференційовані	N - значення n ₁ - основні n ₂ - доповняльні
D - освітлення d ₁ - помірне освітлення d ₂ - достатнє освітлення d ₃ - сильне освітлення	I – вертикальна будова i ₁ - одноярусні i ₂ - двох'ярусні i ₃ - трьохярусні i ₄ - багатоярусні	O – функції o ₁ - сутнісні o ₂ - несутнісні
Е – розміри за протяжністю, м e ₁ - 100 e ₂ - 200 e ₃ - 500 e ₄ - 1000 e ₅ - 1500	J – розподіл у біогеоценозі j ₁ - рівномірний j ₂ - нерівномірний j ₃ - групами рівномірно j ₄ - групами нерівномірно j ₅ - зонально групами j ₆ - злиті K – розміщення у біогеоценозі k ₁ - серединні k ₂ - крайові k ₃ - екотонні (перехідні) k ₄ - сполучні k ₅ - обплямовуючі k ₆ - вкладені	

В якості постулатів і закономірностей сучасної теорії парцел слід відзначити:

1. Парцели формуються внаслідок різномасштабної мозаїчності екотопу чи випадкових причин;

2. Парцели підпорядковані загальній системі біогеоценозу;
3. Парцели вносять доповнення в організованість угруповання;
4. Парцели - це одиниці шляхів реалізації потенцій екотопу;
5. Парцели є локальними утвореннями;
6. Лінійне чи ломаннолінійне розташування, утворення та поширення парцел можуть розчленовувати біогеоценоз;
7. Розвиток парцел може бути просторово, векторно, одно-, двох- чи багатоспрямованим;
8. Теорія парцелярної будови збагачує теоретичну проблематику екологічних ніш, адаптаціогенезу, організованості, організації та розвитку екосистем;
9. Парцели певних біогеоценозів є аномаліями в їх екологічному просторі;
10. Парцели – це певні просторові та функціональні ніші у складі біогеоценозу;
11. Будова біогеоценозів може бути моно-, ди-, три- та поліпарцелярною, в залежності від числа типів парцел;
12. Парцелям властиві особливі ценотичні умови;
13. Спектри різнотипних парцел, їхня кількість є важливими характеристиками біогеоценозів;
14. Роль парцел у структурі та розвитку угруповань неоднозначна та не описується тільки їхніми розмірністю (об'ємністю), а залежить від складу, будови, функцій;
15. Парцелям властиві не тільки аналогічні угрупованню функції, але й свої специфічні, що впливають на угруповання та інтегруються в його функції;
16. Парцели, як компоненти угруповання, та елементи їхньої будови можуть виявляти різну стійкість на фоні факторів різної природи.
17. Парцелярність може бути свідченням потенційних перетворень біогеоценозу, можливостей його розвитку, «вибору» ним одного з альтернативних шляхів розвитку при зміні умов або при певній ситуації внутрішньобіогеоценотичних процесів (відносна стабільність чи динамічність парцел залежить від багатьох причин);
18. Збільшення типів парцел означає все більше зростання мозаїчності угруповання з послідовними його перебудовами: отже, збільшення парцелярності та загальної площі парцел може свідчити про перебудову угруповання, перехід у більш або менш стабільний стан (парцели можуть бути ініціаліями, тобто чинниками явищ і процесів перетворень екосистем, сукцесій);
19. Парцели можуть бути локусами концентрації (статевих циклів, розмноження, збереження, наростання чисельності) фаготрофів, в тому числі фітофагів;
20. Парцели, які мають значні відхилення або зовсім на відповідають угрупованням зонального типу, можуть розглядатися як найбільш рухливі в часові компоненти цих угруповань;
21. Сукцесії біогеоценозів безперечно можуть виявляти потенційні можливості стійкості та швидкості змін різних парцел;
22. Просторове збільшення певних типів парцел може визначатися як парцелярний натиск або експансія;
23. Стійкість біогеоценозів і їхня парцелярність мають складні залежності.

Вивчення парцел, як структурних компонентів будь-яких біогеоценозів,

дає можливість для вияву потенційних можливостей їхнього розвитку та відбиває глибоку диференційованість кожної зі складових екотопу.

У сучасній фундаментальній екології існує та розвивається останнім часом уявлення про стереометричну будову біогеоценозу. Об'ємно-просторові уявлення про будову біогеоценозу були висловлені ще М. В. Дилісом [12] у вигляді парцелярності та Ю. П. Бялловичем [17] щодо біогеоценотичних горизонтів. При цьому парцели визначалися як складові горизонтального розчленування біогеоценозу, які пронизують його на всю товщу, а біогеоценотичні горизонти, відбивають шаруватість біогеоценозу і є такими елементарними біогеоценотичними тілами, що однорідні за складом, композиціями та процесами, частинами покриву, горизонтально відокремленими і вертикально далі неподільними структурними зонами біогеоценозу, які характеризуються різним відношенням до сонячної енергії, що проникає в цю зону, та різною функціональною роллю в біоценозі. Цей напрям вивчення будови біогеоценозів, як стереоекологічний, стереобіогеоценологічний обґрунтував та розвивав надалі у своїх працях Володимир Іванович Шанда.

З 1996 році В. І Шанда відзначав логічність та доцільність вивчення й аналізу будови угруповань з позиції стереометрії – основи стереобіології та стереоекології або екологічної стереометрії [4, 5, 6, 18, 19, 20].

Проблематику стереоекології складають описова, якісна, порівняльна, кількісна природа просторів, захоплених елементами і компонентами всіх рівнів живого, просторові форми їхніх тіл і систем, простори, що їм відповідають, а також походження, динаміка, еволюція цих просторів, закони, закономірності та принципи, що виявляються в них, від уподібнення геометричним фігурам і фізичній суті простору-часу, захопленого різними біологічними структурами, - до математичних закономірностей будови різних тіл і їхніх сукупностей у природі. Проблематика стереоекології включає й дослідження модифікуючої чи мутагенної дії екологічних факторів, а також просторів існування на еволюційно визначені форми різних тіл живої природи. Стереоекологія розглядає також роль простору як екологічного фактору на клітинному, організмовому, екосистемному рівнях, вплив просторової форми організмів, їхніх органів, частин або освоєного простору на життєдіяльність, розвиток, еволюцію. На організмовому рівні стереоекологія визначає відповідність та зміни форми тіла, його частин і органів їхнім масі, об'єму, функціям залежно від екологічних факторів. Загалом стереоекологія вивчає:

- 1) роль простору, як екологічного фактору, в будові, функціонуванні та розвитку організмів, біогеоценозів;
- 2) просторові форми біогеоценозів і складаючих їх елементів і компонентів;
- 3) диференціювання простору, захопленого ними [4, 5, 18, 19].

Об'єктами стереоморфології є особливості просторової будови елементів і компонентів живої природи, їх частин, органів незалежно від рівня організованості та походження на фоні фізико-хімічної, генетичної, екологічної, еволюційної обумовленості.

В. І. Шанда визначає, що стереобудова тіл рослин, тварин, грибів,

мікроорганізмів видоспецифічна спадково визначена та екологічно обумовлена нормою реакції генотипу. Це дає автору підставу для пропонування введення в ряд системи екоморф Олександра Люціановича Бельгарда [21] поняття «стереоморфа» як особливу просторову характеристику тих видів, яким вона забезпечує утримання екологічних позицій у тих чи інших умовах. Розмаїття стереоморф інтегрується в будові біогеоценозів і забезпечує формування їхніх специфічних середовищ, ефективного використання ресурсів і факторів. Стереоморфи, незалежно від виду, можуть бути класифіковані за їхньою подібністю геометричним фігурам або комбінаціям частин цих фігур (прямо- чи обернено конусоподібні, пірамідально-, куле-, циліндро-, сфероїдоподібні, скіпетро-, булаво-, зонтикоподібні тощо). У межах одного біогеоценозу на фоні розбіжностей абіотичних і біотичних умов один і той самий вид може мати різну стереоморфічність. Стереоморфози – це особливі модифікації просторової будови рослин, що можуть формуватися під впливом різних факторів і відповідно визначатися як трофо-, хіміо-, радіо-, фото-, термо-, гігостеріоморфози, залежно від того, що змінило їхню видоспецифічну форму. Стереоморфи як особливі життєві форми слугують як об'єктивні характеристики всього біогеоценозу загалом [5, 6, 20].

Володимир Іванович Шанда [6], використовуючи формалізацію, створив періодичну динаміко-статичну типологічну систему загальної будови рослинних угруповань, в якій в якості періодів обрані типи горизонтальної та вертикальної будови, а підперіодів – факторіальна обумовленість та швидкість змін, що дає можливість оцінки динамічності стереобудови біогеоценозу.

Загалом слід відзначити наступні можливі закономірності стереоекологічного підходу:

- 1) екологічно й еволюційно є доцільними форма простору, захопленого певним тілом, його об'єм, поверхня та маса;
- 2) форми будь-яких тіл живої природи – молекул, органел, різних клітин, частин і самих організмів – полігенно контролюються;
- 3) біологічний, екологічний, хімічний та фізичний зміст форми простору, захопленого тілами живої природи чи біокосними системами, ще недостатньо з'ясовані;
- 4) об'єм, маса, форма будь-якого тіла живої природи генетично визначені та екологічно обумовлені;
- 5) комбінативна та мутаційна мінливість визначають різноманіття форм живого, а фенотипічні норми реакції – їхні варіації;
- 6) форма, об'єм, розміри та будова тіл живої природи відповідає їхнім функціям та адаптаціям;
- 7) має місце онтогенетична мінливість тіл та їхніх елементів у своїх формах і функціях на фоні екологічних умов;
- 8) універсальною властивістю органічного світу є спорідненість (гомології) форм тіл різного походження;
- 9) кривизна ліній, обрисів, площин є атрибутивною властивістю живого;
- 10) біогеоценози, з певною довільністю, можна уявити як просторові природні

тіла;

- 11) біогеоценози належать до розряду особливих геометричних фігур, опис яких знаходиться за межами сучасних можливостей стереометрії та нарисної геометрії;
- 12) для кожного біогеоценозу характерними є спектри таксонів за чисельністю, формами, об'ємом, масою, а також спектри стереоморф;
- 13) форма, маса, надземна та підземна поверхні, об'єм, конфігурація та орієнтація в просторі кожного біокосного тіла впливають на його структуру, функціонування та розвиток;
- 14) фрагментарні картини сучасних стереобіологічних і стереоекологічних уявлень можуть слугувати для побудови цілісних просторових образів біогеоценозів як природних тіл [5].

Отже, окреслення проблематики дослідження будови екологічних систем (біогеоценозів) у фундаментальній екології дозволяє констатувати:

- важливим аспектом аналізу структури екосистем (біогеоценозів) є вивчення їхньої будови як просторової адаптивної та функціонально нестабільної організованості, сформованої тілами різних царств живої природи, серед яких визначальна роль належить рослинам;
- будова угруповань відзначається специфічними характеристиками, ознаками, властивостями, функціями, закономірностями розвитку;
- багатовимірність будови біогеоценозів обумовлює розвиток різних підходів до її вивчення з урахуванням вертикальної та горизонтальної стратифікації, геометричних і стереоекологічних особливостей;
- вертикальне розшарування угруповань на різновисотні та різноглибинні частини є їхньою невід'ємною ознакою та відбитком континуальності, дискретності, цілісності та динамічності структури;
- горизонтальна гетерогенність угруповань виявляється в їхній мозаїчності, парцелярності;
- парцелярність є об'єктивним станом існування будь-яких біогеоценозів, відбитком їхньої адаптивної структурованості та свідченням нерівноцінності, структурованості екологічного простору угруповання. Її вивчення дає можливість встановлення потенційних можливостей розвитку біогеоценозів та відбиває глибоку диференційованість кожної зі складових екотопу;
- застосування стереоекологічного підходу сприяє осмисленню: ролі простору в будові, функціонуванні та розвитку екосистем; передзаданості, адаптивності, функціональності просторових форм біогеоценозів та їхніх елементів і компонентів; закономірностей диференціювання багатовимірного простору (ніш) систем;
- різноспрямовані дослідження будови екосистем (біогеоценозів) у фундаментальній екології розширюють поля бачення їхньої сутності на основі об'ємно-просторових уявлень і є актуальними та перспективними напрямками подальшого сучасного розвитку науки.



Те що ми знаємо – обмежене, а те чого не знаємо нескінченне.

П'єр-Симон Лаплас.

Наука складається з фактів, як будинок із каменів, але набір фактів ще не наука, так само, як купа каміння ще не будинок.

Анрі Пуанкаре.

Тільки загальна концепція ставить на свої місця всі частоти та ліквідує протиріччя між ними.

Юрій Алєєв.

ПИТАННЯ САМОКОНТРОЛЮ ТА ПОЛЕМІКИ:

1. Що таке будова, будова екосистем?
2. Які ознаки та властивості характеризують будову біогеоценозу?
3. Які функції виконує будова?
4. Які аспекти будови елементарної екосистеми виділяють у сучасній науці?
5. Що таке ярусність, ярус? Як виділяють яруси в процесі екологічних досліджень?
6. Що таке мозаїчність? Чим мозаїчність відрізняється від комплексності?
7. Які типи горизонтальної структури угруповань Вам відомі?
8. Що таке парцела, парцелярність?
9. Які ознаки та властивості характеризують парцели? В чому полягає їхня екологічна роль?
10. Які підходи та критерії застосовують для типології парцел?
11. Що таке стереоекологія? Що включає її проблематика?
12. Що таке стереоморфа? В чому сутність і значення визначення стереоморф?
13. Які закономірності стереоекологічного підходу Вам відомі?

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Словник української мови: в 11 т. / ред. кол. І. К. Білодід (голова) та ін. Київ: Наукова думка, 1970. С. 248.
2. Сучасний тлумачний словник української мови / за заг.ред. В. В. Дубчинського. Харків: Школа. 2006. 1008 с.
3. Шанда В. І., Євтушенко Е. О., Ворошилова Н. В., Маленко Я. В., Поздній Є. В. Аспекти теорії будови біогеоценозу. *Екологічний вісник*. Кривий Ріг, 2014. Вип. 10. С. 5-9. URL: <https://doi.org/10.31812/123456789/4831>. (дата звернення: 17.07.2023).
4. Шанда В. І., Ворошилова Н. В. До теорії просторової будови біогеоценозу. Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель. Дніпропетровськ, 2013. Вип. 42. С.19-24. URL: <https://doi.org/10.31812/123456789/4891>. (дата звернення: 17.07.2023).
5. Теоретичні проблеми біогеоценології: колективна монографія / В. І. Шанда, Е. О. Євтушенко, Н. В. Ворошилова, Л. В. Шанда, Я. В. Маленко, О. О. Кобрюшко; наук. ред. Н. А. Белова. Кривий Ріг: Криворізький державний педагогічний

- університет. Видавець Чернявський Д.О., 2020. 330 с. URL: <https://doi.org/10.31812/123456789/4077>. (дата звернення: 17.07.2023).
6. Шанда В. І. Теоретичні проблеми екології та біогеоценології. Кривий Ріг: Вид-во Р.А. Козлов, 2013. 247с. URL: <https://doi.org/10.31812/123456789/4871>. (дата звернення: 17.07.2023).
 7. Мазинг В. В. Что такое структура биогеоценоза? *Проблемы биогеоценологии*. Москва: Наука, 1973. С. 148-187.
 8. Шанда В. І., Маленко Я. В., Гетманець Р. І. Загальна екологія (лабораторний практикум): Методичні вказівки до проведення лабораторно-практичних занять з курсів «Загальна екологія», «Основи екології» та навчальних і розвідувальних експериментальних досліджень зі студентами біологічних спеціальностей та вчителями біології, які підвищують свою кваліфікацію чи залучені до наукової діяльності кафедри чи працюють самостійно / під ред. В. І. Шанди. Кривий Ріг: КДПУ, 2004. С. 27-72.
 9. Маленко Я. В., Ворошилова Н. В., Кобрюшко О. О., Перерва В. В. Загальна екологія: навчальний посібник. Кривий Ріг: КДПУ, 2023. С. 103-118. URL: <https://doi.org/10.31812/123456789/7093> (дата звернення: 17.07.2023).
 10. Шенников А. П. Введение в геоботанику. Ленинград: ЛГУ, 1964. 448 с.
 11. Ейнар Дю Рі: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%B9%D0%BD%D0%B0%D1%80_%D0%94%D1%8E_%D0%A0%D1%96 (дата звернення: 17.07.2023).
 12. Дылис Н. В. Структура лесного биогеоценоза. Москва: Наука, 1969. 54 с.
 13. Работнов Т. А. Фитоценология. Москва: МГУ, 1983. 292 с.
 14. Шанда Л. В. Парцелярна будова лісових екотопів: аспекти загальної теорії. *Екологія та ноосферологія*. Дніпропетровськ, 1999. Т.7. № 3-4. С. 110-115.
 15. Шанда Л. В. Аспекти теорії стану та парцелярності лісових біогеоценозів (на прикладі аренних соснових лісів). *Екологія та ноосферологія*. Дніпропетровськ, 2006. Т.17. № 1-2. С. 99-105.
 16. Шанда Л. В. Аспекти теорії і степового лісознавства: біогеоценологічні парцели та їх періодична екотопічна система. *Грунтознавство*. Дніпропетровськ, 2006. Т.7. № 3-4. С. 84-91.
 17. Бяллович Ю.П. Биогеоценологические горизонты. *Труды МОИП. Отд. Биол.*, 1960. Т.3. С.43-60.
 18. Шанда В. І., Шанда Л. В. Стереоекологія рослинних угруповань. *Проблеми фундаментальної та прикладної екології*: матеріали II міжнародної наукової конференції (м. Кривий Ріг, 20-21 грудня 2000 р). Кривий Ріг, 2000. Ч.1. С.38-41. URL: <https://doi.org/10.31812/123456789/5372> (дата звернення: 17.07.2023).
 19. Шанда В. І. Стереоекологія: обриси і проблематика. *Екологія та ноосферологія*. Дніпропетровськ, 2002. Т.2. №1-2. С. 20-25.
 20. Шанда В. І., Шанда Л. В., Ворошилова Н. В. Стереометрія та хаос фітоценозу. *Питання біоіндикації та екології*. Запоріжжя, 2011. Вип 16. №2. С. 3-14. URL: http://sites.znu.edu.ua/bioindication/issues/2011-16-2/ha_ter.pdf (дата звернення: 17.07.2023).
 21. Бельгард А. Л. Лесная растительность юго-востока УССР. Киев: КГУ, 1950. 264с.

РОЗДІЛ III. РОЗВИТОК ЯК ФЕНОМЕН ОРГАНІЧНОГО СВІТУ

ЛЕКЦІЯ 6. РОЗВИТОК ЕКОСИСТЕМ.

Мета: закріплення та поглиблення знань про розвиток як феномен буття, життя, людського інтелекту, осмислення парадоксу розвитку в фундаментальній, загально- та конкретнонауковій методології сучасної науки; формування навичок аналітичного, системного мислення; розвиток глобального та екологічного мислення, фахових компетентностей, екологічної та загальної культури і свідомості.

План

1. *Розвиток як феномен буття, життя, людського інтелекту.*
2. *Концепції та підходи до розуміння категорії «розвиток».*
3. *Структура, характеристики, закономірності, властивості, риси, види і форми розвитку екосистем.*
4. *Розвиток угруповань: умови, причини, ознаки, властивості, шляхи, форми, закономірності, функції.*

Спроби вирішити парадокс розвитку проходять крізь всю історію філософської думки, людського інтелекту загалом. Це питання є другим, після питання про сутність буття, «каменем спотикання» для людського інтелекту. Незважаючи на велику кількість наукових праць та значні досягнення в області обґрунтування теоретичних основ розвитку сутність його і досі залишається до кінця невизначеною. Відсутність єдиного універсального підходу та суперечливість деяких визначень поняття «розвиток» є широким полем подальших ґрунтовних досліджень з метою створення уніфікованого теоретичного підґрунтя, побудованого з урахуванням багатоаспектності та багатогранності розвитку.

Безкомпромісна гострота, глибина й універсальний характер проблеми розвитку, концентрація об'єктивних труднощів у пізнанні сутності «парадоксу розвитку» ініціюють різноспрямовані дослідження цього феномену матеріальної та духовної реальності, людського буття, життя, Всесвіту. Сьогодні існує велика кількість досліджень, як вітчизняних так і зарубіжних вчених, присвячених визначенню сутності поняття «розвиток». Наукові підходи до загальнотеоретичного обґрунтування цієї категорії є досить різноманітними (табл. 6.1). Проте, як зазначає В. І. Шанда, більшість з них не є альтернативними і загалом окреслюють поняття прогресу та регресу в біології, а застосовність їх до екосистем залишається достатньо полемічною та проблематичною [1, 2].

Таблиця 6.1.

Тлумачення поняття «розвиток»

Автори [джерело]	Дефініція поняття
1	2
Філософський енциклопедичний словник [3]	Філософська категорія, що виражає процес руху, зміну цілісних систем. До найбільш характерних рис даного процесу належать: якісне виникнення нового об'єкту (чи його стану), спрямованість, необоротність, закономірність, єдність кількісних і якісних змін, взаємозв'язок прогресу та регресу, суперечливість, циклічність (спіралевидність форми), розгортання у часі. Даний процес є

	саморозвитком оскільки основним джерелом розвитку виступають внутрішні протиріччя
Філософія: словник термінів та персоналій [4]	Вищий тип руху, незворотна, спрямована, закономірна зміна матеріальних та ідеальних об'єктів, перехід від одного якісного стану до іншого, від старого до нового
Великий тлумачний словник сучасної української мови [5]	Дія, процес, унаслідок якого відбувається зміна якості, перехід від одного якісного стану до іншого, вищого
Енциклопедія «Вікіпедія» [6]	Процес досягнення раніше недосяжного результату. Незворотні, спрямовані та закономірні зміни матеріальних та ідеальних об'єктів внаслідок чого виникає їх новий якісний стан, що ґрунтується на виникненні, трансформації або зникненні елементів та зв'язків об'єктів
Аристотель [7]	Реалізація, розкриття під дією кінцевої мети тих тенденцій, що спочатку були закладені в тій або іншій живій істоті, зводячи, таким чином, розвиток до сукупності кількісних змін, до повторення раз і назавжди даного
Декарт Р. [8]	Породження Природою нових форм матерії
Ансофф І. [9]	Питання не стільки того, що є, скільки того, що може бути зроблено з тим, що є. Це складний і суперечливий процес, під час якого система збільшує свої можливості із задоволення потреб її елементів та інших систем, котрі перебувають у зовнішньому середовищі стосовно неї
Гиг Ван Дж. [2]	Зміна станів системи в часі
Козирева Н. В. [10]	Характеристика якісних змін об'єктів, появи нових форм буття, інновацій і нововведень пов'язана з перетворенням їх внутрішніх і зовнішніх зв'язків. Виражаючи насамперед процеси змін, розвиток припускає збереження (системного) якості об'єктів, що розвиваються
Мельник Л. Г. [11]	Незворотна, спрямована, закономірна зміна системи на основі реалізації внутрішньо притаманних їй механізмів самоорганізації. Основними властивостями розвитку є незворотність, спрямованість, закономірність, впорядкованість та активна роль внутрішніх механізмів самоорганізації
Южаков В. К. [2, 12]	Упорядкована послідовність змін до прояву нової якості
Югай Г. А. [2, 12]	Розвиток системи від нижчого до вищого у вигляді спіралі, де кожний виток відзначається взаємопереходом, взаємодією суперечностей у вигляді початку та результату розвитку
Капіца С. П. [12]	Розвиток – це еволюція системи, що самоорганізується і розглядати її потрібно виходячи з ідей синергетики
Сукачов В. М. [13]	Зміни, що є наслідком суперечних процесів, що протікають внутрі самого явища. Розвиток – це саморух усього сущого, джерелом, рушійною силою котрого є боротьба внутрішніх суперечностей, протилежних тенденцій, властивих даному явищу. Концепція розвитку як саморуху дає ключ до пояснення «стрибків», «перервності поступовості», «перетворення на протилежність», знищення старого та виникнення нового
Василевич В. І. [14]	Будь-яка суттєва зміна параметрів угруповання – це виникнення нового угруповання, а отже, розвиток

Мазинг В. В. [15]	Історичний процес формування певної форми організації живого
Реймерс Н. Ф. [16]	Незворотній, закономірно спрямований процес тісно пов'язаних кількісних та якісних змін в межах усього живого з моменту його виникнення на Землі
Фурман [12]	Загальний процес, тому що всезагальними є системи, що саморозвиваються
Шанда В. І. [1, 17]	Розвиток угруповання є такою сукупністю явищ і процесів, протікання яких відзначається різною просторово-часовою масштабністю, нез'ясованістю зв'язків, невизначеністю причин і наслідків
Єрохін С. А. [18]	Особливий тип руху, що характеризує прогресивний характер взаємодії речей
Петриченко О. А. [19]	Складне, викликане суперечностями багатоаспектне явище, що включає незворотні закономірні зміни матеріальних та ідеальних об'єктів, а також процес, який базується на нелінійності, випадковості, багатоваріантності, стохастичності, взаємозв'язку гармонії й хаосу, інформації та ентропії, нерівноваги та упорядкування, несталості й самоорганізації складних відкритих систем
Туркін Л. П. [12]	Нескінченний у часі процес оновлення усіх видів матерії. Це єдина, пов'язана сукупність усіх змін у світі, що призводить до незворотної появи нового. Це єдність прогресивної та регресивної тенденцій, слідством чого є закономірне становлення більш високих форм руху матерії
Манойленко О. В., Сиром'ятникова О. В. [20]	Сукупність некомпенсованих спрямованих (нециклічних) процесів, що ведуть до критичної зміни основних параметрів заданого режиму функціонування та структури (або стану), що їй властиві. З точки зору теорій термодинаміки та синергетики розвиток – це перехідний процес зміни параметрів функціонування і структури (стану), що переводять систему з нерівноважного стану в рівноважний
Лойфман І. Я. [12]	Розвиток – єдність спадкоємності та заперечення, історичні зміни
Стадник В. П. [12]	Розвиток – якісно особлива інтерпретація руху, що полягає у максимальному наближенні до буття об'єкта у системі світового цілого
Пригожин І., Стенгерс І. [21]	Розвиток не має жорсткої визначеності, ґрунтується на несталості, нелінійності, реалізується через механізм біфуркації і випадковості
Горлач М.І. [22]	Процес, характеристиками котрого є нелінійність, багатоваріантність (альтернативність), стохастичність, непередбачуваність, конструктивна роль хаосу, випадковість у виникненні нового
Кондорсе Ж.-А. [23]	Розвиток – це саме послідовний і безперервний прогрес
Сегеда С.А. [24]	Системний процес безкінечності і безперервності закономірних якісних змін, що відбуваються в природному середовищі і суспільстві під дією об'єктивних законів природи і суспільства, якими є закон єдності і боротьби протилежностей, закон заперечення, закон рівноваги, закон переходу кількості у якість
Маленко Я. В., Шуліка К. О. [12]	Спрямовані, необоротні, закономірні зміни, пов'язані зі збігом у просторі та часі необхідних кількостей випадковості та природно визначеної сутності, що виявляється у нескінченній, варіантній множині системних новоутворень

Ідея та парадокс розвитку почали обговорюватися ще в античній філософії. Класичне формулювання парадоксу розвитку, висловленого давньоіндійським філософом-буддистом школи махаяни Нагарджуна, наводить Дж. Л. Гарфілд [25]:

*«Абсолютно немає речей, ніде та ніяких, котрі виникають (заново),
Будь-то з самих себе, або з не-себе, або з обох, або випадково...
Ані не-суцє, ні суцє не можуть мати причини.
Ібо якщо це не-суцє, то чого причина? Якщо ж суцє, то навіщо причина?
Ні у будь-якій з окремих причин, ані у всіх них разом
Не міститься (передбачуваний) результат».*

Вирішення проблем теорії розвитку споконвіку пов'язане з внутрішніми протиріччями процесу розвитку та розв'язанням «парадоксу розвитку» або «парадоксу виникнення», сутність котрого полягає в тому, що нова якість, що виникає в процесі розвитку, не міститься у вихідних елементах. Але «з нічого» нічого не виникає, а отже треба припустити, що нове все ж таки було наявним у вихідному (старому). В чому ж тоді сутність розвитку?

Поряд з пануванням негативних тенденцій вирішення парадоксу розвитку, в працях античних філософів Гесіода, Епікура, Геракліта, Платона міститься й позитивне його розв'язання на основі розуміння розвитку як позбавленого апорії, антиномічної форми та спадкоємного зв'язку з нижчим. Сучасне розуміння поняття розвитку прийшло на зміну платонівському («розвиток як поступова реалізація імпліцитного в експліцитному») та механістичному («розвиток як удосконалення, кількісні зміни»). І. Кант порівнював ідею розвитку з «ризиковою пригодою розуму», проте застосував її для пояснення виникнення Сонячної системи, формулювання закону історичного розвитку [26].

До найвідоміших концепцій розвитку («моделей діалектики») належать раціоналістична (І. Кант, І. Г. Фіхте, Ф. В. Шеллінг, Г. В. Гегель та ін.), градуалістична чи плоскоеволюцістська (Г. Спенсер, Ч. Дарвін), натуралістична чи сцієнтиська або стихійнодіалектична (Дж. Хакслі, Л. Берталанфі, Е. Майр, А. Сент-Дьєрді, Ж.-П. Сартр та ін.), емерджентизм чи творчоеволюцістська (Л. Морган, Г. Плеснер, А. Бергсон та ін.), рівноважно-інтеграційна (Ле Дантек, Л. Уорд, О. О. Еленкін, М. І. Ільїнський та ін.), діалектично-матеріалістична (К. Маркс, Ф. Енгельс та ін.) [12]. Кожна з численних концепцій розвитку має свої переваги та недоліки. Важливим завданням науки є виявлення позитивного в кожній з них та створення сучасної синтетичної концепції розвитку.

У працях сучасних українських науковців прослідковуються різні підходи до дослідження розвитку: економічний підхід А. С. Гальчинського, В. В. Попової, О. В. Раєвневої; філософсько-методологічний підхід О. А. Петриченка; синергічний підхід І. Г. Грабара, Л. Г. Мельника, Є. І. Ходаківського; соціально-економічний підхід В. В. Россохи, С. Г. Черемісіної; кумулятивний підхід Н. В. Касьянової та ін. [24].

Розвиток в біології, екології, фітоценології описується на основі таких фундаментальних взаємопов'язаних концепцій, що збагачують та доповнюють одна одну, як: субстратна (О. І. Опарін та ін.), енергетична (І. Пригожин, Г. Хакен, Л. А. Блюменфельд, М. В. Волькенштейн, К. С. Тринчер, П. Г. Кузнецов та ін.),

інформаційна (Н. Вінер, О. Н. Колмогоров, О. Л. Ляпунов, М. Ейген, Ф. Крик та ін.). Всі вони поєднані загальним методологічним підходом, сутність якого полягає в історичній екстраполяції, тобто поясненні розвитку живого зі знання субстратних, енергетичних та інформаційних характеристик сучасних живих систем. Розвиток розглядається і з позицій біосферних концепцій: біогеохімічної (В. І. Вернадський, Я. Мошотт, В. В. Докучаєв); геохімічної (В. І. Вернадський); біогеоценологічної (В. М. Сукачов, Г. Ф. Морозов, В. І. Вернадський); термодинамічної (Е. Бауер, Г. Хакен, І. Пригожин, Р. Том); кібернетичної (Н. Вінер, Л. Кауфман, О. Д. Урсул). В. І. Шанда зауважує, що до термодинамічної концепції розвитку рослинних угруповань слід додати положення С. Гокінга про рух уздовж термодинамічної стріли часу зі зміною станів їх стійкості та нестійкості, різними рівнями впорядкованості та невпорядкованості (системності) [1, 17]. Незалежно від напрямів такого руху – до прогресу чи регресу, стабільного чи нестабільного стану, високої чи низької продуктивності, закони, що описують цей рух залишаються однаковими [28].



Рис. 6.1. Іммануїл Кант
(*Immanuel Kant*) [27]
німецький філософ, антрополог, фізик.

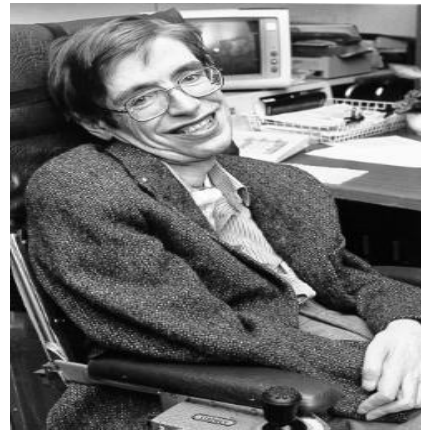


Рис. 6.2. Стівен Вільям Гокінг
(*Stephen William Hawking*) [29]
англійський фізик-теоретик, космолог.

У розумінні розвитку існують різні підходи:

- через вивчення та виділення систем, що розвиваються;
- через формування трактувань цієї дефініції;
- через порівняльні характеристики об'єкта.

Перший з означених підходів інтерпретує розвиток як незворотній, спрямований, закономірний та унікальний процес змін відкритої системи у просторі та часі. Другий підхід визначає розвиток як процес формування нової відкритої системи, котрий виявляється у якісній зміні складу, структури і способу функціонування системи, що відбивається у кризовій формі та спрямований на досягнення цілей. Згідно з третім підходом розвиток - унікальний процес трансформації відкритої системи у просторі та часі, що характеризується постійною зміною цілей її існування шляхом формування нової відкритої системи і переходом до нової траєкторії розвитку.

Історизм наукової думки щодо окреслення сутності розвитку та орієнтири цілепокладання його дослідження різними вченими, відображені в таблиці 6.1,

дозволяють виділяти такі підходи до його трактування:

- 1) розвиток як процес, що виявляється в адаптації систем до змін умов середовища існування;
- 2) розвиток як рух матерії внаслідок виникнення та вирішення суперечностей, єдності та боротьби протилежностей, заперечення заперечення;
- 3) розвиток як зміна системи, переходу кількості в якість.

Як загальнонаукова категорія розвиток розуміється:

- 1) як закон, котрий характеризує перехід від одного буття до іншого, що за станом відрізняється від попереднього якісними та кількісними характеристиками;
- 2) як явище, що є протилежним до буття, яке знаходиться у незмінному стані;
- 3) як принцип, що окреслює розвиток як іманентну рису буття, його невід'ємну характеристику, що також зумовлює можливість подальших змін буття.

Структурну схему розвитку, запропоновану С.А. Сегедой на основі аналізу праць, присвячених вивченню методологічних основ цієї категорії, відображає рисунок 6.3.

Аналіз визначень поняття «розвиток» дозволяє виділити такі його характеристики:

- 1) якісні зміни, що уявляють собою певну сукупність необоротних, спадкоємних перетворень цілісної системи на основі інтегрованих у ній підсистем (складноутворених комплексів елементів, компонентів, у тому числі станів, фаз, стадій) (епігенез);
- 2) кількісні зміни, як сукупність перетворень системи, що не тотожні змінам її сутності (якості), але є визначальними просторово-часовими характеристиками останньої;
- 3) загальність, тобто притаманність всім системам;
- 4) закономірність як гарант відповідності причинно-наслідковим зв'язкам усіх змін;
- 5) необоротність, як виникнення якісно нових можливостей, що не існували раніше;
- 6) спрямованість, що може характеризуватися як реалізація потенційних можливостей;
- 7) час, оскільки будь-який розвиток здійснюється у реальному часі і лише час виявляє його спрямованість (важливо зазначити, що час є специфічним вичерпним, невідновлюваним ресурсом в онтогенезі біологічного виду та невичерпним в його еволюції. Крім того, сучасна наука не заперечує імовірність різної плинності часу в просторах екосистем у сучасну та минулі епохи);
- 8) іманентність, що дозволяє виділяти ендогенний розвиток, джерело якого міститься у самій системі, та екзогенний розвиток (імітація), що визначається тільки ззовні;
- 9) специфічність розвитку об'єкту як цілісного утворення;
- 10) безперервність, що ґрунтується на глибинній сутності матерії, її фундаментальній, докорінній здатності до самоускладнення, самоперетворення.

В. І. Шанда зауважує, що розвиток рослинних угруповань характеризується певною інерціальністю, що виявляється у збереженні тенденцій без протидій, та гомеостатичністю – проявами реакцій, які зберігають та підтримують розвиток

[1, 17]. Це частково теоретично узгоджується з ідеями рухливої рівноваги та екстраполяцією принципу Ле-Шател'є в екологію, відповідає принципам оборотності окремих фаз і стадій розвитку при їх порушеннях [1, 30].

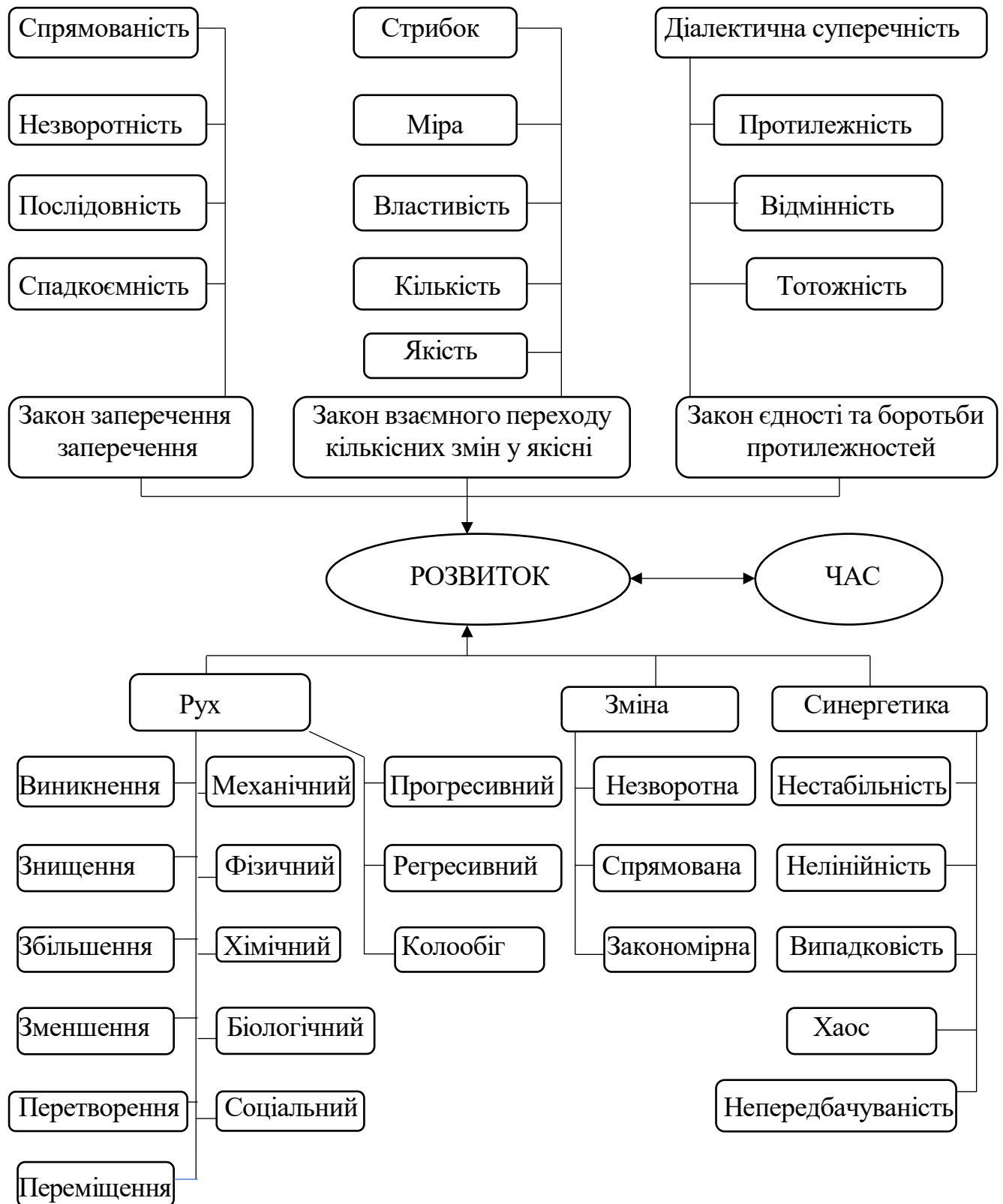


Рис. 6.3. Структурна схема розвитку [24].

Закономірностями розвитку можна вважати:

- 1) нерівномірність та гетерохронність (асинхронність фаз розвитку окремих елементів, компонентів, функцій);
- 2) неоднорідність, що виявляється у діалектичному переплетенні різноспрямованих тенденцій, сполученні прогресивних та регресивних змін, об'єктивності альтернативних процесів (наприклад, якщо розглядати крупні систематичні лінії, то всередині них можна виявити різноспрямовані тенденції, тобто загальний потік прогресивного розвитку сполучається зі змінами, які утворюють так звані тупикові ходи еволюції або навіть спрямовані у бік регресу);
- 3) нестабільність, що відбивається змінами станів різного ступеню стабільності;
- 4) циклічність;
- 5) кумулятивність, тобто лінійна спрямованість, що виявляється у використанні певних результатів розвитку попередньої стадії наступною;
- 6) еквіфінальність, що полягає у спрямованості розвитку в напрямку відносно стабільного, рухливо-рівноважного стану;
- 7) конвергентно-дивергентний характер, що визначає особливу якість, особливу активність в існуванні в часі та просторі системи (конвергенція в екологічних нішах дивергентних складових системи (гільдії, життєві форми));
- 8) детермінація, як співвідношення умов та обумовленого, тобто визначеного умовами, що перетворилися на дійсність, факти.

До суттєвих властивостей розвитку належать:

- 1) об'єктивність;
- 2) абсолютність;
- 3) відносність;
- 4) протиріччя;
- 5) необоротність;
- 6) спрямованість;
- 7) закономірність.

Характерними рисами розвитку є:

- 1) нелінійні залежності;
- 2) нерівномірність та неоднозначність змін у складі, будові та у зв'язках;
- 3) запізнення корелятивних змін за рахунок гомеостатичних явищ та процесів;
- 4) коригуюча роль середовища загалом або лімітуючих факторів у певний момент;
- 5) різні просторово-часові вияви змін [1, 2].

Розвиток характеризується різноманітністю видів та форм. Швидкість та характер змін дозволяють виділяти дві форми розвитку, а саме:

- еволюційну, що виявляється поступовими кількісними та якісними змінами;
- революційну – стрибкоподібний перехід від одного стану системи до іншого.

Спрямованість та результати розвитку дозволяють розрізняти:

- прогрес – поступальний розвиток по висхідній лінії, перехід від менш стабільного, нижчого до більш стабільного вищого, досконалішого стану, підвищення рівня організації, диференціації системи, її підсистем, елементів, структури, з одночасним підсиленням інтеграції на основі акумуляції ознак та

властивостей на нових рівнях;

- регрес – низхідний, зворотний рух, деградація, падіння якісних та кількісних характеристик системи, падіння рівня системної організації, втрата здатності виконувати ті або інші функції, відсутність лінійної залежності між продуктивністю та складністю, занепад.

Проміжний стан між прогресом та регресом, тривалий застій визначається як стагнація.

Стан протиріч дозволяє виділяти:

- ектогенез - перевага зовнішніх протиріч у розвитку, їх протиставлення внутрішнім;
- автогенез – розвиток, визначальними факторами якого є внутрішні протиріччя.

Розвиток може бути екстенсивним, пов'язаним з кількісним збільшенням, розширенням, поширенням, використанням того що вже є, або інтенсивним – виникненням якісно нових форм, продуктивним.

Розвиток розглядається в ряді таких понять як рух, ріст, динаміка, мінливість, зміни, еволюція систем (угруповань) і все ж таки залишається самостійною науковою проблемою.

Ріст – це спрямований процес новоутворень елементів системи, що не призводить до змін даної конкретної системної якості. На відміну від нього розвиток – це спрямований процес новоутворень системи загалом (системної якості). Тому, ріст можна трактувати як момент, бік розвитку, певну характеристику етапу чи стадії розвитку системи. Розвиток – це особливого роду зв'язок станів, такі їх зміни, підґрунтям котрих є неможливість за тими або іншими причинами збереження існуючих форм функціонування.

Поняття руху є досить важливим у фундаментальній методології науки і, зокрема, екології. Ще Аристотель виділяв шість видів руху: виникнення; знищення; збільшення; зменшення; перетворення; переміщення, які відрізняються один від одного своїми напрямками [7]. Фактично рух виступає одночасно як щось визначене та невизначене, як єдність мінливості та спадковості, перервності та неперервності, абсолютного та відносного, як певні процеси чи явища, які не завжди можуть забезпечити саме розвиток. Рух – це суперечність, показник одночасного перебування в певному стані й непереходу в ньому, єдність буття й небуття, тотожності й відмінності, стабільності й плинності, виникнення й подолання суперечностей. Розвиток якісно інша інтерпретація руху. Не кожний рух є розвитком тому, що зміни, які відбуваються в процесі руху не акумулюються. Розвиток – категорія більш конкретна для оцінки інтегрального ефекту активності системи, а рух – більш конкретна категорія для виявлення деталей, моментів єдиного процесу розвитку, засіб його уявної диференціації. Рух, як спосіб конкретизації розвитку, шлях перетворення абстрактного у дійсність, має місце в межах стабільного стану системи чи угруповання (стану рухливої рівноваги), а розвиток спряжений з порушенням його якісної визначеності.

Динаміка - стан руху, хід розвитку, послідовність етапів, стадій, станів процесу. Еволюція – форма прояву розвитку, засіб досягнення найкращого з можливих станів розвитку як результату. В. І. Шанда вважає, що поняття

«розвиток» доцільніше вживати до характеристики необоротних змін у межах однієї стадії формування рослинного угруповання як системи, в той час як поняттям «динаміка» описувати оборотні та необоротні зміни в межах фаз та між фазами кожної стадії [1, 30].

Розвиток будь-якого угруповання є невід'ємною ланкою еволюції ландшафту. Він розглядається як спряжені ланки змін стану, складу, будови та взаємозв'язків, включаючи організацію та дезорганізацію, в напрямку стабільності.

Розвиток будь-якого рослинного угруповання біологічно забезпечується фундаментальними властивостями видів, що його складають або які знаходяться за його межами і суттєво впливають на нього, серед яких найважливіші:

- 1) самовідтворення на основі насіннєвого та вегетативного розмноження;
- 2) розселення чи поширення рослин у просторі;
- 3) середовищотвірні функції рослин.

Причини змін в угрупованнях можуть полягати в:

- 1) наростанні локальних змін горизонтальної будови внаслідок природної мозаїчності рослинного покриву;
- 2) локальному чи розсіяному ецезисі, тобто проникненні чи вселенні нових видів;
- 3) частковій чи повній зміні окремих ценопопуляцій;
- 4) впливі рослин оточуючих фітоценозів, особливо на їх межах [1, 30].

Розвиток структури угруповань пов'язаний із різнообумовленими змінами її аспектів, а саме:

- змінами складу, причинами яких є імміграція й еміграція, розмноження, смертність, зміни станів життєдіяльності, життєвості, онтогенетичні зміни організмів;
- змінами будови, спричиненими, головним чином, онтогенетичними змінами рослин, їх відмиранням, розростанням тощо;
- змінами зв'язків, обумовленими змінами складу, будови, співвідношень організмів, перебудовами зв'язків, необоротним блокуванням існуючих взаємовідносин і формуванням нових.

Ознаками розвитку біогеоценозу можна вважати: 1) дискретність; 2) різну швидкість та різну об'ємність (масштабність) змін, різнорівневий потік станів складу, будови, зв'язків; 3) крокованість (етапність, фазовість) змін; 4) різнорівневу рухомість, неперервність та переривчастість змін; 5) їхню одночасну синхронність й асинхронність; 6) послідовність та непослідовність змін; 7) локальні та загальні зміни станів складу, будови, зв'язків; 8) динамічну складність; 9) різнозалежність змін складу, будови, зв'язків [2].

Властивостями розвитку біогеоценозів є:

- 1) об'єктивність;
- 2) абсолютність;
- 3) реактивність;
- 4) адаптивність;
- 5) необоротність;
- 6) оборотність;
- 7) корелятивність;
- 8) спрямованість до стабільного стану;

- 9) закономірність;
- 10) неоднорідність;
- 11) інерціальність (збереження тенденцій без протидій);
- 12) гомеостатичність (активне збереження тенденцій, протидія впливам);
- 13) багатофакторна зумовленість змін.

Для розвитку рослинних угруповань характерними є декілька шляхів, а саме:

- 1) поступовий перехід одного угруповання в інше;
- 2) докорінна, різка перебудова угруповання;
- 3) катастрофічне, повне зведення попереднього та формування нового угруповання на звільненій від рослин та інших організмів території.

Розвиток екосистем (біогеоценозів) може виявлятися в таких формах: 1) усталений; 2) прискорений; 3) сповільнений; 4) різноетапний; 5) рівномірний; 6) нерівномірний; 7) загальний; 8) локальний; 9) обмежений; 10) переривчастий; 11) прогнозований; 12) непрогнозований; 13) системний; 14) хаотичний [2].

У числі закономірностей розвитку рослинних угруповань можна виділити такі:

- 1) всі рослинні угруповання розвиваються в напрямку сталого існування;
- 2) розвиток будь-якого угруповання визначається реалізацією потенційних можливостей рослин та екотопу в кожний даний момент [1, 17, 30].

Ці закономірності доцільно доповнити й наступними положеннями:

- 1) зростання різноманітності в процесі розвитку може супроводжуватися випаданням деяких видів (найчастіше піонерних);
- 2) самовідновлювані фрагменти рослинних угруповань можуть відігравати детермінуючу, організуючу роль – виявляти ініціальну дію в прискоренні розвитку оточуючих ділянок;
- 3) будь-яким чином зруйновані або трансформовані ділянки рослинного покриву можуть відновлюватися за рахунок саморозвитку;
- 4) порушення будь-якої стадії самовідтворення рослинного угруповання повертає його до попередньої, а частіше до вихідної;
- 5) локальні порушення збільшують мозаїчність, візерунковість рослинного угруповання;
- 6) мозаїчно порушене рослинне угруповання дає відповідні локальні ефекти саморозвитку (на незайманих тривалий час ділянках зруйнованих степових угруповань фрагментарно відновлюється корінна степова рослинність);
- 7) саморозвиток будь-якого порушеного угруповання є таким еколого-автоматичним процесом, котрий об'єктивно розвивається в напрямку зонально обумовленого типу рослинності;
- 8) типи розвитку рослинних угруповань є гомологічними;
- 9) спонтанний розвиток будь-якого угруповання в типових для зони умовах іде в напрямку збільшення його стабільності.

Аналізуючи проблему розвитку рослинного покриву і погляди В. М. Сукачова та ряду інших авторів, А. О. Ніценко відзначав: 1) поки існує рослинність, розвиток угруповань іде постійно; 2) основний, нормальний стан рослинного угруповання - ендоекогенез, обумовлений неперервністю розвитку та постійного сингенезу, як механізму чи фактору змін; 3) суттєву роль в

розвитку відіграють внутрішньофітоценотичні взаємодії суперечностей; 4) в розвитку чергуються періоди відносної постійності та саморегуляції з періодами змін; 5) ендегенні причини розвитку поєднуються з екзогенними [1, 17, 30].



Рис.6.4. Володимир Миколайович Сукачов (*Volodymyr Mykolayovych Sukachev*) [31] радянський біолог, ботанік, еколог, географ, засновник біогеоценології.



Рис. 6.5. Ніценко Андрій Олександрович (*Andriy Oleksandrovych Nitsenko*) [32] радянський геоботанік, болотознавець, фітоценолог.

Основними функціями розвитку угруповань є: 1) етапність формування складу, будови, зв'язків; 2) поширення змін у просторі та часі; 3) утримання біогеоценозу в постійній рухомості; 4) забезпечення адаптаціогенезу.

Підсумовуючи викладене, слід зазначити, що людський інтелект, наукова думка подолали дефетизм щодо розуміння феномену розвитку. В сучасній науці обговорення цього феномену розгортається на всіх рівнях і стосовно всіх сфер об'єктивного світу та його відображення. Така світоглядна єдність створює всі умови для виявлення сутності проблеми, плюралізму поглядів і підходів до її вирішення. Сучасні дослідження спряжені з насиченням категорії розвитку операційним змістом, застосуванням арсеналу категорій діалектичної логіки (кількість – якість, зміст – форма, причина – наслідок, можливість – дійсність, сутність – явище, мінливість – стабільність, необхідність – випадковість, оборотність – необоротність, різниця – тотожність, одиничне – часткове – загальне тощо). Їх квінтесенцією є тлумачення поняття з різних позицій наукового бачення, визначення різних підходів, характеристик, закономірностей, ознак, властивостей, рис, видів і форм розвитку. Наявна незавершеність дискусій певною мірою обумовлюється суперечливою сутністю поняття, неможливістю виразу в одній дефініції всього різноманіття аспектів розвитку.

Феномен розвитку в фундаментальній екології є надзвичайно складним, що об'єктивно викликає увагу науковців своєю значною ємністю, багатогранністю, малоз'ясованістю та принадливістю аналогій з формуванням організмів різних таксонів. Будь-яка суттєва якісна зміна параметрів угруповання, що обумовлена впливом зовнішніх чи закладених в природі його самого причин, є за своєю суттю порушенням якісної визначеності системи, тобто виникненням нового

угруповання, а отже розвитком. Найважливіше значення в усвідомленні розвитку мають дослідження угруповань рослин, які є визначальними у переважній більшості екосистем. Уся проблематика розвитку рослинних угруповань може розглядатися на основі широкого розуміння елементно-структурних відносин та зв'язків, загальних уявлень про еволюцію рослинності, ландшафтів та різномасштабних оцінок руху угруповань у часі та просторі. Пріоритетними проблемами сучасної теорії розвитку рослинності є: 1) організованість та організація рослинних угруповань; 2) інтеграція еволюційних потоків різних рівнів; 3) еколого-автоматичні процеси в угрупованнях; 4) сітьова організованість біогеоценозів та їхнього біохімічного простору; 5) різномасштабність просторово-часової неперервності та дискретності; 6) адаптаціогенез; 7) сингенез; 8) хронотоп як ресурс і проблема обмеження передбачення тощо.

Сучасне бачення світу, розуміння процесів його розвитку і, зокрема, розвитку екосистем і рослинності актуалізує подальші дослідження цього феномену в фундаментальній екології з позицій концепції глобального еволюціонізму, синергетики, теорій систем, адаптаціогенезу, сингенезу, системологічного аналізу, ідей темпоральності, конструктивної ролі хаосу.



*Що там за завіскою пільми
У здогадках заплуталися розуми.
Коли ж порветься з тріском занавіска
Побачим всі, як помилялися ми.*

Омар Хайям.

*Існує єдиний Вічний Закон у
Природі, який завжди прагнув до
рівноваги протиріч задля встановлення
кінцевої гармонії.*

Олена Блаватська.

*Єдиною межею наших завтрашніх
звершень стануть наші сьогоднішні
сумніви.*

Франклін Рузвельт.

ПИТАННЯ САМОКОНТРОЛЮ ТА ПОЛЕМІКИ:

1. Що таке розвиток? Підходи до його розуміння.
2. В чому полягає сутність та значення парадоксу розвитку? Чому його називають «камнем спотикання» для людського інтелекту?
3. Які концепції розвитку Вам відомі? Хто їх автори?
4. Характеристики, властивості та риси розвитку.
5. Які критерії застосовуються для виділення видів та форм розвитку?
6. Як тлумачаться та співвідносяться поняття «розвиток», «ріст», «рух», «динаміка» у сучасній науковій думці?
7. Обумовленість та причини розвитку рослинних угруповань.
8. Які зміни структури угруповань рослин обумовлюють їхній розвиток?

9. Які ознаки та властивості характеризують розвиток біогеоценозів?
10. Шляхи, форми та функції розвитку рослинних угруповань.
11. Які закономірності відзначають розвиток угруповань рослин?
12. Які проблеми Ви вважаєте пріоритетними у сучасній теорії розвитку рослинності?

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Шанда В. І. Теоретичні проблеми екології та біогеоценології. Кривий Ріг: Вид-во Р.А. Козлов, 2013. 247с. URL: <https://doi.org/10.31812/123456789/4871> (дата звернення: 23.05.2023).
2. Теоретичні проблеми біогеоценології: колективна монографія / В. І. Шанда, Е. О. Євтушенко, Н. В. Ворошилова, Л. В. Шанда, Я. В. Маленко, О. О. Кобрюшко; наук. ред. Н. А. Белова. Кривий Ріг: Криворізький державний педагогічний університет. Видавець Чернявський Д.О., 2020. 330 с. URL: <https://doi.org/10.31812/123456789/4077> (дата звернення: 23.05.2023).
3. Філософський енциклопедичний словник / за ред. В. І. Шинкарук. Київ: Абрис, 2022. С. 555.
4. Філософія: словник термінів та персоналій / В. С. Бліхар, М. А. Козловець, Л. В. Горохова, В. В. Федоренко, В. О. Федоренко. Київ: КВІЦ, 2020. С. 196.
5. Великий тлумачний словник сучасної української мови (з дод. і допов.) / уклад. і гол. ред. В. Т. Бусел. 5-те вид. Київ; Ірпінь: Перун, 2005. 1696 с.
6. Розвиток (значення): веб-сайт. URL: [http://www.uk.wikipedia.org/wiki/Розвиток_\(значення\)](http://www.uk.wikipedia.org/wiki/Розвиток_(значення)) (дата звернення: 23.05.2023).
7. Аристотель. Метафізика/ пер. О. Панича. Київ: Темпора, 2022. 848 с.
8. Декарт Р. Метафізичні розмисли. Київ: Юніверс, 2000. С. 22-23.
9. Ansoff H. Igor. Strategic management. London: Macmillan academic and professional LTD, 1979. P. 236.
10. Козирєва Н.В. Словник-довідник для підготовки до практичних занять та самостійної роботи з навчальної дисципліни «Філософія» (для студентів денної, заочної та дистанційної форм навчання усіх напрямів підготовки) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. Н. В. Козирєва. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. С. 48.
11. Мельник Л. Г. Фундаментальні основи розвитку. Суми: Університетська книга, 2003. 288 с.
12. Маленко Я. В., Шуліка К. О. Розвиток – феномен буття, життя, людського інтелекту. *Екологічний вісник Криворіжжя*. Кривий Ріг, 2016. Вип.2. С. 21-32. URL: <https://doi.org/10.31812/ecobulletinkrd.v2i0.6445> (дата звернення: 10.06.2023).
13. Сукачев В. Н. Структура биогеноценозов и их динамика. *Структура и формы материи*. Москва, 1967. С. 560-577.
14. Василевич В. И. Очерки теоретической фитоценологии. Ленинград: Наука, 1983. 347 с.
15. Мазинг В. В. К вопросу эволюции биоценологических систем. *Теоретические проблемы фитоценологии и биогеоценологии (труды МОИП)*. Москва: Наука, 1970. С. 95-107.

16. Реймерс Н. Ф. Популярный биологический словарь. Москва: Наука, 1991. С. 373.
17. Шанда В. І. Розвиток рослинних угруповань: аспекти загальної теорії. *Вопросы степного лесоведения и лесной рекультивации земель*. Днепропетровск, 1997. С. 11 - 17.
18. Єрохін С. А. Структурна трансформація національної економіки (теоретико-методологічний аспект): монографія. Київ: Світ знань, 2002. 528 с.
19. Петриченко О. А. Філософсько-методологічні аспекти розвитку в природно-суспільних явищах і процесах. *Агроінком*, 2012. №1-3. С. 126-129.
20. Манойленко О. В., Сиром'ятникова О. В. Теоретичні аспекти визначення стійкості соціально-економічних систем. *Бізнес Інформ*. 2015. №12. С. 8-14.
21. Prigogine I., Stengers I. Order out of Chaos: Man`s new dialogue with Nature. London: Heinemann, 1984. 349 p.
22. Горлач М. І., Кремень В. Г., Рибалка В. К. Філософія: підручник. Харків: Консум, 2010. 672 с. URL: <http://elib.org.ua/books/philosofy/fil4/index.html>. (дата звернення: 23.05.2023).
23. Condorcet J. Sketch for a Historical Picture of the Progress of the Human Mind: Tenth Epoch. *Daedalus*, 2004. Vol.133. №3. Pp. 65-82. URL: <https://www.jstor.org/stable/20027931> (дата звернення: 13.06.2023).
24. Сегеда С. А. Методологічні основи категорії «розвиток»: філософський аспект. *Економічна наука. Економіка та держава*. Київ, 2018. №10. С. 14-22. URL: http://www.economy.in.ua/pdf/10_2018/5.pdf (дата звернення: 23.05.2023).
25. Garfield, Jay L. (April 1994). Dependent Arising and the Emptiness of Emptiness: Why Did Nāgārjuna Start with Causation? *Philosophy East and West* 44 (2): 219–250. URL: https://scholarworks.smith.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1023&context=phi_facpubs (дата звернення: 25.05.2023).
26. Кант І. Критика чистого розуму. Соч.: в 6-ти т. Москва: Мысль, 1964. Т.3. 799 с.
27. Іммануїл Кант: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BC%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D1%83%D1%97%D0%BB_%D0%9A%D0%B0%D0%BD%D1%82 (дата звернення: 25.05.2023).
28. Гокінг С. Коротка історія часу: пер. з англ. колективний. Київ: К. І. С., 2015. 201с. URL: https://issuu.com/pubkis/docs/hawking_short_history_ukr (дата звернення: 25.05.2023).
29. Stephen William Hawking: веб-сайт. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Stephen_Hawking. (дата звернення: 25.05.2023).
30. Маленко Я. В. Особливості таксономічного та екологічного складу рослинних угруповань відвалів південно-західної зони Кривбасу: дис. канд. біол. наук: 03.00.16, Дніпропетровськ, 2001. С. 22-33.
31. Сукачов Володимир Миколайович: веб-сайт. URL: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/uk/2/26/%D0%A1%D1%83%D0%BA%D0%B0%D1%87%D0%BE%D0%B2_%D0%92%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%80_%D0%9C%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B0%D0%B9%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87.jpg (дата звернення: 25.05.2023).
32. Ниценко Андрей Александрович. URL: https://batrachos.com/sites/default/files/pictures/Eco_Books/Rozenberg_2013.pdf (дата звернення: 25.05.2023).

ЛЕКЦІЯ 7. ВЧЕННЯ ПРО ДИНАМІКУ БІОГЕОЦЕНОЗІВ.

Мета: закріплення та поглиблення знань про динаміку як феномен буття та мислення, осмислення геометрії часу в просторі та сутності концепцій сукцесії, еволюції рослинності; формування вмій та навичок аналітичного, системного мислення, типологічного аналізу сукцесійних систем, характеристики напрямів і наслідків синантропізації рослинності; розвиток глобального та екологічного мислення, фахових компетентностей, екологічної та загальної культури і свідомості.

План

1. Динаміка як поняття, феномен існування, стан руху і хід розвитку.
2. Динаміка як спосіб відображення темпоральної складності процесів, систем.
3. «Динамічний бум» в екології та форми динаміки рослинності.
4. Сукцесії: концепції, моделі, класифікація, параметри, етапи, езецис, ценохорія.
5. Серійні угруповання. Концепція клімаксу.
6. Еволюція рослинності. Форми антропогенної еволюції.
7. Синантропізація рослинності.

Динаміка – феномен і поняття, що має надзвичайно важливе значення в наукових теоріях буття та мислення, часу та простору, руху та розвитку світу. Це загально- і спеціально наукове поняття, без якого неможливе формування картини світу, осмислення природних і суспільних явищ і процесів, мислення. Давньогрецький вчений Аристотель термін «динаміка» використовував для позначення потенції (можливості) дії [1]. Основи теорії динаміки були закладені ще в працях Г. Галілея та розвинуті у вигляді законів руху в геніальних працях І. Ньютона. Під динамікою розуміють будь-який рух, зміни, «змінювання загалом», пов'язане зі всезагальною взаємодією різних об'єктів. Відомий завдяки Платону афоризм Геракліта Ефеського «*Panta rhei*» («усе тече, все змінюється») у досконалій формі відбиває усталену думку про постійні зміни станів об'єктів, систем, процесів, життя [2].

Найчастіше динаміку тлумачать як: 1) хід розвитку, зміни якогось явища [3, 4]; 2) зміни будь-якого явища під впливом діючих на нього сил (протилежність статиці) [4, 5]; 3) численність руху, дії, розвитку [5]. Нерідко динаміка синонімізується з поняттями «рухливість», «енергійність», «мобільність», «мінливість» тощо. Динаміка дозволяє розглядати існуючу реальність як результат множинних і багатоманітних взаємодій рухів і сил різної природи. Сутність поняття «динаміка» може трактуватися через поняття «стан», а саме «параметрів стану», «прихованих (латентних) станів», «перехідних станів», що відбивають зміни та розвиток явищ і процесів шляхом виявлення змін статичного аспекту властивостей та відносин. Зміст поняття «динаміка» визначається специфікою об'єктів та процесів її носіїв [2].

Динаміка, як зміна якогось явища, рух, дія, розвиток у фундаментальній екології, фітоценології розуміється як зміни різної природи, що охоплюють угруповання в межах певних проміжків часу. Її визначають як: 1) мінливість біогеоценозів у зв'язку з їхніми періодичними змінами зовнішнім середовищем

(ценокинез), формуванням в ході сукцесій (синценогенез) та еволюцією (біоценогенез) [6]; 2) зміни під впливом сил ззовні та внутрішніх протиріч розвитку системи [7, 8]; 3) змінюваність та зміни фітоценозів у часі залежно від внутрішніх та зовнішніх факторів [9]; 4) необоротні (або тривало-циклічні) зміни структури, обумовлені внутрішніми та зовнішніми причинами [10, 11]; 5) явище, що характеризує часову нестабільність, розгортання складу біогеоценозу в часові; процес, що відбиває послідовні, дискретні зміни; властивість, що визначає неможливість статичного стану угруповання, його здатність при багатогранній обумовленості різношвидкісно змінювати свою структурно-функціональну організованість [12]; 6) оборотні та необоротні зміни в межах фаз та міжфазних переходів (станів) кожної стадії формування рослинного угруповання [13, 14] тощо.

Динаміка досить часто розглядається в ряді таких понять як ріст, рух, розвиток, еволюція. Проте, як ми зазначали у попередній темі лекцій, на наш погляд [2, 14], динаміка є лише однією граню процесу світотворення та світорозуміння і не тотожне повнозначно іншим поняттям, має особливі змістові відтінки.

Динаміка як стан руху, специфічна послідовна інтеграція певних станів у координовану адаптивну цілісність, що відбиває хід розвитку, може розглядатися як темпоральність останнього. Темпоральність – протяжність у часі, а узагальнено, інтервал часу протягом якого може бути визначена специфічність об'єкту, процесу, дії, стріла часу, взаємозв'язок і взаємодії минулого, теперішнього та майбутнього [2].

Протягом розвитку людству було притаманне різне розуміння категорії часу, що знайшло своє відображення у працях А. Августина, Ф. Аквінського, Аристотеля, Платона, Р. Декарта, Е. Гуссерля, І. Ньютона, І. Канта, Г. Лейбніца, Дж. Локка, М. Аксьонова, А. Ейнштейна, М. Хайдеггера, Ж.-П. Сартра, К. Ясперса, М. О. Козирева, Дж. Гібсона, Дж. Агамбена та інших, моделях Стівена Гокінга, Роджера Пенроуза, Іллі Пригожина, Девіда Дойча, геометричної та темпоральної моделях реальності, ідеях школи філософії Процесу тощо. Популярна сентенція Аврелія Августина Іппоннійського, котра містить судження, що «минулого вже немає, майбутнє не настало, а теперішнє – це невловимий момент часу, що перетікає з майбутнього в минуле», відображує таємницю часу, парадокс темпоральності, актуальний та нерозв'язаний натеper у ХХІ ст., як й у часи Блаженного Августина. В. І. Вернадський писав, що «історично мінливий, цілісний світ, що еволюціонує, мислиться лише в єдності з часом: це світ, в якому є сьогодні, перед ним відкрито майбутнє, він має свою історію, своє минуле. Час не можна відривати від живого... Велика загадка «учора - сьогодні - завтра», що безперервно нас турбує, доти ми живемо, поширюється на всю природу... вступаючи у сферу життя, ми знову підходимо до більш глибокого, ніж в інших процесах природи, проникнення в реальність, до нового розуміння часу» [15]. В. І. Вернадський, розглядаючи час не як універсальний зовнішній параметр, а як інваріант будь-яких феноменів світу, неодноразово висловлював думку про те, що час в області живого може бути іншим, ніж у чисто фізичних процесах. Вчений підкреслював нерозривний зв'язок часу та простору: «Плинність часу змінює стан простору, впливаючи на його симетрію... » [15].

В. І. Шанда відзначає, що час як сутнісна властивість розвитку, атрибутивний невід’ємний фактор існування біологічних видів, є специфічним вичерпним, не відновлюваним ресурсом в онтогенезі біологічного виду та невичерпним у його еволюції. Геометрія часу в багатовимірному просторі виражена координатами тривалості, періодами та ритмами розвитку [13].

О. В. Болдачов вважає, що еволюційні події формування просторових структур слід трактувати як відображення темпоральної складності у просторову, а формування самої темпоральної складності, в свою чергу, як розосередження, розподілення у часі просторової. Світ – просторово-часовий континуум – рух простору у часі, або час, що розгортається у просторі. Об’єктивна реальність – узгоджена людиною сукупність феноменів та ноуменів, сформульована мовою протяжності у просторі та тривалості у часі. В якості елементарної темпоральної системи автор розглядає подію (перехід – суміщення кінця існування однієї статичної структури та початок іншої), а вищими рівнями ієрархії вважає процес, дії, діяльність, що виникає за наявності мети як системоутворюючого фактору, котрий узгоджує розрізнені дії, та творіння [16]. З цієї цікавої і, разом з тим, неоднозначної для нас точки зору, угруповання рослинних організмів можна розглядати як відбиток множини його просторових проєкцій (тіла, структури, фази та стадії, етапи), одномоментних структурних зрізів, втілення темпоральності системи у чисельних організмах та їх комбінаціях. Осмислення сутності їхнього розвитку досягається з’ясуванням раціональних закономірностей попередніх перехідних станів, вивченням порядку в хаосі та завдяки хаосу і розгортання хаосу у порядку (системі), конструктивності та деструктивності хаосу як засобу ускладнення організації і гармонізації, резонансного об’єднання чи системної кореляції темпів розвитку різних фрагментів складної структури, виявленням співвідношень між актуальними (реальними, реалізованими) і потенційними (прихованими, не виявленими, але наявними, латентними) станами темпоральних систем. При цьому недостатня власна темпоральна складність людини, як суб’єкта, інколи не дозволяє розрізняти подієві утворення зі значно вищою темпоральністю, хоча й кожна окрема подія феноменально явлена у її дійсності. Багато вчених відмічають визначеність, незаперечність, об’єктивність існування відновлення рослинних угруповань при їх порушенні у напряму зонального типу [2].

За виразом Готфріда Вільгельма Лейбніца: «Теперішнє завжди породжує майбутнє» [17]. Інакше кажучи, будь-яка субстанція повинна у своєму теперішньому містити усі свої майбутні стани, а майбутнє потенційно існує і до своєї локалізації у певних просторово окреслених структурах у темпоральному, «розмитому» у часі вигляді, що реалізується на протяжному, багатоваріантному й альтернативному, як у ретроспективі, так й в перспективі, необоротному, нелінійному потоці подій. Як писав Фрідріх Вільгельм Ніцше: «Від майбутнього непомітно віє вітер» [18].

Вивчення динаміки рослинних угруповань у ХХ ст. спричинило, за виразом Б. М. Міркіна [7], справжній «динамічний бум». Його причини – підсилення антропогенного пресу, швидкі зміни під впливом перевипасу, забруднення, зведення рослинності, формування техногенних екотопів та усвідомлена потреба

прогнозування, контролювання та керування цими змінами. Найсуттєвішу роль у становленні сучасних уявлень про динаміку рослинності мали праці таких відомих вчених, як Ф. Клементс, В. М. Сукачов, В. Д. Олександрова, Т. О. Роботнов, Дж. Грайм, Р. Віттекер, В. І. Василевич, С. М. Розумовський, Б. М. Міркін, Г. С. Розенберг, В. Г., Мордкович та ін [14]. Протягом трьох етапів історії вивчення динаміки рослинності, визначених Б. М. Міркіним [19], формувалися та змінювалися погляди та синдинаміку (характер сукцесії, уявлення про клімакс, закономірності змін видового складу (багатства) та продуктивності, моделі еволюції угруповань, виділення форм (класів) динаміки рослинності).

Згідно з сучасними уявленнями та поглядами провідних науковців існують такі основні форми динаміки рослинності:

- **сукцесії** (від лат. «*succession*» – зміна, послідовність, наслідування) – послідовні, поступальні, векторизовані зміни угруповань, внаслідок внутрішніх та зовнішніх причин. Термін «сукцесія» вперше використав американський фітоценолог Генрі Каулс у 1901 р. для опису змін рослинних угруповань. Сукцесія - це властива біоценозу реакція на порушення середовища, яка призводить його до стану, найбільш характерного певному місцевиростанню. Сукцесію можна трактувати і як зміну типів стратегій рослин, коли на зміну експлерентам (рудералам) приходять віоленти та їх супутники ценотичні патієнти (в умовах ценотично замкнених угруповань) або ектопічні патієнти в умовах розімкнених (незімкнених) угруповань, які формуються в екстремальних умовах;
- **еволюція** (від лат. «*evolutio*» – розгортання) – поступальні зміни фітоценозів, які на відміну від сукцесій, супроводжуються формуванням нових типів угруповань, раніше відсутніх у цьому регіоні за рахунок видоутворення або заносу нових для даних умов видів та їх комбінаторики з місцевими видами у сполучення, що відсутні на цій території («*філоценогенез*» за В. М. Сукачовим, В. І. Василевичем).
- **порушення** – стрибкоподібні зміни, викликані зовнішніми, за відношенням до угруповання, факторами, які знищують усе угруповання або більшу його частину («*катастрофічні зміни*» за В. Д. Олександровою (1969), «*дизруптивні*» за В. І. Василевичем (1983), *сукцесії групи гейтогенетичних* за В. М. Сукачовим (1942)).

Праці деяких вчених містять припущення, що формою динаміки рослинності можна вважати й тривалі флуктуації, але більшість науковців все ж таки відносять останні, як й В. М. Сукачов, до циклічності угруповань.

Незважаючи на велику кількість наукових праць єдина загальноновизнана теорія сукцесій на теперішній час відсутня. Сьогодні у фундаментальній екології співіснує декілька теоретичних концепцій сукцесії, інтерпретація якими сутності цього процесу певним чином відрізняється.

Холістична концепція виникла на межі ХІХ та ХХ ст. Її засновником можна вважати американського ботаніка, еколога Фредеріка Клементса [20] (рис. 7.1). Прихильники цієї концепції ототожнюють угруповання з організмом. З позиції холістів сутність сукцесії - це поступове удосконалення угруповання як цілісності, коли досягається максимум коадаптацій видів в угрупованні, максимум використання ресурсів середовища та простору, що досягається зміною в ході сукцесії міжвидових відношень. Пануючий на ініціальних етапах сукцесії нейтралізм,

на медіальних стадіях змінює конкуренція, а на термінальних – мутуалізм чи симбіоз. Сукцесія холістів – це детермінований процес удосконалення угруповання як цілісності, а умовна мета сукцесії – виконання чіткої програми розвитку для досягнення рівноваги угруповання та середовища. Разом з тим, на практиці детермінований хід сукцесії постійно порушується екзогенним впливом [21, 22].

Індивідуалістична концепція активно розвивалася в період 1930 - 1970 рр. Її прихильники, до яких належали Л. Г. Раменський, Дж. Грайм [23] (рис. 7.2), Р. Віттекер [24, 25], розглядають сукцесію як часовий континуум з більш чи менш незалежним розподіленням видів за градієнтом часу. Сутність сукцесії - зміна типів еколого-фітоценотичних (життєвих) стратегій видів. Загальна картина сукцесії представляє перехід від піонерних угруповань з популяціями експлерентів, нездатних диференціювати ніші, до угруповань віолентів і патієнтів, здатних диференціювати ніші, забезпечуючи тим самим зниження конкуренції та повне використання ресурсів і простору місцеіснувань. Індивідуалістична концепція пояснює сукцесію як стохастичний процес, мета якого якнайбільше диференційоване використання середовища та забезпечення незалежного співіснування видів. Зміна міжвидових взаємовідносин, як механізм сукцесії, уявляється як перехід від коменсалізму до конкуренції, а потім нейтралізму.

Регенераційна концепція виникла у другій половині ХХ ст. і в деякому сенсі більш примітивна ніж дві попередні. На погляд її прихильників (Роберт Ріклефс [26] (рис. 7.3.)), сукцесія – це властива біоценозу реакція на скачкоподібні порушення середовища, що завжди призводить до його відновлення до стану, найбільш характерного для певного місцеіснування. Сукцесія – це немов би реставрація (ремонт) біоценозу або його частини, в ній відсутні елементи прогресу, розвитку. Механізмом регенераційної сукцесії є постійний «тиск життя» шляхом міграції видів у порушені місцеіснування з непорушених.

Топографічна концепція виникла на початку ХХ ст. у надрах теорії Ф. Клементса. Суттєве значення для її становлення мали праці Л. Г. Раменського, Г. Вальтера [27], В. Г. Мордковича, С. М. Розумовського. На думку прихильників цієї концепції сукцесія як процес розвитку угруповання це химера тому, що в будь-якому біогеоценозі вона йде не самотійно, а в системі інших біогеоценозів, взаємопов'язаних в одному ланцюгу-катені відповідно до геоморфологічних законів розвитку рельєфу та геохімії ландшафту. Для будь-якої ландшафтної зони існує характерний набір типів сукцесій. Сукцесія – процес не тільки часовий, але й просторовий, так як перекомбінація видів проходить завжди у системі біогеоценозів одночасно [21].

Системна концепція сформувалася у 60-і роки ХХ ст. у зв'язку з розвитком системного підходу. Відповідно до неї сукцесія – це процес упорядкування структури та функціонування екосистеми зі зсувом потоку енергії у бік збільшення її кількості, спрямований на підтримання системи. Рушійною силою сукцесії є біологічний колообіг речовин і хімічних елементів. Метою сукцесії є досягнення рівноваги між енергією зв'язаною та тією, що витрачається на підтримку системи. Молоді екосистеми характеризує висока кількість продукції, а зрілі клімаксові – висока її якість та регуляція по типу зворотного зв'язку [28].

В процесі сукцесії відбувається замикання або ущільнення біогеохімічних колообігів основних біогенних елементів, а тому зрілі екосистеми, порівняно з іншими, відрізняє здатність захоплювати біогенні елементи та утримувати їх для колообігу в самій системі.

Отже, багатоманітність існуючих натепер концепцій сукцесії свідчать, що сукцесійне вчення переживає ситуацію, коли сукупність наявних конкретних фактів значно випереджає рівень їх узагальнення. В результаті кожна концепція пояснює не будь-яку сукцесію, а лише деякі, що проходять на певному рівні організації екосистем. Так, холистична концепція добре описує екогенетичні сукцесії, індивідуалістична – сингенетичні, регенераційна зручна для пояснення або прогнозування вторинних сукцесій типу демурацій, топографічна – для гейтогенетичних сукцесій, а системна – для гологенезу. Це деякою мірою можна пояснити тим, що сукцесія – складний процес, котрий відбувається в екосистемі на всіх рівнях її організації. Ще у 1981 році Роберт Макінтош зазначав, що концепції сукцесії мають право існувати поряд так, як в фізиці хвильова та корпускулярна теорії світла [29] (рис. 7.4). Сьогодні панує думка про доцільність визнання всіх існуючих концепцій їх співіснування для пояснення сукцесій на різних рівнях і побудови в майбутньому синтетичної теорії сукцесій [21, 30] (табл. 7.1).

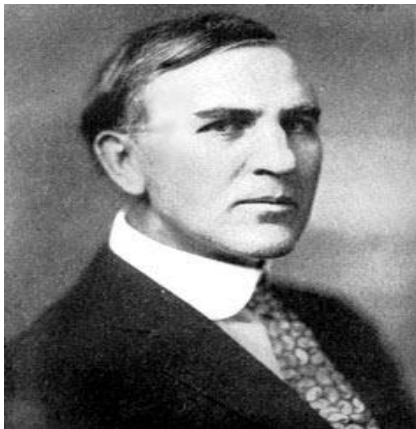


Рис. 7.1. Фредерік Клементс (*Frederic Edward Clements*) [31] американський ботанік, еколог.



Рис. 7.2. Джон Філіп Грайм (*John Philip Grime*) [32] англійський еколог.

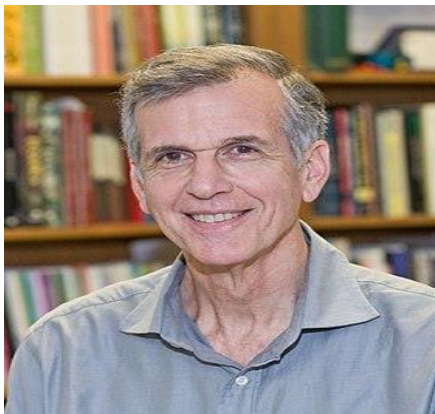


Рис. 7.3. Роберт Ерік Рікклефс (*Robert Eric Ricklefs*) [33] американський орнітолог, еколог.



Рис. 7.4. Роберт Патрік Макінтош (*Robert Patrick McIntosh*) [34] американський біолог, еколог.

Таблиця 7.1

Концепції сукцесії в фундаментальній екології

Назва концепції	Сутність сукцесії
Холістична концепція	детермінований процес поступового удосконалення угруповання як цілісності, спрямований на досягнення максимуму коадаптацій видів в угрупованні, максимуму використання ресурсів середовища та простору, що супроводжується зміною в ході сукцесії міжвидових відносин
Індивідуалістична концепція	часовий континуум, стохастичний процес, спрямований на досягнення вищого ступеню диференціації використання середовища та забезпечення незалежного співіснування видів, що відбувається за рахунок змін типів еколого-фітоценотичних (життєвих) стратегій видів
Регенераційна концепція	властива біоценозу реакція на скачкоподібні порушення середовища («реставрація»), що обумовлена постійним «тиском життя» і спрямована на відновлення угруповання до стану, найбільш характерного зональному
Топографічна концепція	процес не тільки часовий, але й просторовий, що відбувається в системі біогеоценозів, взаємопов'язаних в одному ланцюгу-катене відповідно до геоморфологічних законів розвитку рельєфу та геохімії ландшафту
Системна концепція	процес упорядкування структури та функціонування екосистеми, спрямований на досягнення рівноваги між енергією зв'язаною та тією, що витрачається на підтримку системи

У сучасній екології за типом протікання процесу поширені чотири основні моделі сукцесії, а саме [20, 35, 36]:

1. Модель стимуляції, яка відповідає розумінню сукцесії Ф. Клементсом, коли зміна видів протягом фаз і стадій процесу пов'язана з поступовим покращенням умов середовища (*наприклад, заростання скельних субстратів*);
2. Модель інгібування, що описує самоуповільнення сукцесійного процесу внаслідок оселення піонерних видів, які створюють несприятливі умови та перешкоджають вселенню видів наступних фаз сукцесії (*наприклад, копитні тварини пошкоджують майже суцільний моховий покрив і таким чином уможливають вселення трав'янистих рослин*);
3. Модель толерантності спостерігається у випадках коли відбувається погіршення умов середовища, загострення конкуренції, що компенсується за рахунок вселення все більш і більш толерантних видів (ценотичних патієнтів), зростанням внаслідок цього диференціації ніш і використання доступних ресурсів (*наприклад, відновлення лісу, коли під пологом ялини оселяються вільха та інші тіньовитривалі рослини*);
4. Модель нейтральності, яка описує сукцесію як процес змін популяцій видів з різними життєвими циклами, різними типами еколого-фітоценотичних стратегій, в тому числі й на рівні насінневих банків угруповань.

У реальних умовах найчастіше всі ці моделі перекриваються та функціонують одночасно.

Багатовимірність, багатозумовленість, багатофакторність та складність sukcesій обумовлює існування чисельних підходів до їхньої типології [19, 20, 21, 22, 23, 25, 29, 30, 37, 38, 39, 40]. Для класифікації sukcesій використовують такі критерії:

- I. Причини виникнення (головні фактори) sukcesій (*класична класифікація подана у працях В. М. Сукачова та В. Д. Олександрової та визнана найбільш змістовною, здатною розкрити суттєві внутрішні причини динаміки та розвитку угруповань*):
1. Автогенні (ендогенетичні, ендодинамічні, ендегенез) sukcesії – це незворотні sukcesії, які виникають під впливом внутрішніх процесів, що відбуваються в угрупованнях: а) сингенез (сингенетичні sukcesії) – це sukcesії, викликані змінами складу та структури угруповання, обумовлені процесами заселення, розмноження, зживання та формування взаємовідносин між рослинами (*сингенез - це відносно швидкий, незворотній процес саморозвитку угруповань, що протікає постійно в місцевиростаннях, де ніколи не було рослинності або вона була знищена і особливо яскраво виявляється на відвалах гірських порід*); б) екогенез (ендоекогенез, ендоекогенетичні зміни) – це зміни угруповань, що виникають внаслідок змін середовища самими рослинами в результаті їхньої життєдіяльності, створення такого середовища, яке стає для них несприятливим (*ендоекогенез - незворотній, спрямований, постійний процес, котрий може розвиватися на первинних чи вторинних місцевиростаннях, бути прогресивним або регресивним. На відміну від сингенезу, ендоекогенетичні sukcesії відбуваються на територіях, вже заселених рослинами і протікають більш тривалий час*). 2. Алогенні чи екзогенні sukcesії – це зворотні та незворотні зміни, що виникають в результаті впливу на угруповання зовнішніх по відношенню до нього причин (факторів): а) гейтогенез – алогенні чи екзогенні зворотні та незворотні зміни, викликані локальним впливом зовнішніх умов (кліматичних, геоморфологічних, ґрунтових, антропогенних тощо) (*антропогенні пасовищні, зоогенні, вітровальні, пирогенні, едафогенні, гідрогенні, ексцизійні, викликані вирубуванням, ексараційні, викликані оранкою sukcesії*), спряжені з виникненням нових внутрішньовидових таксонів, видів або нових угруповань. Гейтогенез може тривати десятиріччя або сторіччя, бути прогресивним або регресивним, природним чи антропогенним. Регресивний гейтогенез, що призводить до зниження продуктивності та альфа-різноманіття, називається ретрогресія. (*катастрофічні зміни у розумінні В. Д. Олександрової*); б) гологенез – це дуже повільні та тривалі зміни цілих ландшафтів масштабу тисячоліть (причому рослинні угруповання такої єдності змінюються більш-менш спряжено), які виникають під впливом зовнішніх для угруповання причин (природних (*наприклад, зміни рослинності в ході розвитку річкової долини*) або антропогенних (*наприклад, зміни рослинності під впливом будівництва водосховища*)) і можуть бути поділені в свою чергу на: кліматогенні, викликані поступовою зміною клімату; геоморфогенні, викликані змінами форм земної поверхні; едафогенні; лаборагенні, які викликані не різким, але систематичним впливом людини на

- рослинність (сінокос); ареогенні або селектоценогенетичні (фітоареогенні та зооареогенні); рекреаційні, які виникають під впливом відпочинку людей.
- II. Оборотність : 1) зворотні (гейтогенез, гологенез); 2) незворотні (усі).
- III. Походження (історизм): 1) первинні сукцесії, які починаються на субстратах, де ніколи не було рослинності (*скелі, яри, обриви, сипучі піски*); 2) вторинні сукцесії, які уявляють собою відновлювальні зміни і проходять там, де рослинність була, але зруйнована (знищена): а) демутації – швидкі поступальні зміни угруповань, спрямовані на відновлення вихідного стану; б) квазіпервинні сукцесії, що виникають як наслідок змін умов едафотопів і займають проміжне положення між первинними сукцесіями та демутаціями; в) неповночленні вторинні сукцесії.
- IV. Характер змін структури та функцій угруповань: 1) прогресивні сукцесії, внаслідок яких збільшується видове багатство, підвищується продуктивність (розвиток); 2) регресивні сукцесії, внаслідок яких зменшується видове багатство, знижується продуктивність.
- V. Тривалість (часовий масштаб): 1) швидкі сукцесії, що проходять в масштабі десятиріччя (сингенез, гологенез, гейтогенез); 2) середньо тривалі сукцесії, які тривають сторіччя (ендоекогенез, гейтогенез, гологенез); 3) повільні сукцесії, які тривають тисячоліття (ендоекогенез, гологенез); 4) дуже повільні, що тривають десятки тисячоліть (ендоекогенез, гологенез).
- VI. Ступінь постійності процесу: 1) постійні сукцесії (сингенез, ендоекогенез, гологенез, гейтогенез); 2) непостійні (гейтогенез, гологенез).
- VII. Антропогенність (природа факторів): 1) антропогенні сукцесії, спричинені діяльністю людини (усі); 2) природні сукцесії, обумовлені природними причинами (усі).
- VIII. Рівень на якому відбувається процес: 1) макросукцесії (зміни, що відбуваються на рівні ландшафту); 2) мезосукцесії (зміни, які проходять на рівні фацій); 3) мікросукцесії (заміщення видів).
- IX. Форми послідовностей у часі: 1) основні: а) відцентрова; б) доцентрова; в) маятникова; г) циклічна; д) векторна; 2) похідні: а) хвилеподібна; б) спіралевидна; в) пульсуюча (рис. 7.5).
- X. Стан та динамічні потенції рослинного покриву: 1) зміни, що не порушують існуючу рівновагу покриву чи зміни розвитку; 2) зміни, які пов'язані з порушенням рослинного покриву чи катастрофічні зміни (трансформації).
- XI. Характер субстрату на якому починається формування рослинних угруповань: літофільні, псамофільні чи псамогенні, гідрогенні сукцесії тощо.

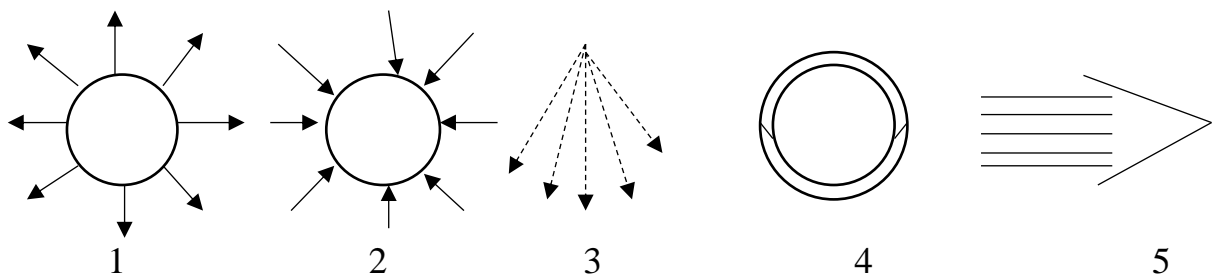


Рис. 7.5. Типологія сукцесій за основними формами послідовностей у часі [21]:
1 - відцентрова; 2) доцентрова; 3) маятникова; 4) циклічна; 5) векторна.

Класифікація сукцесій за усіма критеріями має дещо умовний характер, так як усі описані зміни можуть проходити одночасно, накладатися одна на одну, бути ускладненими антропогенними чи кліматичними впливами. Тому, визначення чітких типів змін це завжди ідеалізація й абстрагування, які разом з тим дозволяють виділяти і вивчати провідні, більш значущі процеси у формуванні та розвитку рослинності певного простору в певний час.

Основними параметрами сукцесії є:

1. Тривалість (часовий масштаб).
2. Спрямованість сукцесії.
3. Швидкість сукцесії, під якою розуміють кількість етапів, тобто змін угруповань, що проходять в одному місцевиростанні за одиницю часу (*швидкість первинних сукцесій в 2-3 рази вище, ніж вторинних, і уповільнюється від піонерних етапів до клімаксу. Швидкість сукцесій залежить від геоморфології місцеіснування: на не дуже крутих схилах сукцесії йдуть швидше, ніж на плакорах*).
4. Етапність [21].

За визначенням С. М. Розумовського етап - це час перебування у даному місцевиростанні одного угруповання [40]. Т. О. Роботнов вважає, що етапами сукцесії є послідовність таких сполучень організмів та середовища, як: 1) утворення субстрату; 2) міграція організмів, їх приживання та агрегація; 3) взаємодії організмів між собою; 4) змінювання організмами середовища; 5) зміна фітоценозів [41]. О. П. Шенніков етапами називає стан збудованості фітоценозів в ході сукцесії: роздільне, роздільно-групове, зімкнуто-групове, зімкнуто-дифузне [9]. А. І. Хархота виділяє такі етапи: 1) попадання та проростання діаспор; 2) екологічний добір видів; 3) розростання клонів та формування популяцій стійких в даних умовах рослин [42]. Отже, зміна одного угруповання з його домінантами та структурою на інше, відбиває перехід сукцесії до наступного етапу. Кількість етапів залежить від конкретної екологічної ситуації, а тривалість етапів зростає по ходу сукцесії.

Найсуттєвіше значення на різних етапах сукцесії, а особливо на початкових має ецезис. Ецезис (від грец. «*oikisis*» – колонізація) – процес захоплення організмами (рослинами, тваринами) вільного простору. Досить часто цей термін вживається для позначення імовірного складного процесу укорінення, заселення, вторгнення, проникнення, закріплення організмів у вільні чи заселені простори. Ф. Клементс вважав ецезис однією з чотирьох фаз формування рослинних угруповань, а саме: 1) міграція зачатків рослин на вільний субстрат; 2) ецезис, чи проростання та укорінення проростків і загалом закріплення мігрантами за собою нового місцеіснування; 3) агрегація, або утворення груп нащадків мігрантів навколо материнських особин; 4) інвазія, або укорінення рослин з одних груп мігрантів в інші. Є. М. Лавренко відзначав, що явище ецезису включає весь процес від моменту інспермації (проникнення) того або іншого виду до його закріплення на певній площі. Ецезис не припиняється до формування клімаксового угруповання. Б. М. Міркін тлумачить ецезис як процес приживання та закріплення рослин при формуванні угруповання. Ецезис, як складова процесу досягнення певної організованості серійних угруповань

екотопів відвалів, пов'язаний з хаосом, що має субстратну основу та розвивається на фоні імовірнісних, об'єктивних і суб'єктивних, контрольованих і неконтрольованих факторів, умов, процесів проникнення, укорінення, заселення рослинами техногенних новоутворень. Здатність до ецезису багатообумовлена і сутнісно залежить від особливостей проникнення, вселення, котрі виявляються в різних просторово-часових масштабах суміщенням в рослинних угрупованнях організмів різних життєвих форм, ценобіотичних типів або еколого-фітоценотичних стратегій, форм різної антропо- і технолоерантності [12, 14, 22, 43].

Суттєве значення на різних етапах сукцесії має і ценохорія, що розуміється як пристосування видів до поширення плодів і насіння – основного засобу розселення видів чи, за В. І. Вернадським, «розтікання живої речовини». Вивченню способів поширення, агентів розповсюдження, способів занесення насіння рослин присвячені дослідження багатьох вчених, з яких найбільш відомі праці О. І. Мальцева, Г. Рідлі, Р. Ю. Левиної, Т. О. Роботнова, А. Л. Тахтаджяна. Відомо 3 основних способи поширення: 1) автохорія – поширення насіння, плодів, спор та вегетативних частин рослинного організму за допомогою пристосувань самої рослини без залучення зовнішніх агентів; 2) алохорія - поширення насіння, плодів, спор рослинного організму за допомогою зовнішніх агентів; 3) поліхорія (диплохорія) - поширення насіння, плодів, спор та вегетативних частин рослинного організму за допомогою пристосувань самої рослини та з залученням зовнішніх агентів. Кожен з етапів сукцесії можна характеризувати спектрами, що відбивають співвідношення способів та агентів (факторів) поширення рослин. Часто наближення рослинних угруповань до більш-менш стабільного стану супроводжується розширенням їх спектрів, зростанням кількості автохорів, зменшенням участі поліхорів, пануванням алохорів, анемохорів і зоохорів [12, 30, 43].

Окремому флористично ясно обмеженому етапу сукцесії відповідає сама нижча, далі неподільна, конкретна одиниця розвитку – стадія. Сукупність стадій, пов'язаних динамічними відношеннями, утворює сукцесійний ряд або серію. Число стадій досягає максимуму в сприятливих для розвитку рослинності умовах. Кожна стадія серії - це угруповання, яке більш - менш відрізняється від попереднього чи наступного у сукцесійному ряду своєю флористичною композицією та кількісним співвідношенням видів. В межах стадії сукцесійної серії виділяють фази. Фаза сукцесії характеризує особливий стан середоутворюючих компонентів і, як правило, зміну підсистем та основних структур угруповання. Виділяють такі фази: ініціальна (початкова), оптимальна (медіальна), термінальна чи дегенеративна (кінцева). Кінцеву фазу попередньої стадії можна розглядати і як початкову фазу наступної стадії. Кінцеві стадії сукцесій одного й того ж типу ідентичні. Угруповання різних стадій і фаз серії (сукцесії) називають серійними.

Кінцевою стадією прогресивної сукцесії є клімакс. Клімакс – це відносно стабільний стан угруповання, що виникає в результаті автогенних та алогенних сукцесій. Концепцію клімаксу почав розробляти Генрі Каулс у 1901 р. З повним правом назвати засновником динамічної геоботаніки можна Фредерика Клементса, який з 1916 року розробляв концепцію клімаксу, що отримала назву моноклімаксу

в рослинності. Ф. Клементс, уподібнюючи рослинне угруповання організму, вважав, що при моноклімаксі в межах однієї кліматичної зони усі фітоценози в ході сукцесії повинні конвергувати до одного клімаксового фітоценозу. Ф. Клементс працював над концепцією понад 50 років і виділив біля 30 різних варіантів клімаксу. Клімаксові угруповання він протиставляв серійним, тобто сукцесійним. Уявлення Клементса про клімакс дещо нагадують статистичну концепцію «рухливої рівноваги» О.О. Єленкіна, А. І. Ільїнського та ін., що розвивалася у двадцятих роках ХХ ст. Концепція моноклімаксу Клементса неодноразово критикувалася, а згодом в 1935 році Артур Тенслі запропонував концепцію поліклімаксу, згідно з якою фітоценози різних місцевиростань в одній кліматичній зоні змінюються в ході сукцесій, але в один тип не конвергують, а на пісках, скелях, болотяних місцевиростаннях формуються свої клімакси. З 50-х років ХХ ст. під впливом праць Роберта Віттекера і ця концепція трансформувалася у концепцію клімакс-континууму, відповідно до якої між клімаксовими фітоценозами існують переходи, і тому кількість клімаксів у поліклімаксі сягає нескінченності. В кожній точці свій індивідуальний клімакс. Р. Віттекер розробив оригінальну класифікацію клімаксів за критерієм тривалості життя домінантів серійних і клімаксових угруповань: аклімакс, циклоклімакс, катаклімакс, суперклімакс, еуклімакс.

В сучасній фундаментальній екології та фітоценології концепція клімаксу надзвичайно важлива, але клімакс не абсолютизується. Клімакс розуміється як:

- тенденція формування угруповань зонального типу;
- рівноважний стан між угрупованням і середовищем;
- вищий ступінь розвитку екосистеми, фінальна сформована стадія її розвитку, яка найбільшою мірою відповідає клімату даної місцевості.

Клімакс ні коли не буває абсолютним, так як на регенераційні процеси в фітоценозах впливають зміни клімату, видоутворення, поява (занос) нових видів. За своєю суттю, клімаксові угруповання – це фітоценози, що перебувають у стадії дуже повільних змін.

Еволюція (від лат. «*evolution*», від «*evolve*» – розгортаю, розгортання) – процес зміни, розвитку, перетворення. В природничих науках цим терміном позначають незворотний поступовий історичний розвиток живої природи, що супроводжується виникненням, зміною та вимиранням видів, перетворенням екосистем і біосфери загалом. Вперше поняття «еволюція» у біологічному сенсі використав у 1677 році англійський богослов, фінансист, креаціоніст Метью Хейл. У науковий обіг термін «еволюція» запровадив у 1762 році швейцарський природознавець, філософ-ідеаліст Шарль Бонне, який використав його для характеристики ембріонального розвитку. Наукову теорію еволюції обґрунтував англійський вчений Чарльз Дарвін у ХІХ ст., а з 1940 року почала розвиватися синтетична теорія еволюції (С. Четвериков, Дж. Холдейн, Р. Фішер та ін.) Майже 150 років після того, як Ч. Дарвін сформулював теорію природного добору, об'єктом еволюційних досліджень був вид або елементарна одиниця його існування – популяція. Починаючи з 1935 року завдяки працям Артура Тенслі, розвиток вчення отримав новий поштовх, що ґрунтується на особливостях

еволюції екосистем, яка охоплює дві узгоджені форми, а саме: 1) еволюція організмів; 2) самоорганізація неживої матерії. Як зазначає Ю. Г. Масікевич та ін. [44], відкритий характер екосистем зумовлює те, що їхня еволюція визначається внутрішніми особливостями екосистем, які саморозвиваються. Проте вона здійснюється також і за рахунок зовнішніх щодо екосистем збурень.

Відповідно до теорії переривчастої рівноваги Елдріджа - Гулда [45], еволюційний процес відбувається стрибкоподібно, з чергуванням періодів змін та їхньої фактичної відсутності. Екосистеми та угруповання, як динамічні системи проходять такі фази адаптивного циклу, як:

- швидкий ріст та активне використання ресурсів середовища (r-фаза);
- консервація (стагнація) (K-фаза);
- колапс (деструкція, руйнування) (Ω - фаза);
- оновлення (реконструкція) (α - фаза) [46].

У фундаментальній екології, фітоценології еволюція тлумачиться як поступальний процес змін фітоценозів, що супроводжується формуванням нових типів угруповань за рахунок видоутворення, заносу нових видів та їхньої комбінаторики з місцевими видами у сполучення, що непритаманні цій території («філоценогенез», за В. М. Сукачовим, В. І. Василевичем). При цьому, саме утворення нових комбінацій видів, які можуть бути подібними або не схожими, на ті що вже існують, але не повторюють їх, відрізняє еволюцію від сукцесій.

Завдяки працям прихильника континуалізму Роберта Гардінга Віттекера [25] еволюція фітоценозів розглядається як сіткоподібний процес, незалежного еволюціонування видів з різними екологічними та біологічними характеристиками в одному фітоценозі за рахунок диференціації екологічних ніш (рис. 7.6).

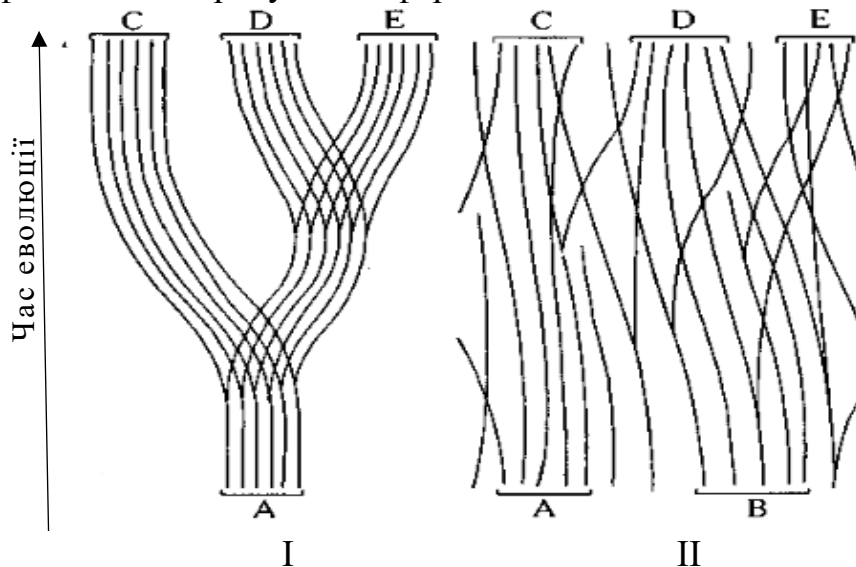


Рис. 7.6. Моделі еволюції фітоценозів [24]: I – еволюція фітоценозів як цілісностей (парадигма організму чи детермінізму), в результаті якої з одного вихідного типу фітоценоза (A) утворюється три нових (C, D, E); II – сіткоподібна модель еволюції (континуалізм), внаслідок якої з континууму умовно поділеному на два типи фітоценозів (A, B) формується інший континуум, умовно поділений на три типи фітоценозів (C, D, E).

Еволюція фітоценозів включає флорогенез (виникнення нових видів) та фітоценогенез (добір і комбінаторика видів в угрупованні під впливом відбору).

При цьому, роль флорогенезу завжди суттєвіша за роль фітоценогенезу тому, що відбір першочергово впливає на генетичні особливості популяцій видів. Еволюція протікає завдяки диференціації екологічних ніш, тобто «пакуванні» видів в угрупованні.

Процес природної еволюції, завдяки якому формувалося сучасне різноманіття рослинності відповідно до типів клімату та ґрунтів, протікав дуже повільно. В останні 2 століття він майже повністю подавлений швидким процесом еволюції під впливом людини – антропогенної еволюції [19].

Антропогенна еволюція на думку вчених має наступні дві форми:

- I. Цілеспрямована (програмована) антропогенна еволюція – процес, що характеризується такими явищами:
 - 1) заміна природної рослинності на штучні фітоценози;
 - 2) інтродукція видів з інших районів і включення їх до складу природних або штучно створених фітоценозів;
 - 3) зміни складу природних фітоценозів за рахунок введення нових видів і культиварів;
 - 4) конструювання нових типів штучних фітоценозів (польових, лісових, паркових, рекультиваційних на техногенних субстратах техногенних екотопів).
- II. Стихійна антропогенна еволюція рослинності, що супроводжується:
 - 1) заносом видів з інших районів (*амброзія полинолиста, гринделія розчепірена*);
 - 2) знищенням частини видів і зниженням генотипічного різноманіття видів, які збереглися;
 - 3) зміщенням меж природних зон внаслідок господарської діяльності людини (*зараз межа степової зони повсюдно зміщена до півночі внаслідок інтенсивного використання та вирубування лісів*);
 - 4) виникненням нових стійких до впливу людини вторинних типів фітоценозів (*розвиток пасовищних фітоценозів із збідненим видовим складом*).
 - 5) формування нових фітоценозів на антропогенних і техногенних субстратах в ході їхнього самозаростання (*на промислових відвалах гірських порід виникають комбінації видів, які відсутні в природі*).

Часто для узагальненого позначення процесу стихійної антропогенної еволюції рослинності використовують термін синантропізація.

Синантроп (*від грець. «syn» - разом та «anthropos» – людина*) – це вид, пристосований до існування у трансформованому людиною середовищі, який мешкає поблизу від житла людини або в створених нею місцевиростаннях.

Синантропізація рослинності – це закономірний об'єктивний процес глобального характеру, своєрідна форма реагування рослинного покриву на антропний, техногенний вплив. Вона виявляється у проявах пластичності і поліморфізму рослин, збереженні стійких антропотолерантних форм і видів. Провідними напрямками синантропізації рослинного покриву є збіднення генофонду місцевих видів, рудералізація, зріст евритопності, антропохорності, ксерофітизація, швидке поширення адвентивних рослин. Синантропізація рослинності є невід'ємною складовою розвитку рослинності техногенних екотопів. Синантропізація призводить до зменшення бета-різноманіття рослинності

за рахунок широкого поширення евритопів і загалом розглядається як процес регресивної еволюції.

У складі синантропної флори виділяють дві основні фракції: автохтонну (аборигенну) та алохтонну (адвентивну). Автохтонна фракція синантропної флори наведена апофітами – аборигенними, докорінними, місцевими видами, що повністю або частково переселилися в антропогенні місцевиростання. Апофіти поділяються на три групи: 1) геміапофіти - види, які активно поширюються в антропогенних екотопах, але зберігають відносно стійкі позиції в місцевій флорі; 2) евапофіти - види, які майже повністю перейшли на антропогенні екотопи; 3) нестійкі, випадкові апофіти - види, які уявляють собою випадковий елемент техногенних місцевиростань, проте широко розповсюджені у природних угрупованнях. Алохтонну фракцію складають адвентивні, антропохорні, привнесені рослинні види, область походження яких знаходиться за межами України.

Адвентивність (*від лат. «adventicius» – зайшлий, чужий, не властивий*) – занесення, імміграція виду з одного угруповання або області географічного поширення (ареалу) в інший з наступною акліматизацією. Адвентивність є результатом випадкового чи навмисного занесення організмів людиною або різними природними чинниками у нові регіони. Основою адвентивності є адаптивні механізми процесів обміну речовин. Перебудови, що при цьому відбуваються, лежать в межах норми реакції організму і не порушують його генетичну структуру. Адвентивними вважають такі рослини, які, потрапивши в нову місцевість, що лежить за межами їх ареалів, переважно за допомогою штучних факторів поширення, пристосувалися до нових умов існування та почали самостійно поширюватися на новій території.

Занесення, натуралізація та поширення адвентивних рослин є однією з рушійних сил сучасного флорогенезу. Адвентивні рослини відзначаються широкою еколого-ценотичною амплітудою пристосування, відносно високою життєздатністю, антропо- і технотолерантністю, ефективними пристосуваннями до поширення насіння. Всі види адвентивної (алохтонної) фракції синантропної флори за часом проникнення на певну територію поділяються на дві групи: 1) археофіти - рослини занесені до кінця XVI століття; 2) кенофіти - рослини, занесені в новітній час. За ступенем натуралізації, що відбиває здатність виду нормально розвиватися у нових для нього умовах, давати життєздатне потомство і більш-менш активно поширюватися в новій для нього місцевості у звичайних для виду або нових місцевиростаннях і рослинних угрупованнях, адвентивні види поділяються на чотири групи: а) агріофіти - види, що натуралізувалися у природних та напівприродних місцевиростаннях; б) епекофіти - види, які натуралізувалися на цілком трансформованих екотопах; в) ефемерофіти - види, котрі утримуються у флорі даної місцевості на протязі короткого часу; г) ергазіофіти - здичавілі культивовані рослини, що локалізуються біля місця культури [30, 47, 48, 49, 50].

Властивості більшості адвентивних видів (широка еколого-ценотична амплітуда пристосування, пластичність стратегій, відносно висока життєздатність, евритопність, антропо- і технотолерантність, антропохорність, ефективні

приспосовування до розповсюдження насіння, швидкість і масовість поширення зачатків тощо) визначають їхню високу інвазійність, що супроводжується високою здатністю завдавати шкоди аборигенним видам, їх угрупованням або екосистемам у цілому. Г. Н. Шоль [50, 51] поділяє адвентивні види за ступенем інвазійності на чотири групи: 1) види-трансформери – це види з найвищим інвазійним потенціалом, які відіграють найважливішу роль для прогнозу подальшої адвентизації флори місцевості, оскільки суттєво впливають на стан рослинного покриву, перешкоджаючи поновленню природної фракції флори і створюючи умови, в яких окремі аборигенні види пригнічуються, а іноді й зовсім зникають (табл. 7.2); 2) інвазійні види, які масово поширені в антропогенних місцевиростаннях та активно натуралізуються в природних і напівприродних; 3) інвазійні види, які натуралізувалися в природних і напівприродних ектопах, виявляють помірну активність та не відіграють суттєвої ценотичної ролі; 4) потенційно інвазійні види.

Таблиця 7.2

Види-трансформери флори міста Кривий Ріг [50, 51, 52]

№	Назва рослинних видів	
	українська	латинська
1	Робінія звичайна	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.
2	Клен ясенolistий	<i>Acer negundo</i> L.
3	Маслинка вузьколиста	<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.
4	Дикий виноград п'ятилистий	<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch.
5	Дикий виноград прикріплений	<i>Parthenocissus inserta</i> (A.Kern.) Fritsch
6	Нетреба ельбінська	<i>Xanthium albinum</i> (Widder) H. Scholz
7	Амброзія полинолиста	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.
8	Волошка розлога	<i>Centaurea diffusa</i> Lam.
9	Злинка канадська	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Crong. (<i>Erigeron canadensis</i> L.)
10	Гринделія розчепірена	<i>Grindelia squarrosa</i> (Pursh) Dunal
11	Злинка однорічна	<i>Phalacrolooma annuum</i> (L.) Dumort. (<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.
12	Злинка щетиниста	<i>Phalacrolooma septentrionale</i> (Fernald. et Wiegand)
13	Елодея канадська	<i>Elodea canadensis</i> Michx.
14	Стоколос покрівельний	<i>Anisantha tectorum</i> (L.) Nevski
15	Стоколос (бромус) розчепірений	<i>Bromus squarrosus</i> L.

Узагальнення ключових питань лекції дозволяє відзначити:

- динаміка – це феномен і поняття, що відіграє суттєву роль у створенні наукової картини світу. Вона дозволяє розглядати реальність як результат численних та багатоманітних взаємодій рухів та сил різної природи. Динаміка – це спосіб фіксації множини перетинів простору та часу, можливість їхньої візуалізації та осмислення суб'єктом-дослідником, засіб інтеграції виявлених змін статичного аспекту властивостей і відносин та диференціації часових станів об'єкту чи процесу, реалізованих у певних вимірах (зрізах) просторової структури;
- наслідки панування антропоцентризму та техноцентризму активізували дослідження динаміки рослинності, основними формами якої є порушення, сукцесії, еволюція;

- сукцесії – це складні процеси, що відбуваються на всіх рівнях екосистем і уявляють собою поступальні закономірні зміни у часі одних систем іншими на певних ділянках земної поверхні. Сукцесії, як багатомісні, багатозумовлені, багатфакторні, складні процеси, є проявом здатності систем до розвитку, саморозвитку, в ході яких зростає вираженість екологічної доповняльності елементів складу. Відсутність загально визнаної концепції сукцесій визначає потребу подальших деталізованих досліджень динаміки рослинності та розробки на цій основі різнопланових положень та узагальнень, як підґрунтя майбутньої синтетичної теорії;
- еволюція рослинності - поступальний процес змін фітоценозів, спряжений з формуванням нових типів угруповань за рахунок видоутворення, заносу нових видів та їхньої комбінаторики із місцевими видами у сполучення, що несприятиманні цій території. Різноманітні порушення цілісності та суцільності «плівки життя», виникнення низькопродуктивних ландшафтів, як характерна риса сучасного розвитку людського суспільства, екосфери, етапу техногенезу, обумовили прискорення темпів антропогенної еволюції, як цілеспрямованої (програмованою) так і стихійної. Синантропізація, як об'єктивний закономірний процес глобального характеру, є невід'ємною складовою сучасної еволюції рослинності, що вимагає глибокого теоретичного осмислення, багатоспрямованих практичних польових, лабораторних, експериментальних досліджень, аналізу, синтезу й узагальнення напрацьованого матеріалу з метою розширення уявлень про особливості та напрями розвитку регіональних і місцевих флор, розробки концепцій і заходів керування поширенням і використанням заносних видів, оптимізації антропогенної рослинності, збереження біорізноманіття й охорони раритетної біоти;
- подальше системне та багатобічне вивчення динаміки – передумова цілеспрямованого керування змінами, розкриття та осмислення сутнісних закономірностей розвитку рослинності.



*Creer, c'est unir.
(Створювати означає об'єднувати).*

П'єр Тейяр де Шарден.

Все, що є в світі без виключення є ареною руху, чи то несходження, чи сходження. Таким чином, все, що рухається, живе, і всесвітнє життя є необхідною трансформацією. В цілому світ не змінюється.....але всі його частини вічно видозмінюються.

Гермес Трисмегіст.

По той бік феноменального світу слід шукати позачасову по суті істину, яка заперечує як незворотність, так і подійність.

Ілля Пригожин.

ПИТАННЯ САМОКОНТРОЛЮ ТА ПОЛЕМІКИ:

1. Що таке динаміка?
2. Що таке темпоральність?
3. Як Ви розумієте твердження про те, що світ це просторово-часовий континуум?
4. Які причини обумовили «динамічний бум» в екології?
5. Які існують форми динаміки рослинності?
6. Що таке сукцесія? Які концепції сукцесії сформувалися у сучасній науці?
7. Які моделі сукцесії існують у фундаментальній екології? Хто запропонував ці моделі?
8. Класифікація сукцесій. Які критерії застосовують для типології сукцесій?
9. Що таке сингенез, екогенез? До якої групи змін їх відносять?
10. Які основні параметри характеризують сукцесії?
11. Що таке розуміють етапом сукцесії?
12. Що таке ецезис, ценохорія? Яке значення вони мають в сукцесійному процесі?
13. Що таке стадія, фаза сукцесії? Які угруповання рослин називають серійними?
14. Що таке клімакс у фундаментальній екології? В чому полягає сутність концепції клімаксу?
15. В чому полягає відмінність порушень (катастрофічних чи дизруптивних змін) від сукцесій та еволюції?
16. Що таке еволюція? Хто вперше використав це поняття у науці?
17. В чому полягає сутність сучасних уявлень про процес еволюції рослинності? Хто є засновником сіткової теорії еволюції фітоценозів?
18. Які форми антропогенної еволюції Вам відомі? Чим вони характеризуються?
19. Що таке синантроп, синантропізація рослинності?
20. Якими фракціями представлена синантропна флора?
21. Що таке адвентивність? Які характеристики властиві адвентивним рослинам?
22. Які Вам відомі адвентивні рослини, що поширені на території проживання?
23. Які адвентивні рослини Вашої місцевості віднесені до найбільш небезпечних видів-трансформерів?

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Аристотель. Метафізика; пер. О. Парича. Київ: Темпора, 2020. 848 с.
2. Маленко Я. В., Миснік К. О. Динаміка як стан руху, хід розвитку, спосіб відображення темпоральної складності процесів, систем. *Екологічний вісник Криворіжжя*. Кривий Ріг, 2018. Вип. 3. С.23 - 29. URL: <https://doi.org/10.31812/ecobulletinkrd.v3i.6819> (дата звернення: 15.06.2023).
3. Словник української мови: в 11тт. / АН УРСР. Інститут мовознавства; за ред. І. К. Білодіда. Київ: Наукова думка, 1970-1980. Т.2. С.279.
4. Словник іншомовних слів / за ред. О. С. Мельничука. Київ: Головна редакція УРЕ, 1977. С. 211.
5. Словарь иностранных слов / глав. ред. Ф. Н. Петров. Москва: ОГИЗ-ГИС, 1942. С. 209.
6. Быков Б. А. Экологический словарь. 2 изд. доп. Алма-Ата: Наука, 1988. С. 181.

7. Реймерс Н. Ф. Популярный биологический словарь. Москва: Наука, 1991. С. 148.
8. Мусієнко М. М., Серебряков В. В., Брайон О. В. Екологія. Охорона природи: Словник – довідник. Київ: «Знання», КОО, 2002. С. 124.
9. Шенников А.П. Введение в геоботанику. Ленинград: Изд-во ЛГУ, 1964. С. 14.
10. Миркин Б. М., Розенберг Г. С. Толковый словарь современной фитоценологии. Москва: Наука, 1983. С. 27.
11. Begon M., Townsend C. Harper J. Ecology: from individual to ecosystems. Wiley: Blackwell, 2006. 752 p.
12. Теоретичні проблеми біогеоценології: колективна монографія / В. І. Шанда, Е. О. Євтушенко, Н. В. Ворошилова, Л. В. Шанда, Я. В. Маленко, О. О. Кобрюшко; наук. ред. Н. А. Белова. Кривий Ріг: Криворізький державний педагогічний університет. Видавець Чернявський Д.О., 2020. 330 с. URL: <https://doi.org/10.31812/123456789/4077> (дата звернення: 23.05.2023).
13. Шанда В. І. Теоретичні проблеми екології та біогеоценології. Кривий Ріг: Вид-во Р. А. Козлов, 2013. 247 с. URL: <https://doi.org/10.31812/123456789/4871> (дата звернення: 23.05.2023).
14. Маленко Я. В. Деякі аспекти теорії розвитку та динаміки рослинних угруповань. *Структура та розвиток культурфітоценозів Криворіжжя: монографія*. Кривий Ріг, 2017. С. 35-54. URL: <https://doi.org/10.31812/0564/1008> (дата звернення: 17.06.2023).
15. Вернадский В. И. Размышления натуралиста. Пространство и время в неживой и живой природе. Москва: Наука, 1975. 176 с.
16. Boldachev A. V. Temporality. URL: <http://philosophystorm.org/boldachev/1343> (дата звернення: 09.10.2017).
17. Лейбниц Г. В. Сочинения в 4-х томах. Москва: Мысль, 1982. Т.1. С. 346.
18. Ніцше Ф. В. Так казав Заратустра. Тернопіль: Навчальна книга-Богдан, 2021. С. 69.
19. Миркин Б. М., Наумова Л. Г., Соломещ А. И. Современная наука о растительности. Москва: Логос, 2001. 264 с.
20. Clements F. E. Plant succession and indicators F. E. Clements. New York: Hatner Press, 1973. 453 p.
21. Мордкович В. Г. Очерк сукцессионных проблем. *Биологические науки*. 1988. 6 (1). С. 13-24.
22. Маленко Я. В. До теорії сукцесій. *Екологічний вісник Криворіжжя*. Кривий Ріг, 2015. Вип. 1. С.20 - 26. URL: <https://doi.org/10.31812/ecobulletinkrd.v1i0.6285> (дата звернення: 15.06.2023).
23. Grime J. P. Plant strategies and vegetation processes. Chester. N.Y.; Brisbane; Toronto: John Willey and Sons, 1979. 222 p.
24. Whittaker R. H. Evolution of diversity in plant communities. *Brookhaven Symp. Biol.*, New York, 1969. №22. Pp. 178-196.
25. Whittaker R. H. Communities and Ecosystems. New York: Macmillan, 1970. 162 p.
26. Ricklefs R. E. Ecology. San Francisco: Freeman and company, 1990. 520 p.

27. Walter H. *Vegetation und Klimazonen: Grundriss der globalen Ökologie*. 5., überarb. erg. Aufl. Stuttgart: Ulmer, 1984. 382 s.
28. Odum E. P. *Fundamentals of ecology*. Philadelphia: Saunders, 1971. 574 p.
29. McIntosh R. P. *Succession and ecology theory. Forest succession. Concepts and Appl.*, New York e. a., 1981. V.15. p.10-23.
30. Маленко Я. В. Особливості таксономічного та екологічного складу рослинних угруповань відвалів південно-західної зони Кривбасу: дис. канд. біол. наук: 03.00.16, Дніпропетровськ, 2001. С. 22-33.
31. Фредерік Клементс: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%BA_%D0%9A%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%81 (дата звернення: 15.06.2023).
32. John Philip Grim: веб-сайт. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/File:John_Philip_Grime.jpg (дата звернення: 15.06.2023).
33. Роберт Ріклефс: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D0%B1%D0%B5%D1%80%D1%82_%D0%A0%D1%96%D0%BA%D0%BB%D0%B5%D1%84%D1%81 (дата звернення: 15.06.2023).
34. Robert P. McIntosh: URL: <https://catalogue.nla.gov.au/Record/2371117> (дата звернення: 15.06.2023).
35. Connell J. H., Slatyer R. O. Mechanism of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *Amer. Naturalist*. 1977. V. III. Pp. 1119-1144.
36. Botkin D. B. Causality and succession. *Forest Succession. Concept and Appl.*, New York e. a., 1981. Pp. 36-55.
37. Braun-Blanquet J. *Pflanzensoziologie. Grundzuge der Vegetationskunde*. Wien: 2 Aufl, 1931. 631 p.
38. Мак Дуголл В. Б. *Экология растений*. Москва: Учпедгиз, 1935. С. 159-168.
39. Хлизіна Н. В. Літофільні угруповання Криворізького залізорудного басейну: екологія, типологія, динаміка: автореферат дис. канд. біол. наук: 03.00.16 – екологія. Дніпропетровськ, 2004. 20 с.
40. Разумовский С. М. *Закономерности динамики биогеоценозов*. Москва: Наука, 1981. 231 с.
41. Работнов Т. А. *Экспериментальная фитоценология*. Москва: МГУ, 1987. 160 с.
42. Хархота А. И. Флора техногенных экотопов. *Проблемы изучения синантропной флоры СССР*. Москва, 1989. С. 19-21.
43. Маленко Я. В. Деякі аспекти еезису як невід'ємної складової сингенезу. *Біогеоценологічні основи оптимізації степових ландшафтів і їх фіторекультивация: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (22-23 квітня 2016 р., м. Кривий Ріг) присвяченої 100-річчю від дня народження І. А. Добровольського д.б.н., професора кафедри ботаніки та екології Криворізького державного педагогічного інституту*. Кривий Ріг, 2016. С. 81-84. URL: <https://doi.org/10.31812/0564/380> (дата звернення: 15.06.2023).

44. Теорія систем в екології : підручник / Ю. Г. Масікевич, О. В. Шестопалов, А. А. Негадайло та ін. Суми: Сумський державний університет, 2015. С. 125-127.
45. Eldredge N., Gould S.J. Punctuated equilibria: an alternative to phyletic gradualism. *Models in Paleobiology* / Ed. by T.J.M. Schopf. San Francisco: Freeman Cooper, 1972. Pp. 82- 115.
46. Clark J. S., Carpenter S. R., Barber M. et al. Ecological forecast: An emerging imperative. *Science*. 2001. № 293. Pp. 657-660.
47. Протопопова В. В. Адвентивні рослини лісостепу і степу України. Київ: Наукова думка, 1973. 192 с.
48. Протопопова В. В., Мосякін С. Л., Шевера М. В. Фітоінвазії в Україні як загроза біорізноманіттю: сучасний стан і завдання на майбутнє. Київ: Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України. 2002. 28 с.
49. Маленко Я. В., Колісник А. Г. Експансія адвентивних видів – об’єктивна складова антропогенної трансформації флори Криворіжжя. *Екологічний вісник Криворіжжя*. Кривий Ріг, 2013. вип. 9. С. 20-23.
50. Чипиляк Т. Ф., Зубровська О. М., Шоль Г. Н. Рослини в урботехногенному середовища степової зони України. Київ: Талком, 2022. С. 51-80.
51. Шоль Г. Н. Види-трансформери в урбанофлорі Кривого Рогу. *Стратегії збереження рослин у ботанічних садах та дендропарках*: матеріали міжнародної наукової конференції, присвяченої 90-річчю від дня народження чл.-кор. НАН України, д.б.н., професора Тетяни Михайлівни Черевченко. Київ, 2019. С. 287-288.
52. Маленко Я. В., Ворошилова Н. В., Поздній Є. В. Екологічне інспектування: практикум з навчальної дисципліни для здобувачів першого рівня вищої освіти спеціальності 101 Екологія / за ред. Я.В. Маленко. Кривий Ріг: КДПУ, 2023. 155 с. URL: <https://doi.org/10.31812/123456789/7307> (дата звернення: 15.06.2023).

РОЗДІЛ IV. СТРАТЕГІЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ЛЮДИНИ І БІОСФЕРИ

ЛЕКЦІЯ 8. ТЕХНОГЕНЕЗ, НАДЗВИЧАЙНІ ЕКОЛОГІЧНІ СИТУАЦІЇ ЯК ОБ'ЄКТИ ТЕОРІЇ ЕКОЛОГІЇ. ТЕХНОГЕННА БІОГЕОЦЕНОЛОГІЯ.

Мета: закріплення знань про техногенез, специфіку надзвичайних екологічних ситуацій, особливості структури та розвитку біогеоценозів в умовах техногенного впливу; поглиблення уявлень про техносферу, екосферу, підходи до періодизації техногенезу, засади та перспективи розвитку теорії НЕС, техногенної біогеоценології; формування вмінь та навичок аналітичного, системного мислення, типологічного аналізу НЕС і системи техногенних екотопів; розвиток глобального та екологічного мислення, фахових компетентностей, екологічної та загальної культури і свідомості.

План

1. *Визначення та сутність понять «техногенез», «техносфера», «екосфера».*
2. *Основні етапи розвитку технологій, періодизація техногенезу.*
3. *Основні положення теорії надзвичайних екологічних ситуацій (НЕС).*
4. *Критерії типології, закономірності та перспективні проблеми вивчення надзвичайних екологічних ситуацій (НЕС).*
5. *Техногенна біогеоценологія – важлива складова фундаментальної екології.*

Розвиток глобальної екосистеми Землі (біосферогенез), людини (антропогенез), суспільства (соціогенез) включає й техногенез.

Вперше поняття «техногенез» було використано у 1934 році учнем В. І. Вернадського, радянським академіком Олександром Євгеновичем Ферсманом [1, 2]. Автор тлумачив техногенез як геохімічний процес концентрації та розсіювання елементів внаслідок виробничої діяльності людини. Згодом до обґрунтування дефініції поняття, як геохімічної роботи людства, приєднався радянський ґрунтознавець та геохімік А. І. Перельман [3] та інші вчені (Б. І. Кудрін, В. С. Стенін, М. А. Глазовська, Н. С. Касимов, Р. К. Баландін, Г. Ф. Хільмі, Н. І. Плотніков, М. Ф. Реймерс, К. М. Ситник, В. М. Розумовський, М. Г. Демчишин, А. Л. Суздалева, С. А. Рафіков). На думку К. М. Ситника, техногенез – це перебудова біосфери та створення нової планетарної оболонки, де панує людство, як геологічна сила [4]. В. І. Шанда відмічає, що техногенез є прогресуючою еволюцією техніки від примітивних знарядь, засобів і технологій до сучасних форм, які створюються і вдосконалюються людиною для забезпечення існування, діяльності, нестримного просування в просторах Землі та виходу за її межі [5]. А. Л. Суздалева визначає техногенез як процес трансформації навколишнього середовища, обумовлений прямими чи опосередкованими впливами різного характеру, пов'язаними з функціонуванням окремих господарських суб'єктів та їхніх комплексів, техногенних об'єктів [6]. У сучасній фундаментальній екології поширено таке визначення цього поняття.

Техногенез (від грец. «*techne*» - мистецтво, ремесло, майстерність, «*genesis*» - народження, походження) – це процес зміни природних систем

внаслідок геохімічних, геологічних, геофізичних процесів, обумовлених виробничою (технічною та технологічною) діяльністю людини, вилученням з навколишнього середовища, концентрацією та перегрупуванням цілої низки хімічних елементів, мінеральних та органічних сполук.



Рис. 8.1. Олександр Євгенович Ферсман
(*Alexander Fersman*) [2]
радянський геохімік, мінералог.

У геохімічному аспекті техногенез включає: 1) вилучення хімічних елементів із природного середовища та їхню концентрацію; 2) перегрупування хімічних елементів, зміни хімічного складу сполук, до складу яких входять ці елементи, а також створення нових хімічних речовин; в) розсіювання залучених у техногенез

елементів у навколишньому середовищі. Суттєву роль у техногенезі має штучне рельєфоутворення та переміщення мас гірських порід (техногенний механогенез) при різних інженерно-геологічних заходах: 1) вибухові, наливні роботи, ущільнення ґрунтів, створення відвалів, обладнання фундаментів; 2) захисні заходи від абразії, денатурації, дефляції, ерозії, карстоутворення, суфозії тощо.

Техногенез спряжений з формуванням техносфери.

Техносфера – це частина біосфери, змінена людьми за допомогою прямої або опосередкованої дії технічних засобів з метою відповідності соціально-економічним потребам людства.

Р. К. Баландін [7], характеризуючи техносферу, відзначає такі її особливості:

- 1) техносфера об'єктивно виникла з біосфери і є сучасним етапом її еволюції;
- 2) техносфера – відкрита, негентропійна система;
- 3) необхідними умовами розвитку техносфери є хаосогенні та керовані розумом процеси;
- 4) техносфера розвивається прискорено.

Відповідно до сучасної наукової думки, техносфера на найвищому коеволюційному глобальному рівні разом із біосферою та ноосферою інтегрується в екосферу.

Термін «екосфера» вперше запропонував Л. Кол у 1958 році [8]. Різні автори визначають екосферу як: 1) екологічна сфера, яка включає організми та середовище, що їх оточує і з яким вони взаємодіють [9]; арена взаємодії людини та природи, на якій зосереджені всі сучасні екологічні проблеми та колізії [10]; 3) всеохоплююча екосистема з людиною [11, 12]; єдина планетарна екологічна ніша суперетносу (людства) та середовища, що його оточує [13, 14]; 4) сукупність біосфери, ноосфери та техносфери (екосфера = біосфера + ноосфера + техносфера); 5) глобальна екосистема, кордони якої практично збігаються з кордонами біосфери і яка на відміну від останньої обмежена зоною активної взаємодії живої речовини з довкіллям; 6) актуальний, реально існуючий стан біосфери, оскільки геологічна активність минулих біосфер залишається поза обширами екосфери.

Фактично екосфера – це сучасна сукупність всього живого на Землі разом з його безпосереднім властивим для певного часового виміру оточенням і ресурсами, тобто глобальна екосистема, що об'єднує всі сучасні екосистеми Землі.

Згідно з Б. С. Флейшманом [15] екосфера належить до рівня суперскладних систем і є об'єктом організованої складності У. Уівера [16] чи цілеспрямованої поведінки З. Наве, системою здатної до самоорганізації в процесі аутопоезисного неперервного самооновлення (відповідно до «теорії Сантьяго» У. Матурано та Ф. Варела [17]). Саме цим вона відрізняється від систем I-го рівня складності, які є об'єктами вивчення класичної фізики і поведінку яких визначають закони збереження в межах речовинно-енергетичного балансу, від кібернетичних систем 2-го рівня складності, яким властива наявність зворотних зв'язків, від систем 3-го рівня, визначальною для яких є здатність приймати рішення, тобто обирати (прямо чи опосередковано через середовище) варіант поведінки («стимул-реакція») та від систем 4-го рівня складності, які характеризує здатність до перспективної активності чи випереджувальної реакції («реакція-стимул») (рис. 8.2).

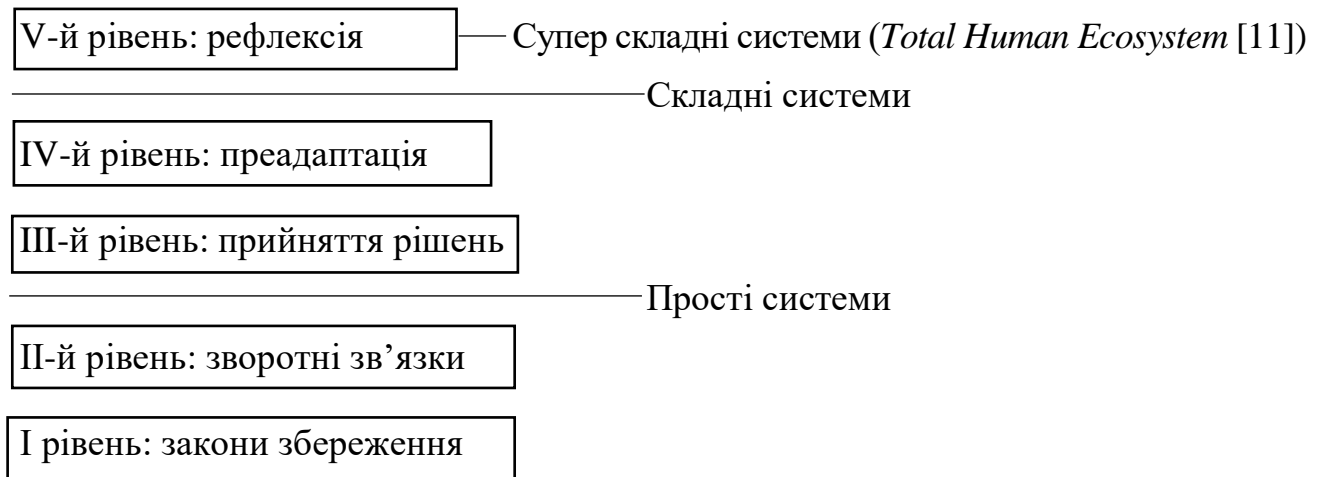


Рис. 8.2. Рівні ускладнення поведінки систем [15].



Рис. 8.3. Зев Наве
(*Zev Naveh*) [18]
ізраїльський геоеколог.



Рис. 8.4. Умберто Аугусто Роммесін Матурана
(*Humberto Maturana*) [19]
чилійський біолог, філософ, письменник.

Зростання техногенного впливу на природу та формування техносфери обумовлено розвитком технологічного способу виробництва, технологій. Технологія – це методи обробки матеріалів, речовин в промисловості, сукупність знань про послідовність операцій в процесі виробництва будь-чого. Розвиток технологій на планеті відбувався поетапно, від більш простих їхніх форм до складних, інформаційних. Історичний аналіз дозволив І. М. Малахову виділити наступні (етапи) періоди розвитку технологій, наведені в таблиці 8.1.

Таблиця 8.1

Періоди розвитку технологій (за І. М. Малаховим [20])

Період	Характеристика технологій	Характеристика продуктів праці	Мета (цільова установка)	Особливості розвитку
Природний (доіндустріальне суспільство)	пристосуванням природних об'єктів до потреб людини	якість продуктів праці мало відрізняється від природних	виживання шляхом пристосування до природних умов	приручення та використання тварин, відновлюваних джерел енергії
Промислової революції (індустріальне суспільство)	розвиток транспортних технологій, механізація, автоматизація основних процесів виробництва	суттєві відмінності кількісних характеристик продуктів праці від об'єктів природи (міцність, зносостійкість, довговічність)	панування над природою	використання теплової та елек-тричної енергії, починається процес витіснення людини з участі в основних операцій виробничого процесу
Науково-технічної революції (трансформація індустріального суспільства в постіндустріальне)	комплексна механізація і автоматизація виробництва	продукти праці мають якісні відмінності від природних (не мають аналогів у природі)	перетворення природи	використовується енергія поділу та ядерного розпаду, людина витісняється з виробництва
Гуманістично-інтелектуальних перетворень	інформаційні технології	нематеріальні продукти праці	коеволюція (паралельна, взаємопов'язана еволюція) людського суспільства та природи	згасання технологічного способу виробництва

Наведена періодизація, особливо стосовно розвитку технологій у період гуманістично-інтелектуальних перетворень, достатньо полемічна, але, в цілому, відповідає схемі етапів техногенезу А. Л. Суздальової та С. В. Горюнової [6], С. А. Рафікова, відображеній у таблиці 8.2.

Техногенез може виявляти і як прямий, так і як опосередкований вплив на

Таблиця 8.2

Основні етапи техногенезу [6]

Етапи	Форми господарської діяльності	Співвідношення процесів техногенезу до природних процесів	Характеристика техногенних змін навколишнього середовища	Пріоритетний характер діяльності та її головна мета
Прототехногенез (точковий техногенез)	примітивні форми господарства	відбуваються на фоні природних процесів	зникнення окремих видів	постійне розширення процесу оволодіння новими ресурсами середовища
Аграрний техногенез (локальний техногенез)	пріоритет розвитку сільськогосподарського виробництва	порушення певних природних процесів	необоротна трансформація навколишнього середовища на окремих ділянках	постійне розширення об'ємів та площ аграрного виробництва
Індустріальний техногенез (мікро- та мезорегіональний техногенез)	пріоритет розвитку великомасштабного промислового виробництва	постійно діючий фактор, що впливає на хід усіх природних процесів	незворотна та неконтрольована трансформація довкілля у регіональних масштабах, поступовий прояв на глобальному рівні, «криза редуцентів»	ріст промислового виробництва, який дозволяє отримувати максимум комерційної вигоди
Постіндустріальний (сучасний етап) (макро- і глобальний техногенез)	розвиток виробництва, обмежений рамками природоохоронного законодавства	постійно діючий фактор, що впливає на хід усіх природних процесів	незворотна, але контрольована трансформація довкілля в глобальному масштабі	економічно виправдане розширення виробництва з урахуванням екологічних ризиків
Керований техногенез	розвиток виробництва на основі принципу «сталого розвитку»	постійно діючий фактор, що впливає на хід усіх природних процесів	штучна підтримка умов, яка забезпечує сприятливе середовище існування людей та збереження біорізноманіття	економічно виправдана модернізація, що ґрунтується на впровадженні екологічних технологій

навколишнє середовище. Характер його прояву може бути: 1) стихійним (спонтанним), що відбувається за відсутності контролю змін довкілля; 2) цілеспрямованим, який діє відповідно до певної мети (наприклад, зарегулювання стоку річки шляхом будівництва споруд ГЕС з метою виробництва електроенергії); 3) контрольованим, масштаби впливу якого контролюються суб'єктами діяльності чи наглядовими органами; 4) детермінованим, межі прямого впливу якого, що викликають значущі негативні зміни середовища, строго регламентовані та контрольовані; керованим, узгодженим, таким, що

дозволяє не тільки мінімізувати його негативні наслідки, але й забезпечити збереження якості середовища існування. Деякі автори за провідною формою впливу, з певною долею абстрагування, вважають доцільним виділення таких видів техногенезу: 1) фізико-хімічний; 2) біотичний; 3) гідрологічний; 4) кліматичний; 5) ґрунтовий; 6) ландшафтний; 7) геоморфологічний; 8) геологічний; 9) біогеохімічний, що викликає суттєві порушення біогеохімічних циклів.

Техногенез проявляється в різних антропогенних змінах ландшафтів, у тому числі техногенних, які обумовлюють руйнування, забруднення всіх середовищ життя, зведення біоти на основі інженерно-технічних і технологічних процесів різних виробництв, особливо чорної металургії, хімічної промисловості, паливно-енергетичного та військово-промислового комплексів, промислового, дорожнього, цивільного будівництва, розробки корисних копалин тощо.

Отже, техногенез, техногенна діяльність є потужним фактором трансформації навколишнього середовища, невід'ємною складовою існування екосфери, основною причиною забруднення навколишнього середовища, формування техногенних екотопів, виникнення екологічних ризиків, екологічної небезпеки, можливого розвитку надзвичайних екологічних ситуацій, екологічних криз та екологічних катастроф. Центральними методологічними проблемами в онтології техногенезу є невизначено велика складність змін у неживій та живій природі, невизначеність зв'язків техногенезу, порушених структур неживої природи та біокосних систем. Гносеологічними проблемами екології техногенезу є об'єктивна обмеженість знань глибинної сутності та наслідків техногенних змін у природі, наявна натеper фактична недостатня обґрунтованість екологічного та географічного прогнозування.

Результуючим ефектом техногенезу часто є надзвичайні екологічні ситуації (далі НЕС). В обґрунтуванні теорії НЕС, як гілки сучасної екології, базовими є положення фундаментальної екології та такі наукові розробки, які можуть бути використані як настанови або схеми тих чи інших теоретичних міркувань позицій опису чи планування практичних досліджень й оптимізуючої діяльності людини [21].

Надзвичайні екологічні ситуації – феномени сучасності, сутність та значення яких ще недостатньо осмислені та усвідомлені. На думку Володимира Івановича Шанди, за невизначеною до кінця значущістю їх образно можна порівняти з айсбергами, глибоко зануреними у майбутнє [22, 23]. Вони мають стати об'єктами всебічного вивчення, полями пошуків і здійснення заходів оптимізації умов середовища для людини.

НЕС – це виключно несприятливі умови для людства, пов'язані з руйнуванням і забрудненням основних сфер життя на різних, за протяжністю та об'ємом, ділянках сучасних ландшафтів.

Згідно статтею 65. Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища»: «НЕС – це ситуація в окремій місцевості, де виникли негативні зміни в навколишньому природному середовищі, які потребують проведення надзвичайних заходів зі сторони держави». Негативні зміни – це втрата, виснаження або знищення природних комплексів та ресурсів внаслідок

надмірного забруднення навколишнього природного середовища, руйнівної дії стихійних сил природи та інших факторів, які обмежують чи виключають життєдіяльність людини та ведення господарської діяльності. Основними ознаками НЕС є: 1) наявність або загроза загибелі людей та тварин, або значне погіршення умов їх життєдіяльності; 2) заподіяння великих економічних збитків; 3) істотне погіршення стану навколишнього природного середовища.

Окрема місцевість України оголошується зоною НЕС Президентом України за пропозицією Ради національної безпеки та оборони України чи Кабміну України. Цей наказ президента затверджується Верховною радою України протягом 2-х днів з дня подачі Президентом. Правове регулювання здійснюється в зоні НЕС згідно з Конституцією, Законів України «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про зону НЕС» та іншим нормативно-правовими актами [24, 25]. Класифікація надзвичайних ситуацій в Україні здійснюється відповідно до Державного класифікатора надзвичайних ситуацій ДК 019:2010 (набрав чинності від 11 жовтня 2010 року і затверджений наказом Держспоживстандарту України № 457) та «Порядком класифікації надзвичайних ситуацій за їх рівнями», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24.03.2004 № 368.

В теорії існування НЕС можна виділити такі головні положення:

- 1) несприятливі для людини екологічні ситуації не завжди є надзвичайними;
- 2) НЕС не є абсолютними для всього живого, тобто екстремальні умови надзвичайних екологічних ситуацій відносні;
- 3) у комплексах факторів, які ведуть до НЕС, є головні, супутні та малозначущі;
- 4) НЕС може бути одно-, двох- та поліфакторно обумовленою;
- 5) у НЕС виявляються індивідуальні, групові, видові потенції;
- 6) НЕС є фоном вияву поліморфізму популяцій, фактором інтенсивної елімінації нестійких, непристосованих форм;
- 7) сила дії факторів НЕС залежить від інтенсивності, насиченості, концентрації;
- 8) у НЕС наявне накладання, синергізм, нейтралізація, інтеграція дії негативних і позитивних факторів;
- 9) еколого-таксономічні спектри рослинних угруповань відбивають просторову нерівнозначність НЕС.

Теорія НЕС включає їхній аналіз та класифікацію, в яких основоположними є структурованість, багатоелементність, варіабельність цих ситуацій, що визначаються порушеннями основних факторів і структур середовищ життя, які формують екоотоп. Залежно від визначальної ролі різних факторів критеріями класифікації НЕС можуть бути:

1. Походження: природні, природно-антропогенні, антропогенно-природні, антропогенні;
2. Характер походження: природний характер, соціальний характер, техногенний характер, воєнний характер;
3. Масштаб чи обсяг порушень: об'єктні (точкові), локальні (місцеві), регіональні, зональні, державні, міжнародні;
4. Природа факторів: абіотичні, біотичні, біогенні, антропогенні, техногенні;
5. Число факторів: однофакторні, двофакторні, багатфакторні;

6. Тривалість: короткочасні, довготривалі;
7. Прогнозування: непрогнозовані, прогнозовані (передбачувані);
8. Стан: стабільні, нестабільні;
9. Напрямок розгортання (розвитку): розвиток, загасання;
10. Швидкість: мала, середня, висока.
11. Характер розвитку: оборотні, необоротні.
12. Контроль: неконтрольовані (спонтанні), контрольовані.
13. Рівень контролю: мало контрольовані, середньо контрольовані, високо контрольовані.
14. Рівень порушень: слабкі, незначні зміни екологічних умов, середні, сильні, катастрофічні порушення, руйнування.
15. Відновлення: спонтанно відновлювані, природно-антропо відновлювані, антропо-природно відновлювані, антропо відновлювані.

Перелічені критерії загальної типології передбачають можливість існування понад мільйона типів НЕС і можуть бути віднесені до будь-якої складової частини біогеоценозу: атмосфери, гідрологічних умов (вологість), ґрунтів, загалом екотопу та компонентів біоти (рослин, тварин, грибів, мікокомплексів, мікробоценозів). Ці частини та компоненти відповідно за своїм станом при різних НЕС можуть бути градуїтованими за рівнями змін чи відсутністю останніх таким чином: 0 – зміни відсутні; 1 – слабкі, незначні зміни, 2 – помірні, 3 – сильні зміни, 4 – катастрофічні порушення чи повне руйнування. В результаті можливим стає формалізований опис екологічних ситуацій. Наприклад, коли природну (еталонну) ситуацію можна ідентифікувати як $A_0B_0G_0P_0T_0M_0K_0$, а надзвичайну катастрофічну – $A_4B_4G_4P_4T_4M_4K_4$. Такий підхід надає можливість ординації екологічних ситуацій, НЕС за станом, визначення їхніх класів, формул та побудови періодичних таблиць типології НЕС [5, 23, 26].

НЕС природного та природно-антропо походження поділяють наступним чином:

- геологічно небезпечні явища (*землетруси, вулканізм, обвали, зсуви, осідання земної поверхні*);
- метеорологічні небезпечні явища (*грози, блискавки, урагани, сильні снігопади, ожеледиця, засуха, циклони, шквали, смерчі, торнадо, пилові бурі, тумани, сильні морози*);
- гідрологічні небезпечні явища (*повені, наводки, підвищення рівня ґрунтових вод, цунамі*);
- природні пожежі;
- масові інфекції та захворювання людей (*епідемії*), тварин (*епізоотії*), рослин (*епіфітомії*).

Класифікація НЕС за походженням, як і за іншими критеріями має відносний характер. Сьогодні відомо, що Чорнобильська АЕС була побудована в районі міцних тектонічних розламів, які є провідниками та концентраторами земної плазми. Деякі спеціалісти вважають, що вибух реактора на ЧАЕС був спровокований вибухом плазми в земній корі під четвертим енергоблоком. Повторна аварія та локальні землетруси в районі ЧАЕС були зафіксовані в 1991 та 1996 роках.

В результаті переміщення води з океанів на континенти (у водосховища) маса Землі навколо екватора зменшилася, а в Північній півкулі, де найбільше водосховищ збільшилася. Існує гіпотеза, що таке зміщення води прискорює обертання Землі. Збільшення швидкості обертів скорочує день. За ефекту водосховищ день за останні 50 років скоротився приблизно на 8 мільйонних частинок секунди. Так як штучні водосховища, розташовані на Землі несиметрично, запаси води в них зрушили і земну вісь приблизно на 60 см від Полярного полюсу в бік західної частини Канади. Доведено, що причиною виникнення землетрусів може бути видобуток нафти та газу. Так, в Татарстані в районі довгочасно розроблюваного Ромашкінського нафтового родовища за період з 1986 по 1989 роки зареєстровано 198 землетрусів силою 10 балів. Серія потужних землетрусів сколихнула Туреччину й Сирію в січні 2023 році. Число загиблих перевищило 50 тис. осіб.

В теорії розвитку НЕС можна виділити такі закономірності:

- 1) спонтанний розвиток будь-якої НЕС йде в напрямку її природної нейтралізації на основі домінуючої ролі біоти, насамперед, рослинності;
- 2) спонтанний розвиток НЕС - закономірний процес, який можна прогнозувати;
- 3) слабкі зміни екологічних умов при місцевих НЕС можуть викликати, схожі до ланцюгової реакції, порушення в системах більш високого рівня ієрархії;
- 4) відновлення природних угруповань та природної екологічної ситуації (ЕС) має зональні закономірності, а тому прогнозованим результатом природної нейтралізації НЕС є зональний тип природних угруповань;
- 5) час відновлення системи залежить від рівня порушень та періоду природної нейтралізації агентів, які викликають НЕС, і можуть визначатися десятками, сотнями та тисячами років;
- 6) порушення неконтрольованого розвитку НЕС можуть викликати зворотні реакції (сукцесії);
- 7) антропогенна нейтралізація НЕС повинна бути адаптивною до зонального типу;
- 8) антропогенна нейтралізація НЕС або відновлення екологічної ситуації (ЕС) здійснюється в ході комплексу інженерно-технологічних та біологічних засобів та заходів;
- 9) компенсація та нейтралізація НЕС повинні бути багатофакторними, економічно доцільними та зонально обґрунтованими.

На теперішній час надзвичайну актуальність в галузі подальшої розробки теорії НЕС, пошуку заходів їхньої компенсації та нейтралізації набуває:

- 1) створення засновків цілісного вчення про НЕС і загальної теорії НЕС;
- 2) зосередження зусиль та уваги на тих НЕС, які розвиваються або прогнозуються;
- 3) розробка заходів нейтралізації та компенсації НЕС на комплексній основі відповідно до наукових розробок і можливостей практики;
- 4) створення екологічних центрів вивчення локальних та регіональних НЕС.

Основними причинами виникнення надзвичайних ситуацій в Україні є:

- надзвичайне техногенне навантаження території;
- значний моральний і фізичний знос основних виробничих фондів більшості підприємств України;

- погіршення матеріально-технічного забезпечення, зниження виробничої та технологічної дисципліни;
- незадовільний стан збереження, утилізації та захоронення високотоксичних, радіоактивних і побутових відходів;
- ігнорування в багатьох випадках екологічних та економічних факторів, вимог, стандартів;
- недостатня увага керівників відповідних органів державного управління до проведення комплексу заходів, спрямованих на запобігання надзвичайним ситуаціям природного й техногенного характеру та зниження шкоди від їх наслідків;
- відсутність сучасних систем управління небезпечними процесами;
- дефіцит кваліфікованих кадрів, низька професійна підготовка персоналу та населення до дій в екстремальних умовах;
- низький рівень застосування прогресивних ресурсозберігаючих і екологічно безпечних технологій;
- прихована загроза розвитку небезпечних геологічних процесів за відсутності системи моніторингу, а саме: неефективне виконання державних і регіональних програм;
- відсутність нормативних і методичних документів із розробки схем інженерного захисту від природних, техногенно-природних і техногенно зумовлених небезпечних геологічних процесів для території;
- дефіцит державних коштів для фінансування досліджень геологічних та екологічних умов територій для створення систем моніторингу й оперативного прогнозування розвитку небезпечних природних і техногенно-природних процесів з метою інженерного захисту територій;
- недотримання норм і правил безпечного ведення господарської діяльності на зсувонебезпечних територіях і відсутність спеціалізованих підрозділів для боротьби із наслідками розвитку зсувів, запобігання їх катастрофічним проявам;
- військова агресія з боку російської федерації, що руйнує екосистеми, призводить фактично до знищення біорізноманіття, забруднення, поширення процесів деградації та фрагментації ландшафтів, розширення площ важко, складно й тривало відновлюваних белігеративних ландшафтів та вибухонебезпечних (замінованих) територій, скорочення площ природно-заповідного фонду, екомережі тощо.

Заходи щодо запобігання надзвичайним екологічним ситуаціям або подолання їх наслідків можна згрупувати у 3 класи:

1. Організаційні заходи, серед яких розрізняють планувальні та оперативні;
2. Інженерно-технічні заходи;
3. Технологічні заходи (табл. 8.3).

Ці заходи можна поділити на два типи:

- 1) заходи, спрямовані на попередження й уникнення дії на об'єкти небезпечних впливів;
- 2) заходи, спрямовані на мінімізацію (послаблення дії) небезпечних впливів на об'єкти.

Основні функції щодо запобігання надзвичайним екологічним ситуаціям та подолання їх наслідків на державному рівні виконують Державна служба України з надзвичайних ситуацій (ДСНС), Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України.

Таблиця 8.3

Заходи щодо запобігання надзвичайним екологічним ситуаціям, їхнього подолання

Організаційні заходи		Інженерно-технічні заходи	Технологічні заходи
Планувальні	Оперативні		
Заходи, спрямовані на попередження й уникнення дії на об'єкти небезпечних впливів			
Загальне обмеження використання територій з високим ризиком. Розміщення об'єктів на ділянках, на яких є мінімальний ризик руйнування середовища, пов'язаного з цими об'єктами	Активне перешкоджання розвитку осередків екологічної небезпеки, що виникають епізодично. Вибір способів дій, які мінімізують: зіткнення з небезпекою; посилення небезпечних явищ і процесів. Оперативні дії щодо ліквідації наслідків екологічного ураження	Будівництво інженерних захисних споруд, таких що: - обмежують поширення або інтенсивність ураження (впливу); - забезпечують укриття у разі небезпеки. Уведення технічних засобів локалізації аварії	Відмова від використання надто небезпечних технологій, речовин, апаратів. Обмеження технологічних температур, тисків, об'ємів небезпечних речовин. Збір та ізоляція небезпечних відходів
Заходи, спрямовані на мінімізацію (послаблення дії) небезпечних впливів на об'єкти			
Виключення з територіальних виробничих комплексів об'єктів, ушкодження яких спричинює великі збитки. Дублювання життєво важливих елементів територіальних комплексів, резервування земель та інших природних ресурсів у разі переселення людей із зон катастроф	Зменшення втрат від катастроф шляхом оптимального виконання підготовчих, аварійно-рятувальних та відновлювальних робіт, за допомогою створення служби оповіщення та швидкого реагування на надзвичайні ситуації, забезпечення запасами палива, медикаментів, транспортом, продовольчими товарами	Застосування особливих конструктивних рішень для будівель, механізмів та інших об'єктів, що перебувають у небезпечних умовах, за рахунок зміцнення каркасу, дублювання їх життєво важливих елементів, використання спеціальних конструкційних матеріалів, легко відновлюваних конструкцій тощо	Передбачення в технологічних схемах виробництв можливості пристосування режиму їх роботи до режиму передбачення небезпеки. Реалізація принципів екопозитивної техносфери, створення безпечних місць розселення, розташування енергетики, промисловості, транспорту, сільського господарства тощо

Усвідомлення потреби вивчення змін стану та розвитку екологічних систем, обумовлених техногенезом і його результуючими наслідками, стимулювало

становлення техногенної біогеоценології, засади якої були обґрунтовані в працях видатного українського еколога, ґрунтознавця, доктора біологічних наук, професора Анатолія Павловича Травлєєва [27, 28, 31, 32].



Рис. 8.5. Анатолій Павлович Травлєєв (*Anatoly Pavlovich Travleev*) [29]

український еколог, ґрунтознавець, доктор біологічних наук, професор, член-кореспондент НАН України, головний редактор журналів «Екологія та ноосферологія», «Ґрунтознавство».

Техногенна біогеоценологія є системою знань, яка розгортається в сучасний період стосовно сутності, формування, існування, функціонування та розвитку в різних просторово-часових масштабах біогеоценозів у техногенному середовищі [27].

Техногенна біогеоценологія є органічною складовою техногенної екології, що охоплює всю проблематику аут- і синекології організмів різних царств живої природи (*насамперед, рослин*), їхні реакції, адаптації, еволюцію, розвиток, оптимізацію на фоні техногенезу, нейтралізацію та компенсацію порушень у біогеоценозах. Її підґрунтям є підходи, поняттєвий апарат та принципи фундаментальної екології, розроблені в працях В. М. Сукачова, О. Л. Бельгарда, А. П. Травлєєва [30] з відповідними модифікаціями [26]. Об'єкт техногенної біогеоценології - біогеоценози, що формуються на фоні техногенного перетворення навколишнього середовища. Предмет – структура (склад, будова, функціонування), розвиток, оптимізація угруповань організмів техногенних екотопів.

Техногенний біогеоценоз – двокомпонентна елементарна екологічна система, що складається з біоценозу та техногенного екотопу. Техногенні екотопи уявляють собою первинні та вторинні неоекотопи, що формуються в результаті техногенної (технічної та технологічної) діяльності людини і не мають природних аналогів. Їх динамічна картина ускладнюється накладанням, інтеграцією різних техногенних порушень природного середовища, штучним порушенням геоморфології, забрудненням атмосфери (пило-димо-газовим, аерозольним, інгредієнтним, параметричним, біоценотичним, стадіально-деструктивним за змінами екосистем, що вони викликають), зведенням чи суттєвим порушенням ґрунтів [33].

На формування рослинного покриву техногенних екотопів суттєво впливають чисельні комплексно і сумісно діючі фактори, до яких належать:

- 1) зонально-кліматичні умови району;
- 2) флористичне оточення, наявність контактів з флорами сусідніх територій, які мають у своєму складі елементи здатні проникнути у своєрідний «біологічний вакуум» і витримати екотопічний добір у певних умовах;
- 3) геоморфологічні особливості (наприклад, для відвалів гірських порід суттєвого значення набувають: а) вік; б) висота; в) загальна площа; г) маса тіла відвалу; д) орієнтація відвалу та його окремих частин або зон (підніжжя,

- схилів, терас, платоподібної вершини) у просторі; е) характер порід, складаючих відвал та його частини (зони); є) властивості субстратів на поверхні відвалу; ж) загальна площа терас та плато; з) кути падіння схилів; и) рельєфні утворення в межах відвалу (заглибини, пагорби, тощо));
- 4) особливості мікроклімату: а) температурні умови; б) режим зволоження; в) вітровий режим;
- 5) антропо впливи: а) ступінь завершення циклу робіт; б) ступінь забруднення атмосфери; в) рекультивация; г) культивування рослин; д) випас худоби, тощо.

Пило-димо-газове, аерозольне та інші забруднення в техногенних екотопах класифікується як механічні, фізичні, хімічні. За своєю дією вони можуть бути: фонові, імпактні (залпові), постійні, періодичні, катастрофічні, параметричні (змінюють нормативні показники атмосфери та ґрунту), інгредієнтні (внесення до екотопу нових хімічних сполук, агентів техногенного забруднення).

Типологія техногенних екотопів – передумова розробки заходів оптимізації трансформованих екосистем. Множина факторів впливу та специфіка їхньої дії утруднюють створення універсальної типології техногенних екотопів, проте, дозволяють будувати її на полікритеріальній основі з побудовою періодичних типологічних систем техногенних екотопів з певними субстратами, станом забруднення аеротопу тощо [26].

Техногенні біоценози є специфічними системами організмів різних царств живої природи, серед яких утримуються здебільшого технотолерантні форми, які здатні зберігати життєдіяльність в умовах різного ступеня навантаження техногенних екотопів. Тобто, вони є своєрідними осередками відбору технотолерантних видів, ценопопуляцій у різних клинальних залежностях, утворення рядів технотолерантності організмів (від вузької, обмеженої певною мірою техногенного впливу до широкої (еврітехнобіонти) з різними переходами між ними). Формування техногенних біогеоценозів характеризується вихідною випадковістю комплектування складу та горизонтальних композицій будови техногенних фітоценозів, наявністю гомологічних форм морфозів (сукулентність, неотенія, ксерофітізація тощо). Найбільш характерними рисами серійних угруповань техногенних екотопів є: несталий таксономічний склад, недостатнє еколого-ценотичне заповнення, структурна спрощеність, мозаїчність, формування простих лінійних чи слабо розгалужених трофічних зв'язків, відносно мала фітомаса, знижена мікробіологічна активність субстратів, суттєва доля у складі синантропних, адвентивних, антропо- і технотолерантних видів.

- Окреслення сутності лекційних питань дозволяє зробити такі узагальнення:
- техногенез – об'єктивний, динамічний процес прогресуючої еволюції технологій, що відбиває просторово-часову масштабність взаємодій людини, технологій і природи, здобуття цивілізацією вмінь використання речовинно-енергетичних потоків планети і супроводжується трансформацією екологічних систем;
 - техносфера, породжена ноосферою і функціонує в межах біосфери у синтезі з ними формує сучасний образ останньої (екосферу);

- екосфера, як стан біосфери, є системою організованої складності, цілеспрямованої поведінки, супер системою, здатною до самоорганізації та саморегуляції в процесі аутопоезисного неперервного самооновлення. Це твердження узгоджується з ідеями вічності й всюдності життя, які ще в минулому столітті розвивав В. І. Вернадський, і визначає нагальну потребу урахування в діяльності людини темпоральних характеристик природних, технологічних і соціальних процесів для уможливлення сталого розвитку цивілізації у майбутньому;
- сучасні підходи до періодизації техногенезу ґрунтуються на характеристиках технологій, продуктів праці, цільових установок суспільства, притаманних певним етапам його розвитку;
- векторизованість, характер, масштаб, форми впливу різноманітних технологій є найпоширенішими критеріями типології техногенезу;
- сучасні надзвичайні екологічні ситуації є, здебільшого, результуючими ефектами техногенезу і визначаються як виключно несприятливі умови для людства, пов'язані з руйнуванням і забрудненням основних середовищ життя на різних, за протяжністю та об'ємом, ділянках сучасних ландшафтів;
- теорія надзвичайних екологічних ситуацій є узагальненням сучасних уявлень щодо сутності, критеріїв класифікації, закономірностей розвитку, причин виникнення, заходів запобігання та нейтралізації, перспектив розробки засад теорії та практики досліджень надзвичайних екологічних ситуацій;
- техногенна біогеоценологія є системою знань, відносно молодого дисципліною, що вивчає організованість, організацію та розвиток у різних просторово-часових масштабах біогеоценозів на фоні техногенної трансформації навколишнього середовища, специфіку техногенних екотопів, особливості та напрями розвитку серійних угруповань організмів порушених земель;
- проблематика техногенезу у фундаментальній екології, яка охоплює сферу теорій НЕС, адаптаціогенезу, добору технотолерантних організмів і їхніх угруповань, забруднення довкілля, природоохоронних заходів, є незаперечно актуальною та вимагає подальшої розробки з урахуванням реалій сьогодення.



Тепер, крім хліба...кожна людина вимагає щодня свою порцію заліза, міді та бавовни, свою порцію електрики, нафти та радіо, свою порцію відкриттів, кіно та міжнародних повідомлень. Тепер не просте поле, ...а вся Земля потрібна, щоб забезпечити потреби кожного з нас.

П'єр Тейяр де Шарден.

Вміння ставити розумні питання вже є важливою ознакою розуму та проникливості.

Іммануїл Кант.

Наука – це не все, але наука – це красиво.

Роберт Оппенгеймер.

ПИТАННЯ САМОКОНТРОЛЮ ТА ПОЛЕМІКИ:

1. Що таке техногенез. Хто і коли вперше використав це поняття?
2. Що таке техносфера? Які особливості її характеризують?
3. Що таке екосфера? Хто і коли запропонував цей термін?
4. Що таке технологія? Які критерії покладені в основу періодизації розвитку технологій?
5. Які основні етапи техногенезу Вам відомі? Що є характерним для кожного з них?
6. Типологія техногенезу за впливом, характером прояву, провідною формою впливу.
7. Які наслідки має техногенез?
8. Що таке надзвичайна екологічна ситуація?
9. Які основні ознаки характеризують надзвичайну екологічну ситуацію?
10. Які головні положення покладені в основу теорії існування НЕС?
11. Які критерії використовують для класифікації НЕС?
12. Які основні закономірності описують теорію розвитку НЕС?
13. Які питання теорії надзвичайних екологічних ситуацій є актуальними на теперішній час?
14. Які причини можна вважати провідними у виникненні НЕС в Україні?
15. Які основні класи і типи заходів запобігання НЕС Вам відомі?
16. Які методи досліджень можна і доцільно використовувати для попередження розвитку НЕС?
17. Що таке техногенна біогеоценологія? Хто є її засновником?
18. Що уявляє собою техногенний біогеоценоз?
19. Які особливості властиві техногенним екотопам? В чому полягає сутність їхньої типології?
20. Які фактори суттєво впливають на формування рослинних угруповань техногенних екотопів?
21. Які риси властиві серійним угрупованням техногенних екотопів?

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Ферсман А. И. Геохимия. Ленинград: ОНТИ. Хімтеорет, 1934. Т.2. 354 с.
2. Ферсман Олександр Євгенович: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%BC%D0%B0%D0%BD_%D0%9E%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D1%80%D0%84%D0%B2%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87 (дата звернення 20.07.2023).
3. Перельман А. И. Биокосные системы Земли. Москва: Высшая школа, 1977. 159 с.
4. Сытник К. М., Брайон А. В., Гордецкий А. В., Брайон А. П. Словарь-справочник по экологии. Киев: Наукова думка, 1994. С. 502.
5. Шанда В. І., Ворошилова Н. В., Шанда Л. В. Техногенез і надзвичайні екологічні ситуації. *Питання біоіндикації та екології*. Запоріжжя, 2010. Вип 15. №1. С. 29-37.

6. Суздалева А. Л., Горюнова С. В. Техногенез и деградация поверхностных водных объектов. Москва: ООО ИД Энергия, 2014. 456 с.
7. Баландин Р. К. Область деятельности человека: техносфера. Минск: Вышш. Школа, 1982. 208 с.
8. Cole L. The Ecosphere. *Scientific American*. 1958. V. 198. №4. Pp. 83-92.
9. Commoner B. The closing circle: Nature, Van, and Technology. Mineola, New York: Dover Publications, Inc., 1971. 326 p.
10. Акимова Т. А., Кузьмин А. П., Хаскин В. В. Экология. Природа – Человек – Техника. Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. 343 с.
11. Naveh Z. The Total Human Ecosystem: integrating ecology and economics. *BioScience*. 2000. V.50. №4. Pp. 357-361.
12. Naveh Z. Transdisciplinary Challenges in Land-scape Ecology and Restoration Ecology – An Anthology. Dordrecht (The Netherlands): Springer, 2007. 426 p.
13. Ehrlich P. R., Holdren J. P., Holm R. W. Man and the Ecosphere; Readings from Scientific American. San Francisco: W. H. Freeman, 1971. 307 p.
14. Farina A. The cultural landscape as a model for the integration of ecology and economics. *BioScience*. 2000. V.50. №4. Pp. 313-320.
15. Флейшман Б. С. Системные методы в экологии. *Статистические методы анализа почв, растительности и их связи*. Уфа: ИБ БФАН СССР, 1978. С. 7-28.
16. Weaver W. Science and complexity. *American Scientist*. 1948. 36. Pp. 536-544.
17. Varela F. Present-Time Consciousness. *J. Consciousness Studies*. 1999. V.6. № 2-3. Pp. 111-140.
18. Zev Naveh: The Balto Brief. URL: <https://besdirector.blogspot.com/2016/01/where-did-urban-ecology-come-from-zev.html>. (дата звернення: 20.07.2023).
19. Умберто Матурана: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%BC%D0%B1%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%BE_%D0%9C%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B0 (дата звернення: 20.07.2023).
20. Малахов І. М. Геологічне середовище антропогенної екосистеми. Техногенез у геологічному середовищі. Кривий Ріг: Оксан-Принт, 2003. 252 с.
21. Маленко Я. В., Ворошилова Н. В., Кобрюшко О. О., Перерва В. В. Загальна екологія: навчальний посібник. Кривий Ріг: КДПУ, 2023. С. 172-181. URL: <http://elibrary.kdpu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/7093> (дата звернення: 20.06.2023).
22. Шанда В. І. Теоретичні проблеми екології та біогеоценології: монографія. Кривий Ріг: Вид. Р.А. Козлов, 2013. 247 с. URL: <https://doi.org/10.31812/123456789/4871> (дата звернення: 23.05.2023).
23. Шанда В. І., Маленко Я. В. Результирующие эффекты техногенеза - чрезвычайные экологические ситуации. Рук. деп. Укр. ДНТБ, 01.12.1995, №2542. Ук. 95. 18 с.
24. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України від 25 червня 1991 року № 1264-XII. URL: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/main/1264-12> (дата звернення: 10.03.2023).

25. Про зону надзвичайної екологічної ситуації: Закон України від 13.07.2000 № 1908-III. URL: <https://ips.liga.zakon.net/document/T023033?an=23> (дата звернення: 10.03.2023).
26. Теоретичні проблеми біогеоценології: колективна монографія / В. І. Шанда, Е. О. Євтушенко, Н. В. Ворошилова, Л. В. Шанда, Я. В. Маленко, О. О. Кобрюшко; наук. ред. Н. А. Белова. Кривий Ріг: Криворізький державний педагогічний університет. Видавець Чернявський Д.О., 2020. 330 с. URL: <https://doi.org/10.31812/123456789/4077> (дата звернення: 23.05.2023).
27. Травлеев А. П. Научные основы техногенной биogeоценологии. *Биogeоценологические исследования лесов техногенных ландшафтов степной Украины*. Днепропетровск, 1997. С. 4-10.
28. Белова Н. А., Травлеев А. П. Естественные леса и степные почвы (экология, микроморфология, генезис). Днепропетровск: ДНУ, 1999. 348 с.
29. Травлєєв Анатолій Павлович: веб-сайт. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D1%94%D1%94%D0%B2%D0%90%D0%BD%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%BB%D1%96%D0%B9%D0%9F%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87>. (дата звернення 21.07.2023).
30. Травлеев А. П. Опыт детализации структурных компонентов лесного биogeоценоза в степи. Вопросы степного лесоведения. Днепропетровск, 1973. Вып. 4. С. 6-18.
31. Травлеев А. П., Овчинников В. А., Зверковский В. Н., Цветкова Н. Н. Биogeоценологический покров западного Донбасса, его техногенная динамика и оптимизация. Днепропетровск: ДГУ, 1988. 72 с.
32. Травлєєв А. П., Зверковський В. М., Білова Н. А., Котович О. В., Вернигора В. М. Програма Кластера «Родючість Ґрунтів» і виконання її окремого розділу «Лісова рекультивация порушених земель в умовах Західного Донбасу. *Питання степового лісознавства та лісової рекультивации земель*. Дніпропетровськ, 2011. №40. С. 3-11.
33. Маленко Я. В. Особливості таксономічного та екологічного складу рослинних угруповань відвалів південно-західної зони Кривбасу: дис. канд. біол. наук: 03.00.16, Дніпропетровськ, 2001. С. 22-33.

ЛЕКЦІЯ 9. ПАРАДИГМИ ЕКОЛОГІЇ ЛЮДИНИ.

Мета: закріплення знань про біосферу, ноосферу, безальтернативність біосферосумісності людини та природи, роль інтелекту в еволюції людини та біосфери; поглиблення уявлень про парадигми екології людини, їхню сутність, підходи до побудови та ноосферні стратегії людства як шляхи й орієнтири сталого розвитку; формування вмінь та навичок аналітичного, системного, глобального мислення, усвідомлення відповідальності за наслідки діяльності в природі та долю майбутніх поколінь; розвиток фахових компетентностей, екологічної та загальної культури і свідомості.

План

- 1. Парадигми екології людини.**
- 2. Ноосферні стратегії людства.**
- 3. Екологічна роль інтелекту людини в біосфері.**

Усвідомлення фундаментальності екологічності в біології людини дозволяє сьогодні багатопланово осмислити її екологічну роль у біосфері, окреслити парадигми екології людини та ноосферні стратегії людства, визначити безальтернативність біосферосумісності людини та екологічну й еволюційну роль інтелекту в еволюції області існування життя.

Усе різноманіття діяльності людини на планеті може бути узагальнене та осмислене в межах ряду концепцій або парадигм, які взаємопроникають та доповнюють одна одну, органічно відображують розвиток уявлень про Всесвіт, світ, сутність і наслідки впливу людини на природу.

Парадигми екології людини, як осягнення її ролі в біосфері, уявляють собою комплекси ідей, теоретичних положень, методологічних побудов, які відбивають напрями і характер людської діяльності на планеті. Їх можна трактувати як опис свідомо та несвідомо, об'єктивно та суб'єктивно сформованих на індивідуальних, групових, расових, національних, державних рівнях настанов, принципів, підходів до існування та діяльності людини у природі, взаємодії з нею.

Множину існуючих методологічних парадигм екології людини систематизують в різні типи побудов, які характеризують різні аспекти існування людини в біосфері, що визначаються чинниками, які залежать, з одного боку від універсума, в якому виникла та постала людина, а з іншого – від власних потенцій і діянь, за допомогою яких людина активно реалізовує себе у світі не лише відповідно законам універсума, а й прилаштовуючи обставини довкілля до власних потреб.

В. С. Крисаченко виділяє такі три основні парадигми осягнення місця людини в біосфері [1, 2].

1. Соціологічно-актуалістська парадигма, що визначає місце людини в біосфері з точки зору найбільш сформованої та зрілої форми організації людських спільнот. У цьому випадку вся попередня історія взаємовідносин людини з біосферою аналізується шляхом накладання образу сучасного стану суспільства

на реалії минулих епох. Тобто, знання про сучасний стан суспільства виступає моделлю для реконструкції його минулих станів, як своєрідне «зворотне кіно», прокручування останніх кадрів назад. Засади цієї парадигми сформувалися в філософії, геології та еволюціонізмі. Найяскравішими прихильниками та засновниками її були Іммануїл Кант (функціональний телеологізм), Чарльз Лайєлл (уніформізм), Георг Гегель, Карл Маркс, Фрідріх Енгельс, Клод Леві-Строс та інші. На їх думку людина - саме тому людина, що вона здолала предківські інстинкти та набула моральних принципів. Г. Гегель писав, що «людина не розвинулася з тварини, так само як і тварина не розвинулася з рослини, кожна істота є одразу та цілком тим, чим вона є» [3]. Недоліки цієї парадигми полягають в тому, що деякі висновки, зроблені з позицій сучасного суспільства, можуть давати бліду копію нинішньої доби, а не повноцінний образ давнього світу. Екстраполяція на минулі суспільства нинішньої моделі регуляції взаємин людини з природою може давати помилкові уявлення щодо тодішніх своєрідних адаптивних механізмів.



Рис. 9.1. Валентин Семенович Крисаченко (*Valentin Semenovych Kryshachenko*) [2]
український філософ, еколог, українознавець.

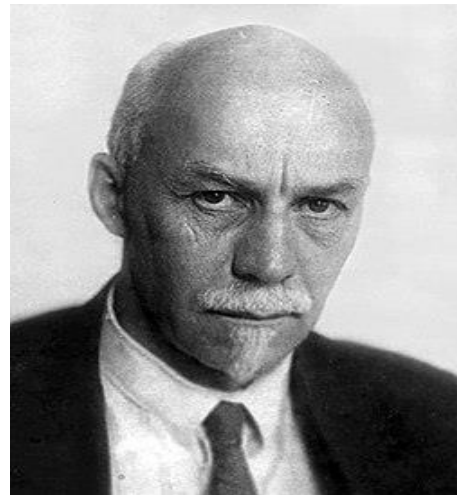


Рис. 9.2. Іван Іванович Шмальгаузен (*Ivan Ivanovych Schmalhausen*) [5]
український еволюційний біолог, зоолог.

2. Натуралістично-генетична парадигма намагається розглядати закономірності існування людини у біосфері звертаючись до генетичних (історичних) витоків її взаємовідносин і вишукуючи механізми становлення нових властивостей у процесі саморозвитку та саморуху природних систем. Її принципи припускають можливість, доцільність і правомірність виведення людських якостей з попередніх сутностей світу, зокрема тих чи інших властивостей тварин. Засади цієї парадигми сформувалися у сфері природознавства. Її засновниками та прихильниками вважаються Карл Лінней (який ввів людину до системи природи і об'єднав її з вищими ссавцями (мавпами) в один ряд приматів), Жан-Батист Ламарк, Чарльз Дарвін, Ернст Геккель, Ілля Ілліч Мечников, Олексій Миколайович Северцов (людина з її свідомістю як найбільший ароморфоз), Іван Іванович Шмальгаузен та інші. І. І. Шмальгаузен вводить термін «епіморфоз», під яким розуміє вищий прояв еволюційних перетворень, коли в біосфері виникає вид, який докорінно змінює адаптивну поведінку, а

саме: змістом його утвердження у довкіллі є не просто оволодіння тими чи іншими екотопами чи умовами, а перетворення довкілля і біосфери загалом у власну екологічну нішу [4, 5]. На думку прихильників цієї парадигми людину робить людиною отриманий від попередників інстинкт особливого ґатунку – моральний (на відміну від попередньої парадигми), який сильніший за інстинкти самозбереження, голоду, статевого почуття, жаги, помсти. Якщо попередня парадигма розглядає природу як своєрідне майно, власність, то натуралістично-генетична парадигма наділяє її аксіологічною самодостатністю, що вносить соціальні корективи у поведінку людини.

3. Космологічно-генетична (космологічно-універсалізуюча) парадигма чи вселенський підхід розглядає земні об'єкти з погляду «вічності», зауважуючи, що і сама біосфера, і людина у ній – рядові для універсалу події космічного масштабу. Прихильниками та засновниками цієї парадигми були палеонтолог - єзуїт ідеаліст Тейяр де Шарден, матеріалісти В. І. Вернадський, І. Р. Пригожин, О.О. Фрідман, Е. Янч, М. М. Моїсєєв та інші. В. І. Вернадський у своїх побудовах спирався на такі положення: 1) життя – явище космічне, закономірний етап розвитку Всесвіту; 2) людина – природний наслідок, прояв земного життя; 3) розум має виняткову функцію в самоорганізації універсума, передусім це такий стан життя, який задає іншим природним процесам напрям, потужність і перспективу розвитку. На думку Вернадського, еволюція життя не може не бути еволюцією людини, а пізнання феномена біосфери є водночас і розкриттям сутнісних сил людини. З позицій вселенського підходу людина і як індивід, і як родова істота, і як породження не лише земного життя, а й розвитку всього сущого, має нести ще й моральний тягар: у разі руйнування чи знищення біосфери її відповідальність за це поширюється і перед позаземними світами [1].

В. І. Шанда, аналізуючи різноманіття видоспецифічної діяльності людини в біосфері, вважає доцільним виділення таких типів побудов, які включають наступні парадигми [6]:

- I. 1) геоекспансіоністська; 2) антропоцентристська; 3) техноцентристська; 4) екологічна; 5) ноосферна; 6) космологічна;
- II. 1) антропоцентристська; 2) соціопсихологічна; 3) природоохоронна; 4) екологічна; 5) культурологічна;
- III. 1) еволюційна; 2) системна; 3) культуртехнічна; 4) адаптивна (біологізаторська); 5) ноосферна.

Еволюція людської діяльності на планеті йшла в напрямку змін провідних настанов, і з позицій суворо екологічного підходу до проблем власно екології людини найкраще вписується в першу з наведених послідовностей. Соціально-психологічна та культурологічна парадигми екології людини лежать поза межами суворо екологічного підходу до проблем людини та пов'язані з істотно важливими для неї філософськими, політичними, соціальними, психологічними, релігійними аспектами, духовними та матеріальними надбаннями культури. В цілому ж, виділення побудов різних типів сприяє більш ємному й точному розкриттю різноманіття, сутності та специфічних нюансів людської діяльності на планеті.

Геоекспансіоністська парадигма описує настанови нестримного просування людини в просторах Землі від її появи до наших днів. Ця парадигма поєднує всі прагнення до розширення зайнятих людиною просторів та описує свідоме або несвідоме просування діяльності людини за межі освоєних частин всіх сфер земної кулі, а в майбутньому й біля- та міжпланетного простору. Загалом експансія відбиває одну з основних властивостей життя, що В. І. Вернадський [7, 8] називав розтіканням живої речовини або натиском життя в біосфері. Об'єктивні та суб'єктивні причини рухали й рухають людство в його нестримному освоєнні планети. Геоекспансія включала вікові міграції, навали, походи, великі географічні відкриття й подорожі та реалізувалася, в більшості випадків, за такою стандартизованою схемою: 1) просування й захоплення нових просторів; 2) освоєння, концентрація сил, формування настанов і цілей; 3) нова експансія. В культурологічному плані геоекспансія означає впровадження, нав'язування, сприйняття далекої культури, змішування та взаємопроникнення культур, їхню інтеграцію, здобуття нової якості, розширення можливостей пізнання, освоєння, використання нового середовища. Геоекспансія (антропосукцесія, за Л. М. Гумільовим [9]) може бути й негативною, в ході якої завойовники адаптуються в нових умовах і втрачають свій етнос. Геоекспансія людини – це прояв однієї з функцій екологічної ролі інтелекту, а саме збільшення можливостей активної та доцільної пристосованості до життя в різних середовищах. В принципі, за своєю сутністю геоекспансіоністська парадигма є проявом антропоцентризму, тому що підпорядкована найближчим і бажаним вигодам і потребам людини у нових територіях, можливостях, ресурсах.

Антропоцентристська парадигма виходить з пріоритетності потреб людини перед цінностями живої та неживої природи. Антропоцентризм визначає одержання максимальної користі в процесі діяльності людини без урахування можливостей природи. Ця парадигма описує інтенсивне використання ресурсів і просторів природи на основі ілюзій про їхню необмеженість, невичерпність та могутність людини, її панування на планеті, підкорення природи. Антропоцентризм у багатьох випадках і дотепер є визначальним в психології середовища та у буденній психології [6].

Закономірним розвитком або формою прояву антропоцентризму є наступна техноцентристська парадигма, становлення якої пов'язано з удосконаленням техніки, технологій виробництв, техногенезом, формуванням техносфери. Техноцентризм призвів до посилення, завдяки використанню технологій, впливу людини на біосферу та перетворення людини на нову геологічну силу, що в ряді випадків може бути порівняна з іншими геологічними силами, які визначають рельєфотвірний рух земної кори, зміни гідрологічних та атмосферних явищ. Взаємодію людини й техніки можна вважати особливою формою антропоморфного симбіозу, що увінчується створенням електронно-обчислюваної техніки і, реальною, у майбутньому кібергізацією. Разом з тим, людство повинно пам'ятати, що значні зрушення в технічному перетворенні планети, пов'язані з реалізацією великих геотехнічних проектів, нарощуванням майже усіх форм техногенного забруднення та руйнування всіх середовищ життя, ще не є

переконливими свідченнями того, що біосфера, як планетарна сукупність життя, істотно техногенно перетворюється, а, головне, управляється. Біосфера має такі потужні механізми самовідтворення, саморегуляції, потенційні можливості яких у багато разів перевищують перетворювальні можливості людини. Навіть ядерна зима, ядерні катастрофи в масштабах геологічного часу не зможуть начисто знищити біосферу, а тільки тимчасово переведуть її в інший якісний стан, що може стати початком нового еволюційного періоду живої речовини планети. Чи залишиться там місто для людини? На теперішній час резерви прогресу людства вбачають не в подальшій технізації, а в посиленні інтелектуалізації суспільства, формуванні системи соціального інтелекту.

Техноцентризм є базою формування екологічної, ноосферної і космологічної парадигм, при цьому дві останні спираються на екологію. Природа, людина, суспільство, техніка утворюють глобальну систему (екосферу), розвиток якої може забезпечити існування людства тільки на основі нової стратегії, коеволюції, співтворчості людини і природи, екологічної свідомості та культури як елементів «нового» мислення і поведінки людства.

Екологічна парадигма людської діяльності (екоцентризм) визначає відповідальність за діяльність у природі, використання та стимулювання відтворювальних або відновлювальних сил природи і розуміння безальтернативності біосферосумісності людини. Вона пов'язана з усвідомленням: 1) складності екологічних систем; 2) взаємозв'язків процесів та явищ у біосфері; 3) негативних наслідків перетворення середовища, внаслідок свідомого та несвідомого нехтування постулатами екологічної аксіоматики. З позицій екоцентризму дії людини повинні бути спрямовані не на панування над природою, а на самозбереження та забезпечення сталого розвитку суспільства. Джерела цієї парадигми занурені у тотемізм, екофільні релігії. Становлення екологічної парадигми (екоцентризму) спирається на інтеграцію техноцентризму та екоцентризму, екологізацію масової повсякденної свідомості, формування екологічної культури, етики, моралі, менталітету. Засади екологічної парадигми закладені в екологічній етиці («етиці Землі» Олдо Леопольда [10, 11] та «етиці життя» Альберта Швейцера [12, 13]) екологічному гуманізмі Л. М. Гумільова [9], вченні про ноосферу П'єра Тейяр де Шардена, Володимира Вернадського [7, 8], принципах глибинної екології Арне Несса [14], концепції коеволюції Микити Моїсеєва [15, 16, 17], принципі відповідальності Ганса Йонаса [18] тощо. До її фундаторів можна віднести представників Римського клубу Богдана Гаврилишина, Рікардо Дієз-Гохлайтнера, Денніса Медоуза, Михайла Месаровича, Ауреліо Печчеї [19, 20, 21], Джея Форрестера [22] та послідовників їхніх ідей. Екоцентризм – це коеволюція природи та суспільства на основі передбачуваної невідповідності майбутнього буття існуючим нині стандартам. Характер взаємодії визначається екологічним імперативом в основу якого покладений з одного боку екосистемний підхід, а з іншого – загальний принцип «рівності поколінь» (відмови від будь-яких дій, які можуть зруйнувати життя в майбутньому). З позиції екологічного імперативу, як форми повелінь, формальних і неформальних вимог, норм, заборон і обмежень, які поширюються на всі види діяльності, потрібно

переосмислення поняття «суспільний прогрес» на основі таких тверджень як: правильним і дозволеним є те, що не руйнує екологічну рівновагу, етичні норми і правила однаковою мірою поширюються на взаємодію між людьми і зі світом природи; діяльність з охорони природи продиктована необхідністю зберегти її заради неї самої. Автором терміну «екологічний імператив» є М. М. Моїсеєв, який тривалий час працював над розробкою концепції «золотого мільярда» - тієї кількості населення планети, для якої можуть бути забезпечені високі стандарти благополуччя при достатньому збереженні біотичної рівноваги. На думку вченого, екологічний імператив – це основа екологічної свідомості, а коеволюція - це узгодження «стратегії природи» і «стратегії розуму» [23]. Отже, екологічна парадигма значною мірою стосується не тільки поточної, але й перспективної діяльності людини в осяжному майбутньому. Вона вимагає компенсації всіх наслідків попередньої та сучасної виснажливої діяльності для органічного переходу до стану збалансованої, гармонічної взаємодії з природою, тобто в епоху ноосфери.

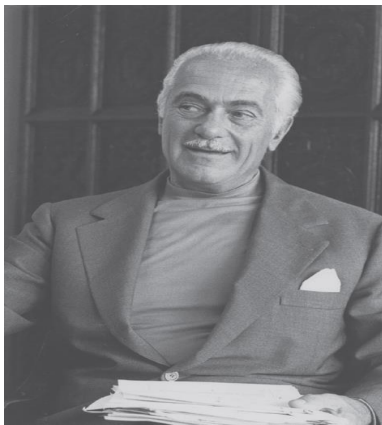


Рис. 9.3. Ауреліо Печчеї
(*Aurelio Peccei*) [21]
італійський вчений, засновник
і перший президент Римського Клуба.

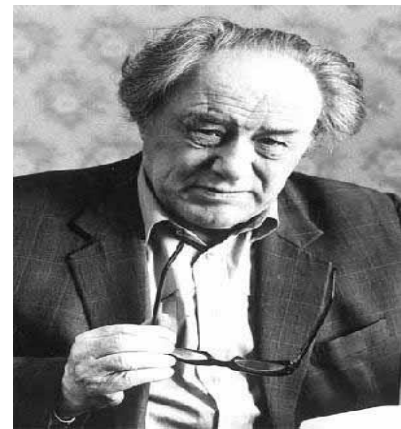


Рис. 9.4. Моїсеєв Микита Миколайович
(*Mykita Moiseyev*) [17]
радянський математик, академік,
розробник моделі «ядерна зима».

Екологічна парадигма в перспективі свого розвитку логічно може модифікуватися в ноосферну. Термін «ноосфера» був запропонований професором математики і філософом Едуардом Ле Руа сумісно із другом, філософом, гуманістом П'єром Теяр де Шарденом під впливом лекцій В. І. Вернадського у Парижі в 1922-1923 рр., присвячених геохімії та вченню про біосферу. Вчення про ноосферу як сферу розумної діяльності людини розвивав В. І. Вернадський, який виклав його засади в останній своїй праці «Декілька слів про ноосферу» в 1944 році [24]. М. М. Моїсеєв писав, що «принцип *sustainable development*, запропонований людству в 1992 р. генеральним секретарем ООН Гро Гарлем Брундтланд, як остаточний рецепт, - це лише «деякий паліатив, певний компроміс з майбутнім, який дає час для розробки Колективним Розумом цивілізації необхідної стратегії виживання людства на планеті» [25]. Ноосферна парадигма заснована на оптимізуючій діяльності людини та передбачуваному керуванні біосферою на основі знання її законів. Априорі цю парадигму можна представляти у вигляді ідеалізованих комплексів, напрямів, настанов, що

забезпечують біосферосумісність людини, її гармонію з природою, ефективно використання відновлювальних сил природи. Проте вочевидь, що перетворення біосфери відповідно до уявлень людини не є однозначним, так як ідеали, переконання та розуміння природи, а також потреби та можливості людини змінюються в міру розвитку суспільства. Загалом, багато вчених вказували на проблематичність, незавершеність творчості Вернадського, недостатню теоретичну розробленість концепції, що визначається: 1) розмитими часовими межами становлення ноосфери і твердження щодо досягнення гармонійної взаємодії людини та природи; 2) відсутністю конструктивних і конкретних припущень про сутність і розвиток такої гармонії людини та природи; 3) нез'ясованістю автотрофності людства, особливостей її формування та наслідків для біологічної сутності й діяльності людини. Як зазначає В. А. Кутирьов [26], «навіть тимчасова зміна способу живлення організмів істотно впливає на функціональну організацію екосистем, навіть перехід одного виду на автотрофний спосіб живлення може дати непередбачувані наслідки. Крім того, автотрофність людства означає в кінцевому результаті ліквідацію тваринництва, рослинництва, багатьох біотехнологічних виробництв, зміна біологічної тваринної сутності людства на рослинну, мікробну означає ліквідацію людини як такої та її заміну світом роботів, кібергізацією». Однією з обов'язкових умов наближення до ноосфери є духовна, культурна та соціальна спільність людства, а також глибока ціннісна екологічна переорієнтація суспільства, науки, практики в плані становлення екологічної етики, культури, суспільної екологічної свідомості та менталітету. Ноосферна парадигма є свого роду прологом космологічної парадигми.



Рис. 9.5. Едуард Луи Еммануель Ле Руа (*Édouard Louis Emmanuel Julien Le Roy*) [27] французький філософ-еволюціоніст, математик, професор Сорбони.

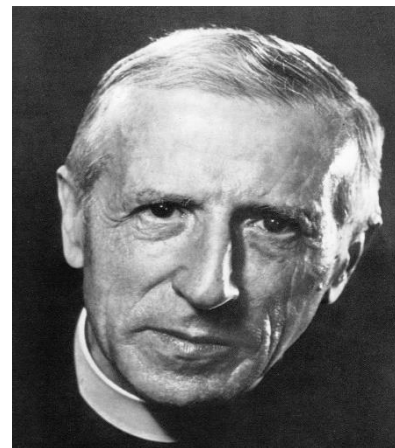


Рис. 9.6. П'єр Теяр де Шарден (*Pierre Teilhard de Chardin*) [28] французький католицький теолог, філософ-еволюціоніст, священник єзуїт.

Космологічна парадигма розуміється як така фаза розвитку ноосферної, яка пов'язана з космічною експансією та розширенням у майбутньому просторово-часових масштабів світорозуміння, обріїв бачення людини на основі нових космічних технологій, використання сировинних енергетичних ресурсів ближнього та далекого космосу. Її вихідні ідеї вміщують елементи попередніх парадигм. Освоєння космосу ряд авторів порівнюють з великими географічними

відкриттями. Ця парадигма описує розширення взаємодії людини і природи на новому рівні в системі «Людина-Земля-Всесвіт» і передбачає: 1) розширення середовища існування людини до космічних масштабів; 2) використання можливостей і ресурсів космосу як засобів розв'язання глобальних Земних проблем. Слід зазначити, що космічна експансія людства психологічно укріплена всією історією цивілізації: від міфів, легенд, гіпотез, до сучасних теорій осмислення сутності Всесвіту і феномену його еволюції, космічних програм, проєктів, місій, реалізація яких відбувається нині чи планується у найближчий час.

Отже, парадигми екології людини описують загальні настанови людської діяльності на планеті в минулому, сьогодні та майбутньому. Шлях до досягнення стану ноосфери вимагає розробки таких стратегій, які б забезпечили не тільки існування, але й процвітання людства на фоні всього різноманіття існуючих соціальних устроїв, географічної та екологічної обумовленості.

Ноосферні стратегії людства є такими настановами діяльності та побудовами цілепокладання, що спрямовані на перспективу досягнення ноосферного етапу біосфери та можуть бути реалізовані як в наш час, так й в осяжному та віддаленому майбутньому [6, 29].

На теперішній час найактуальнішими з них у фундаментальній екології є:

- 1) усунення: а) нестачі енергетичних, сировинних і харчових ресурсів, б) негативних наслідків впливів людини на природу;
- 2) запобігання руйнуванню та забрудненню всіх середовищ життя;
- 3) збереження генофонду планети;
- 4) встановлення глибинних регулятивних механізмів усіх рівнів органічного світу та інформаційного обсягу екосистем різних рівнів;
- 5) визначення шляхів й технічних рішень конструювання саморегульованих екосистем різної просторової, мас-енергетичної, інформаційної ємності тощо.

Перелічені ноосферні стратегії сьогодні вже багатопланово диференційовані та конкретизовані. Однак їхнє ефективне результативне втілення зумовлене багатьма соціальними, політичними, релігійними, етнічними та іншими факторами, які пов'язані зі змінами принципів, підходів до різного роду діяльності та виробництва, розселення й організації відпочинку людини.

Реалізація ноосферних стратегій спирається на те, що керування біосферою та екосистемами повинно базуватися на:

- 1) глибокому пізнанні сутності, структури, функціонування та розвитку екосистем і біосфери загалом;
- 2) ефективних методах контролю, прогнозу, запобігання, компенсації, ліквідації різномасштабних порушень у ландшафтах;
- 3) автоматичних системах спостереження за станом основних сфер Землі та їхніх компонентів [6].

Складові варіантів втілення ноосферних стратегій людства з урахуванням їхніх різних напрямів, рівнів і масштабів можна представити у такий спосіб:

- 1) приведення земної поверхні у відповідність до ідеалів життєзабезпечення та духовних потреб людини;

- 2) розширення рекреаційних зон та формування екологічно безпечного простору поселень людини, виробництв і комунікацій;
- 3) організація діяльності, що не шкодить людині та вписується в природне функціонування екосистем;
- 4) управління біологічною продуктивністю, потоками енергії, речовин, інформації, біогеохімічними циклами регіонального та глобального масштабів і обсягів;
- 5) здійснення великих культурно-технічних проектів реконструкції ландшафтів;
- 6) стимуляція процесів природного відновлення живого покриву планети, розширення площ і збереження різноманітності рослинності;
- 7) реалізація системних заходів усунення нестачі енергетичних, сировинних, харчових ресурсів;
- 8) використання прихованих потенцій ресурсів планети, нових ресурсів і технологій;
- 9) використання інженерно-технічних, фізико-хімічних, біологічних технологій для запобігання, усунення, ізоляції, нейтралізації, деструкції, утилізації різних факторів і агентів, що порушують або забруднюють основні середовища життя; тощо.

Таким чином, ноосферні стратегії забезпечують такий розвиток людини і біосфери, що передбачає збереження автентичності відповідних об'єктів з плином часу, нарощування їхніх самоорганізаційних потенцій некатастрофічним коеволюційним шляхом. Слід враховувати, що невід'ємною ознакою людства є його належність до двох світів – природно-еволюційного та культурно-історичного, так як по – перше воно має всі ознаки живої речовини, а по друге, людина як феномен соціальний виробила якісно новий спосіб адаптації до світу – діяльнісне, культуро-творче перетворення. В зв'язку з цим екологічна культура постає зараз головною умовою та чинником утвердження і прогресу людини в біосфері, мірилом життєвості тієї чи іншої соціальної спільноти (етносу, популяцій тощо).

За виразом видатного діяча, лауреата Нобелівської премії, володаря премії «Оскар», ірландського драматурга та романіста Джорджа Бернарда Шоу «зараз, коли ми навчилися літати у повітрі як птахи, плавати під водою як риби, нам не вистачає лише єдиного: навчитися жити на Землі як люди» [30]. Людина постала у біосфері, живе у ній і не має іншої домівки. Вона виникла за законами біосфери і мусить жити за ними. Упродовж величезного часу розвиток життя на планеті постійно зумовлювався і корелював зі змінами складу та структури біосфери, бо як влучно і справедливо зазначав В.І. Вернадський, «ані саме життя, ані еволюція його формовтілення не можуть бути незалежними від біосфери, не можуть бути протиставленими їй як самостійні природні сутності» [7]. Нерозуміння цього чи незнання, нехтування потребою враховувати безальтернативність біосферосумісності людини та природи є основною причиною виникнення низки локальних і глобальних проблем, криз і катастроф, які ставлять під сумнів саму можливість безпечного подальшого існування людства на планеті.

Суб'єктивне, неусвідомлене й свідоме перетворення людиною всіх середовищ життя, органічного світу та частково навколосемного космосу є складовою сучасного об'єктивного розвитку біосфери. Діяльність людини видоспецифічно, прямо чи опосередковано, проявляється в таких функціях живої речовини, як газова,

енергетична, концентраційна, транспортна, деструктивна, середовищевірна, що визначені ще В. І. Вернадським. Екологічна роль людства позначається:

- 1) специфічним «копіюванням» функцій живої речовини у біосфері;
- 2) значним збільшенням екологічних можливостей живої речовини;
- 3) використанням функцій живої речовини для своїх різноманітних цілей і потреб;
- 4) антропогенним середовищевтворенням.

Пізнання екологічної ролі людства безпосередньо пов'язано з проблематикою екологічної ролі інтелекту. Інтелект – це феномен органічного світу, еволюційне надбання життя, екологічно особливий і новий спосіб забезпечення просторово-часової стійкості угруповань організмів, наділених ним. Його екологічна та еволюційна роль може визначатися як вища форма взаємодії організмів і середовища.

Осмисленню особливої ролі інтелекту на Землі та у Всесвіті присвячені праці відомих науковців усіх часів, серед яких обґрунтування поняття «інтелектосфера» Олександра фон Гумбольдта (1845 р.), понять «цефалізація», «ера Розуму» Джеймса Дуайта Дана (1852 р.), поняття «психозойска ера» Джозефа Леконта (1977 р.), поняття «ментальний елемент» Томаса Чемберліна та Ролліна Солсбері (1904 р.) [31], поняття про творчу еволюцію Анрі Бергсона (1907 р.) [32], психосферу Джона Мюррея (1913 р.), ноосферу Едуарда Ле Руа (1927 р.) [33], П'єра Тєяр де Шардена (1938) [34], Володимира Вернадського (1936-1944 рр.) [24, 35, 36], пневмосферу Павла Флоренського (1929 р.), концепція номогенезу Л. С. Берга (1922 р.) [37], гіпотези Геї (Гаї) та ери Гіперінтелекту Джеймса Лаврока (1972) [38], етногенезу й екологічного гуманізму Лева Гумільова [9], концепції коеволюції Микити Моїсеєва [15, 16, 25], гіпотези А-поля чи супер-супергологами як колективного інформаційного пула людства [39], концепції ноосфери як живого інтелектуального поля Влаїля Казначєєва та Олександра Трофімова [40], концепції інтернету як власного розуму ноосфери Лоуренса Хогерті [41], концепції пробудження Глобального розуму Пітера Рассела [42], концепції Глобального мозку Френсіса Хейлігена [43], гіпотезі технологічної сингулярності Вернора Вінджа [44], концепції Металюдини Грегорі Стока [45], проекту Глобальної свідомості під керівництвом Роджера Нельсона [46, 47] тощо.

Інтелект як еволюційно-екологічне підкріплення інстинктів, тобто спадково закріплених настанов поведінки у своїй вищій формі людського буття, матеріально закріплений в особливих анатомо-морфологічних, фізіолого-біохімічних, молекулярних, біофізичних структурах людського мозку, його нервовій системі. Екологічні функції інтелекту далеко вийшли за межі його біологічних функцій та сутності, забезпечили формування соціальних, психологічних, інформаційних полів людини, а тепер виходять за межі навіть людського мислення й уяви в так званих комп'ютерних віртуальних реальностях, технологіях штучного інтелекту.

Творча роль людського інтелекту, що посилена властивими тільки йому здатністю до абстрагування та виробництва знарядь й технологій все більш зростаючої складності, виділила його з царства живої природи в особливе положення в біосфері. Інтелект відкрив широкі можливості: 1) поведінки та адаптування людини у середовищі; 2) розуміння й осмислення дійсності та

діяльності; 3) непередбачуваного й натеper вдосконалення людини на фоні культурної еволюції [6].

Еволюція інтелекту та його екологічних функцій простежується в ряді підвищення рівнів: а) розумової діяльності; б) навчання й абстрагування; 3) накопичення, фіксування, переробки, використання знань та інформації; 4) пошуку знань та формування нових у процесі соціального життя, що властиве людському суспільству. Еволюція інтелекту в біосфері поряд з якісно новими ефектами цефалізації дала й непередбачені ефекти середовищотворення та саморуйнування людиною власного середовища існування, по суті її самознищення в ході науково-технічного прогресу при невиправданому зневажанні законів живої та неживої природи.

Формулювання підсумків окреслення сутності розглянутих питань дозволяє зробити певні узагальнення:

- осмислення екологічної ролі людини в біосфері – багатоспрямований процес, який ґрунтується на комплексах ідей, підходів, принципів, теоретичних положень, методологічних побудов, які дозволяють аналізувати та узагальнювати характер, напрями і наслідки людської діяльності на планеті;
- парадигми екології людини, що відображують аспекти існування людини як формовтілення живої речовини планети, описують підходи до досягнення місця людини в біосфері (соціологічно-актуалістська парадигма, натуралістично-генетична парадигма, космологічно-універсалізуюча парадигма), різноманіття діяльності людини в біосфері (геоекспансіоністська, антропоцентристська, техноцентристська, екологічна, ноосферна, космологічна парадигми) у минулому, сьогоденні та майбутньому тощо;
- кожна з парадигм екології людини має свої засадничі та історичні підґрунтя, понятійно-категоріальний апарат, засоби теоретизації та концептуалізації, певний ступінь деталізації та конкретизації, практичні наслідки, логічні твердження та висновки, тобто кожна з них розкриває важливі аспекти взаємодії людини та природи, має свої евристичні переваги, але й певні обмеження щодо сфери застосування;
- аналіз сутності парадигм екології людини дозволяє будувати ноосферні стратегії людства, що уявляють собою такі настанови діяльності чи побудови цілепокладання, які спрямовані на перспективу досягнення ноосферного етапу біосфери, сталого розвитку цивілізації і повинні бути реалізовані як у наш час, так і в осяжному та віддаленому майбутньому;
- біосферосумісність людини не чинить перепон людському буттю. *Homo sapiens* має всі необхідні субстратні та адаптивні можливості для сталого існування як у просторі, так і в часі, а єдиною загрозою людській родовій екзистенції є її власні діяння, пов'язані з руйнуванням середовища існування, забрудненням, загрозою ядерного самознищення та іншими негативними для виду наслідками життєдіяльності;
- особлива роль в еволюції людини (і біосфери загалом) належить інтелекту, розуміння сутності якого вийшло далеко за межі його біологічних функцій, відкрило людству широкі можливості, забезпечило формування соціальних,

- психологічних, інформаційних полів людини, пододало межі навіть людського мислення й уяви в реалізації проєктів віртуальної реальності, штучного інтелекту;
- актуальною проблемою сьогодення можна вважати, визначене ще Станіславом Лемом [48], а згодом Стівеном Гокінгом, Ілоном Маском [49], питання переваг та ризиків «співіснування» двох розумів – людського і «нелюдського», біологічного та штучно створеного людиною;
 - зростання на фоні процесів глобалізації та інформатизації інтелектуальної, духовної та технічної потужності людства до ноосферного майбутнього неодмінно повинно супроводжуватися глибокою ціннісною екологічною переорієнтацією суспільства, науки і практики в напрямку становлення екологічної компетентності, екологічної культури, суспільної екологічної свідомості та менталітету;
 - подальша розробка парадигм екології людини актуальне завдання фундаментальної екології, спрямоване на багатобічне висвітлення тих чи інших аспектів феномену існування людини як планетарно-космічної сутності, окреслення безальтернативності біосферосумісності людини як результату породження людини біосферою та творення людиною біосфери, розробки моделей і стратегій розвитку людства як цілісності, що є невід’ємною частиною глобальної метасистеми, в якій воно виникло і реалізовує себе, тобто біосфери як даності Всесвіту.



Розум нічого не може споглядати, а почуття не можуть мислити. Тільки завдяки поєднанню їх може виникнути знання.

Іммануїл Кант.

Кожен атом живої матерії знаходиться в неперервному співвідношенні з коливаннями атомів оточуючого середовища – природи.

Олександр Чижевський.

Навчання ніколи не вичерпує розум.

Леонардо да Вінчі.

Найважливіше завдання цивілізації – навчити людину мислити.

Томас Едісон.

Мета – це шлях у часі.

Карл Ясперс.

ПИТАННЯ САМОКОНТРОЛЮ ТА ПОЛЕМІКИ:

1. Що таке парадигма?
2. Які парадигми відбивають осягнення місця людини у біосфері?
3. В чому полягає сутність соціологічно-актуалістської парадигми екології людини? Завдяки працям яких вчених вона сформувалася?
4. В чому полягає сутність натуралістично-генетичної парадигми екології людини? Які вчені були її засновниками та прихильниками?
5. В чому полягає сутність натуралістично-генетичної парадигми екології людини? Завдяки поглядам яких вчених вона сформувалася?

6. Які типи побудов характеризують різноманіття людської діяльності на планеті?
7. В чому полягає сутність геоекспансіоніської парадигми екології людини?
8. В чому сутність антропоцентричної парадигми екології людини?
9. Які джерела має і чим характеризується техноцентрична парадигма?
10. В чому полягає сутність екологічної парадигми? Завдяки працям яких вчених вона сформувалася?
11. Що таке екологічний імператив? Хто є автором цього поняття?
12. В чому полягає сутність ноосферної парадигми екології людини?
13. В чому сутність космологічної парадигми екології людини?
14. Що уявляють собою ноосферні стратегії людства? Перелічити їх.
15. Яку екологічну роль відіграє людство в біосфері?
16. В чому полягає сутність відомих Вам поглядів видатних вчених щодо ролі інтелекту на планеті?
17. Які переваги надав людині інтелект?
18. Як Ви можете обґрунтувати безальтернативність біосферосумісності людини?
19. Яку роль, на Ваш погляд, відіграє штучний інтелект? Які його функції, переваги та проблеми використання Ви вважаєте значущими та актуальними?

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Крисаченко В. С. Людина і біосфера: основи екологічної антропології: підручник. Київ: Заповіт, 1998. 688 с.
2. Крисаченко Валентин Семенович: веб-сайт. URL: https://esu.com.ua/search_articles.php?id=1595 (дата звернення: 22.07.2023).
3. Гегель Г. В. Ф. Энциклопедия философских наук. Философия природы. Москва: Мысль, 1975. Т.2. 695 с.
4. Шмальгаузен И. И. Пути и закономерности эволюционного процесса. Москва: Наука, 1983. 360 с.
5. Шмальгаузен Иван Иванович: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%B3%D0%B0%D1%83%D0%B7%D0%B5%D0%BD_%D0%86%D0%B2%D0%B0%D0%BD_%D0%86%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87. (дата звернення: 22.07.2023).
6. Шанда В. І. Теоретичні проблеми екології та біогеоценології: монографія. Кривий Ріг: Вид. Р.А. Козлов, 2013. С. 179-199. URL: <https://doi.org/10.31812/123456789/4871> (дата звернення: 22.07.2023).
7. Вернадский В. И. Биосфера. Ленинград: Лениздат, 1926. 146 с.
8. Vernadsky V. I. The Biosphere. Oracle, Az: Synergetic Press, 1986. 86 p.
9. Гумільов Л. М. Етногенез і біосфера Землі. СПб: Кристал, 2001. 642 с.
10. Aldo Leopold. A sand country Almanac and sketches here and there. New York: Oxford University Press, 1987. 223 p. URL: <http://www.umag.cl/facultades/williams/wp-content/uploads/2016/11/Leopold-1949-ASandCountyAlmanac-complete.pdf>. (дата звернення: 23.07.2023).
11. Леопольд О. Календарь песчаного графства / пер. с англ. И.Г. Гурова. Москва: Мир, 1980. 216 с.

12. Швейцер А. Культура и этика / пер. с нем. Н.А. Захарченко и Г.В. Колшанского; общ. ред. В.А. Карпушина. Москва: Прогресс, 1973. 343 с.
13. Meyer M., Bergel K. Reverence for life: The Ethics of Alberts Schweitzer for the Twenty-First Century. Syracuse, New York: Syracuse University Press, 2002. 368 p.
14. Naess A. Interpretation and Preciseness: A Contribution to the Theory of Communication. Durbwad: I kommisjon hos J. Durbwad, 1953. 450 p.
15. Моисеев Н. Н. Нравственность и феномен эволюции. Экологический императив и этика XXI в. *Общественные науки и современность*. 1994. № 6. С. 131–139.
16. Моисеев Н. Н. Современный антропогенез и цивилизационные разломы. Эколого-политологический анализ. *Вопросы философии*. 1995. № 1. С. 3–30.
17. Моисеев Микита Миколайович: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D1%96%D1%81%D0%B5%D1%94%D0%B2_%D0%9C%D0%B8%D0%BA%D0%B8%D1%82%D0%B0_%D0%9C%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B0%D0%B9%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87. (дата звернення: 23.07.2023).
18. Йонас Г. Принцип відповідальності. У пошуках етики для технологічної цивілізації / пер. з нім. А. Єрмоленко, В. Єрмоленко. Київ: Лібра, 2001. 400 с.
19. Pessei Aurelio. The Human quality. Oxford: Pergamon Press, 1977. 309 p.
20. Печчеи А. Человеческие качества / пер. с англ. О.В. Захаровой. Москва: Прогресс, 1980. 302 с.
21. Аурелио Печчеї: веб-сайт. URL: <http://paliokas.blogspot.com/2014/06/romos-klubas.html>. (дата звернення: 23.07.2023).
22. Forrester J.W. Urban dynamics. Pegasus Communications, 1969. 299 p.
23. Маленко Я. В., Ворошилова Н. В., Кобрюшко О. О., Перерва В. В. Загальна екологія: навчальний посібник. Кривий Ріг: КДПУ, 2023. С. 172-181. URL: <http://elibrary.kdpu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/7093>. (дата звернення: 20.06. 2023).
24. Вернадский В.И. Несколько слов о ноосфере. *Успехи современной биологии*. 1944. №18. Вып. 2. С. 113-120.
25. Моисеев Н. Н. Судьба цивилизации. Путь Разума. Москва: МГЭПУ, 1998. 228 с.
26. Кутырев В. А. Человек в постчеловеческом мире. *Природа*. 1989. №5. С. 2-10.
27. Édouard Le Roy: веб-сайт. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/%C3%89douard_Le_Roy. (дата звернення: 23.07.2023).
28. П'єр Тєяр де Шарден: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%27%D1%94%D1%80_%D0%A2%D0%B5%D1%8F%D1%80_%D0%B4%D0%B5_%D0%A8%D0%B0%D1%80%D0%B4%D0%B5%D0%BD (дата звернення: 23.07.2023).
29. Шанда В. І. До теорії ноосферних стратегій людства: Охорона природи та екологічна освіта. *Екологія та ноосферологія*. 2000. Т.9. №1-2. С. 55-63.
30. Маленко Я. В. Деякі аспекти проблематики безальтернативності біосферосумісності людини. *Екологічний вісник Криворіжжя: збірник наукових та науково-методичних праць*. Кривий Ріг, 2016. Вип. 2. С. 11-21. URL: <https://doi.org/10.31812/ecobulletinkrd.v2i0.6444>. (дата звернення: 23.07.2023).
31. Samson P.R., Pitt D. Thomas C. Chamberlin and Rollin D. Salisbury. *The Biosphere and Noosphere Reader* / Eds. Paul R. Samson, David Pitt. Routledge, 1999. Pp. 23-25.

32. Бергсон А. Творча еволюція / пер. з франц. Романа Осадчука. Київ: Вид-во Жупановського, 2010. 436 с.
33. Le Roy E. Les Origines Humanites et l'Evolution de l'Intelligence. Paris: BOIVIN & C^{ie}, 1928. 376 p.
34. Chardin P.T. Le Phenomene Humain. Evreux: Editions du Seuil, 1955. 347 p.
35. Вернадский В. И. Научная мысль как планетарное явление. Москва: Наука, 1991. 271 с.
36. Рибалка В. В., Самодрин А. П., Моргун В. Ф. В. И. Вернадський: ноосферний вимір освіти, життя особистості, суспільства і цивілізації. До 175-річчя від дня народження і 75-річчя від дня смерті академіка В.І. Вернадського / за наук. ред. А. П. Самодрин. Кременчук: ПП Щербатих О.В., 2020. 116 с.
37. Берг Л. С. Номогенез или эволюция на основе закономерностей. Петербург: Госиздат, 1922. 306 с.
38. Lovelock J. Gaia as Seen through the Atmosphere. Atmospheric Environment. 1972. Vol.6. Pp. 579-583.
39. Laszlo E. Science and the Akashic Field: An Integral Theory of Everything. Rochester, Vermont: Inner Traditions, 2004. 205 p.
40. Казначеев В. П., Трофимов А. В. Очерки о природе живого вещества и интеллекте на планете Земля. Проблемы космопланетарной антропоэкологии Новосибирск: Наука, 2004ю 312 с.
41. Hagerty L. The Spirit of the Internet. Volume I. Speculations on the Evolution of Global Consciousness. Tampa, Florida: Matrix Masters, Inc., 2000. 211 p.
42. Russell P. The global brain awakens: our next evolutionary leap. 2nd ed. Palo Alto: Global Brain Inc., 1995. 309 p.
43. Heylighen F. The Global Brain as a New Utopia. Zukunftsfiguren / Eds R. Maresch, F. Rötzer. Frankfurt: Suhrkamp, 2002. Pp.1-11. URL: https://www.researchgate.net/publication/247892062_The_Global_Brain_as_a_New_Utopia. (дата звернення: 23.07.2023).
44. Vinge V. The Coming Technological Singularity: How to Survive in the Post-Human Era. *Vision-21. Interdisciplinary Science and Engineering in the Era of Cyberspace*: Proceedings of a symposium cosponsored by NASA Lewis Research Center and the Ohio Aerospace Institute and held in Westlake, Ohio, March 30-31, 1993. Pp. 11–22.
45. Stock G. Metaman: the merging of humans and machines into a global superorganism. New York: Simon & Schuster, 1993. 365 p.
46. Global Consciousness Project: Meaningful Correlations in Random Data. Official site. URL: http://noosphere.princeton.edu/home_bottom3.html. (дата звернення: 23.07.2023).
47. Nelson R. D., Kindel G. Der Welt-Geist: Wie wir alle miteinander verbunden sind. Wien: Edition a, 2018. 224 p.
48. Лем С. Голем XIV. Тернопіль: Навчальна книга - Богдан, 2017. 168 с.
49. Романчук О. Штучний інтелект в епоху нових медіа. *Вісник Львівського університету. Серія Журналістика*, Львів, 2018. Вип.44. С. 179-188. URL: <http://dx.doi.org/10.30970/vjo.2018.44.9367>. (дата звернення: 23.07.2023).

ДОДАТКИ

ДОДАТОК 1

ВИЗНАЧНІ ДАТИ В ІСТОРІЇ РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЧНОЇ НАУКИ

Дата	Автор країна	Подія
VI-IV ст. до н.е.	Давня Індія	епічні поеми «Махбхарата» і «Рамаяна», в яких описано спосіб життя і умови місць існування близько 50 видів тварин
490-430 рр. до н.е.	Емпедокл з Акраганта Давня Греція	опис зв'язків рослин із середовищем
460-370 рр. до н.е.	Гіпократ Давня Греція	опис лікарських рослин з зазначенням їхніх лікарських властивостей та екологічних особливостей
384-322 рр. до н.е.	Аристотель Давня Греція	класифікація тварин, та зв'язок їхнього забарвлення з умовами середовища існування («Історія тварин»); використано термін «організм», на підставі виявлення чіткої організації живих істот
372-287 рр. до н.е.	Теофраст (Феофраст) Ерезійський Давня Греція	опис близько 500 видів рослин та їхніх угруповань («Дослідження про рослини»)
79-23 рр. до н.е.	Пліній старший Давній Рим	«Природна історія» - узагальнення даних із зоології, ботаніки, лісівництва
1200-1280	Альберт Великий Німеччина	вивчення впливу ґрунту на рослини, причин «зимового спокою» рослин
1543	Андреас Везалій Італія	закладено основи наукової анатомії людини у праці «Про будову людського тіла»
1668	Франческо Реді Італія	сформульований принцип « <i>ovo ex ovo</i> » («живе походить тільки від живого»)
1670	Роберт Бойль Англія	вплив на організми низького атмосферного тиску
1675-1679	Марчелло Мальпігі Італія	дослідження ксилеми, онтогенезу рослин, ембріології тварин, відкриття явища капілярного кровообігу у тварин
1677	Метью Хейл Англія	вперше використано поняття «еволюція» для поєднання процесів індивідуального та історичного розвитку, заснування еволюціонізму
1694-1700	Жозеф Піттон де Турнефор Франція	вивчення вертикальної стратифікації рослинного покриву, введенні в систе-

		матику поняття «рід», спроби створення бінарної номенклатури рослин
1742	Рене Антуан Реомюр Франція	вивчення суспільного життя комах («Мемуари з історії комах» (1734-1742)), сезонних явищ, паразитизму
1749	Карл Лінней Швеція	«Економіка природи» - типологічний опис місцевиростань, основи систематики організмів
1745-1754	Шарль Бонне Швейцарія	введення в науковий обіг терміну «еволюція» (1762 р.) опис комах (1745 р.) та фізіології листків рослин, встановлення явища партогенетичного розмноження у попелиць (1754 р.)
1749	Жорж-Луї Леклерк де Бюффон Франція	«Природна історія» - становлення ідей мінливості організмів під впливом середовища існування
1768-1774	Петер-Симон Паллас росія	закладено основи класичного опису тваринного та рослинного світу у зв'язку з кліматичними та географічними умовами
1771-1795	Лепьохін Іван Іванович росія	опис взаємозв'язків тварин із середовищем існування
1797	Теодор Руз Німеччина	вперше використано термін «біологія» у праці «Основні положення вчення про життєву силу»
1798	Томас Роберт Мальтус Англія	«Нарис про закон народонаселення» - теорія народонаселення, перша модель зростання популяції на основі рівняння геометричного (експонентного) зросту
1802	Жан Батист Ламарк Франція	перша спроба створення цілісної теорії еволюції, введення у науку терміну «біологія», вперше викладено ідею мінливості, поняття сфера існування життя (біосфера) та уявлення про сутність взаємодій у системі «організм-середовище»
1833	Костянтин Вільгельм Глогер Німеччина	сформульовано правило Глогера
1837-1859	Чарльз Роберт Дарвін Велика Британія	підготовка та видання фундаментальної праці «Про походження видів за допомогою природного добору чи про збереження сприятливих рас у боротьбі

		за життя», яку пізніше скорочено називали «Походження видів» та заснування еволюційного вчення
1840	Юстус фон Лібіх Німеччина	закладено основи агрохімії, сформульований закон мінімуму
1806-1845	Александр фон Гумбольдт Німеччина	відродження на наукових засадах вчення про життєві форми організмів, формулювання законів географічної зональності та вертикальної поясності у розподілі рослин і тварин («Космос»), вчення про індивідуальність
1840-1842	П'єр Франсуа Ферхюльст Бельгія	створення моделі та рівняння логістичного росту чисельності населення
1845-1852	Рульє Карл Францович росія	вивчення впливу зовнішніх умов на тварин, періодичних міграцій птахів, створення засад екологічного напрямку зоогеографії
1847	Карл Бергман Німеччина	сформульовано правило Бергмана
1859	Альфред Рассел Уоллес Англія	сформульовано правило А. Уоллеса щодо змін видового різноманіття залежно від широти
1861	Сеченов Іван Михайлович росія	сформульований постулат «... організм без зовнішнього середовища, що підтримує його існування, не можливий, тому в наукове визначення організму повинне входити і середовище, що впливає на нього»
1866	Ернст Геккель Німеччина	запропоновано термін «екологія» у праці «Загальна морфологія організмів»
1875	Едуард Зюсс Австрія	введення у науковий обіг терміну «біосфера»
1877	Джоель Асаф Аллен США	сформульовано правило Аллена
1877	Карл Август Мебіус Німеччина	введення терміну «біоценоз»
1877-1878	Василь Васильович Докучаєв росія	дослідження ґрунтів, створення класифікації українських чорноземів, заходи покращення степового землеробства
1884	Йоханнес Еугениус Вармінг Данія	введення терміну «життєва форма», видання першої книги про екологію

		рослин «Екологічна географія рослин» (1896 р.)
1893	Луї Антуан Марі Жозеф Долло Бельгія	сформульовано закон незворотності еволюції
1896	Вільям Гадсон (Хадсон) Англія	запропоновано поняття «хвилі життя» для опису динаміки чисельності популяцій
1896	Карл Шретер Швейцарія	запропоновано термін «аутекологія» (екологія видів)
1898	Андреас Шимпер Німеччина	розвиток наукової морфології рослин та засад екофізіології («Географія рослин на фізіологічних принципах» (1890 р.)
1898	Англія	засновано першу природоохоронну організацію «Royal Society for the Birds» («Королівське товариство захисту птахів»)
1899-1903	Коржинський Сергій Іванович росія, Гуго де Фріз Голландія	створення мутаційної теорії чи теорії Коржинського - де Фріза
1901	Генрі Каулс США	введення терміну «сукцесія» для опису змін рослинних угруповань, розробка концепції клімаксу
1902	Карл Шретер Швейцарія	запропоновано термін «синекологія» (екологія угруповань)
1902	Пачоський Йосип Кондратович Україна	започатковані стаціонарні дослідження рослин цілинного степу у приватному заповіднику «Асканія-Нова»
1903	Вільгельм Людвіг Йогансен Данія	введено термін «популяція» в праці «Про наслідування в популяціях і чистих лініях»
1905	США	заснована на федеральному рівні одна з найстаріших природоохоронних організацій «The Audubon Society» («Товариство Одюбона»)
1905-1907	Крістен Раункієр Данія	розробка системи життєвих форм (клімаморф) за критерієм розташування бруньок відновлення рослин при перенесенні рослиною несприятливого періоду, що викликаний зниженням температур або нестачею вологи, захищеність бруньок, наявність або відсутність лист-

		ків протягом несприятливого періоду, введення поняття «біологічний спектр»
1908	Ейльхард Альфред Мітчерліх Німеччина	сформульований закон сукупної чи сумісної дії екологічних факторів, у подальшому (1918) доповнений Августом Тінеманом і Б. Бауле
1909	Вільгельм Людвіг Йогансен Данія	введення термінів «ген», «генотип», «фенотип» у праці «Елементи точного вчення спадковості»
1910	III Міжнародний ботанічний конгрес	закріплено поділ екології на аутоекологію (екологію організмів) та синекологію (екологію угруповань)
1910	Раменський Леонтій Григорович СРСР, Генрі Алан Глізон США	початок розробки уявлень про континуум рослинності
1912	Морозов Георгій Федорович росія	розробка засад лісознавства («Вчення про ліс» (1912-1931))
1913	Велика Британія	засновано Британське екологічне товариство та видання журналу «Journal of Ecology»
1915	Віктор Ернест Шелфорд США	сформульований закон толерантності чи закон оптимуму
1915	Пачоський Йосип Кондратович Україна	запропоноване поняття «фітоценоз», використане для чистих заростей рослин
1915	Альберт Швейцер Німеччина	сформульований принцип благоговіння перед життям
1916	Висоцький Георгій Миколайович Україна	введено термін «екотоп», створено засади лісівництва
1916	США	засновано Американське екологічне товариство та видання журналу «Ecology»
1917	Едуард Август Рюбель Швейцарія	введення поняття «синузія»
1917	Джозеф Гріннел США	введення поняття «ніша» в екології
1918	Гельмут (Хельмут) Гамс Австрія	введено термін «фітоценоз», обґрунтовано засади створення фітоценології

1918-1939	Август Фрідріх Тінеман Німеччина	сформульовані біоценологічні принципи: принцип різноманіття та принцип відхилення умов
1921	Х. Берроуз США	висловлено думку, що географія за суттю є екологією людини (монографія «Географія як людська екологія»)
1921	Роберт Езра Парк та Ернст Вотсон Берджесс США	заснування екології людини
1921	Ейнар Дю Рі Швеція	здійснено класифікацію ярусів вертикальної структури угруповань
1921	Чарльз Сазерленд Елтон Велика Британія	закладено основи популяційної екології, запропоновано модель трофічної структури екосистеми у вигляді піраміди
1924	Вернадський Володимир Іванович СРСР	сформульований принцип Реді у новій редакції
1925-1926	Альфред Джеймс Лотка, Віто Вольтерра США, Італія	створення рівняння Лотки-Вольтерри або рівняння хижак-жертва
1926	Вернадський Володимир Іванович СРСР	створення вчення про біосферу (наукова праця «Біосфера»)
1927	Едуар Ле Руа Франція	запропоновано поняття «ноосфера», що надалі було розвинуто у працях Тейяр де Шардена та В.І. Вернадського («Декілька слів про ноосферу»)
1927	Вернер Карл Гейзенберг Німеччина	сформульований принцип невизначеності (принцип Гейзенберга)
1927	Нільс Генрік Давид Бор Данія	сформульований принцип доповняль- ності (принцип додатковості, принцип Бора)
1927	Чарльз Сазарленд Елтон Велика Британія	введено термін «екологічна ніша» (перше його концептуальне визначення), сформульовано правило піраміди чисел
1928	Фредеріка Клементса США	розробка засад холистичної концепції сукцесій, концепції клімаксу (1916-1950)
1928	Жозіас Браун-Бланке Швейцарія	сформульовані принципи та створено еколого-флористичну систему класи- фікації рослинного покриву

1930	Українська РСР	заснований перший в Україні науковий центр екологічних досліджень в Харківському державному університеті
1930	Едуард Август Рюбель Швейцарія	сформульований закон компенсації екологічних факторів (закон взаємозамінності факторів, закон Рюбеля)
1931	СРСР	під керівництвом Кашкарова Д.М. виходить перший екологічний журнал в СРСР «Журнал екології та біоценології»
1931	Ворд Клайд Оллі США	сформульований принцип (ефект) агрегації особин
1932	Волтер Бредфорд Кеннон США	введено терміни «стрес», «гомеостаз»
1933-1935	Кашкаров Даниїл Миколайович СРСР	перші вітчизняні підручники з екології «Середовище та угруповання», «Основи екології тварин», розробка класифікації життєвих форм тварин
1934	Ферсман Олександр Євгенович СРСР	введення поняття «техногенез»
1934	Чарльз Сазарленд Елтон Велика Британія	введений термін «ланцюг живлення»
1935	Артур Тенслі Велика Британія	введено термін «екосистема»
1935	Гаузе Георгій Францович СРСР	сформульований принцип виключення (принцип конкурентного виключення, теорема Гаузе)
1935	Раменський Леонтій Григорович СРСР	створення засад вчення про еколого-фітоценотичні стратегії («леви», «верблюди», «шакали»)
1936	Бяллович Юрій Петрович СРСР	введений термін «культурфітоценоз»
1937	Ганс Молиш Австрія	введений термін «алелопатія»
1938	Лавренко Євген Михайлович СРСР	здійснення геоботанічного картування СРСР, створено класифікацію степів, введений термін «фітосфера»
1939	Фредерік Клементс, Віктор Шелфорд США	введений термін «біоекологія» в однойменній монографії
1939	Карл Троль	заснування екології ландшафту

	Німеччина	(ландшафтної екології)
1942	Сукачов Володимир Миколайович	введений термін «біогеоценоз», створено засади біогеоценології
1942	Реймонд Ліндемман США	сформульований закон (правило) піраміди енергій або 10%
1944	Вернадський Володимир Іванович СРСР	створено вчення про ноосферу («Декілька слів про ноосферу»)
1946	Ганс Хуго Бруно Сельє Канада	створення вчення про стрес, введені терміни «дистрес», «еустрес»
1947	Пригожин Ілля Романович Бельгія	сформульована теорема Пригожина
1948	Франція	заснування міжнародної організації «Міжнародний союз охорони природи» (IUCN) (штаб-квартира Фонтенбло)
1948	Норберт Вінер США	створення засад кібернетики, викла- дених у праці «Кібернетика, або Управ- ління та зв'язок у тварині та машині»
1948	Вільям Росс Ешбі Велика Британія	введення поняття «самоорганізація», сформульований закон про необхідність різноманіття
1949	Вільямс Василь Робертович СРСР	сформульований закон рівнозначності всіх умов життя (закон незамінності факторів, закон Вільямса)
1950	Альошін Василь Васильович СРСР	сформульовано правило випередження
1950	Бельгард Олександр Люціанович СРСР	створення засад екологічного аналізу рослинності на основі системи екоморф
1951-1952	Беклемішев Дмитро Володимирович, Раменський Леонтій Григорович СРСР	створення гіпотези консорційних зв'язків Беклемішева - Раменського
1953	Юджин Одум США	вперше опублікований один з найкращих підручників з екології «Основи екології»
1958	Ламонт Кол США	введений термін «екосфера»
1958	Георгій Мойсейович Ідліс	сформульований слабкий антропний принцип

	СРСР	
1959	Вільям Росс Ешбі Англія	сформульований закон необхідного різноманіття, формально доведений у праці «Вступ до кібернетики»
1959	Г. Ранц Німеччина	сформульований принцип повільності змін середовища чи еволюційно-динамічний принцип
1963	Сочава Віктор Борисович СРСР	створення засади вчення про геосистеми, запропоновано термін «геосистема»
1963	Фриц Швертфегер Німеччина	введений термін «демекологія»
1962	Серебряков Іван Григорович СРСР	створення класифікації біоморф на основі розбіжності у структурі пагонів і тривалості життєвого циклу рослин
1964	Яхонтов Володимир Володимирович СРСР	створення класифікації життєвих форм комах
1964	Сукачов Володимир Миколайович, Олександрова Віра Данилівна СРСР	розробка типології сукцесій за критерієм причин їхнього походження
1966	Мазінг Віктор Вікторович СРСР	розробка концепції консорцій (будова й типологія консорцій), виділення аспектів вивчення структури біогеоценозів
1967	Пригожин Ілля Романович Бельгія	створення теорії дисипативних структур (нерівноважних процесів, теорія самоорганізації, модель переходу від хаосу до порядку через флуктуації)
1968	Джей Райт Форрестер, Денніс Медоуз США	створення теорії системної динаміки, розробка ідеї глобальної екології в працях Римського Клубу (доповідь Д. Медоуза «Межі зростання» (1972 р.))
1968	Роберт Мак-Артур США	введений термін «водний біотоп»
1969	Людвіг фон Берталанфі Австрія	засади теорії систем викладені в праці «Загальна теорія систем»
1969	Рене Траут	обґрунтування засад екотоксикології, суттєвим внеском у розвитку якої стали праці Рена Купера та Гаррі де Ворда
1969	Диліс Миколай Владиславович	введений термін «парцела»

	СРСР	
1970-і	Рене Фредерик Том, Франція Ерік Кристофер Зиман Велика Британія Арнольд Володимир Ігорович СРСР	введені терміни «катастрофа» (різка якісна, зміна об'єкту внаслідок повільних кількісних змін параметрів, від яких він залежить), «теорія катастроф», розробка математичного апарату теорії катастроф
1970-і	Роберт Гардінг Віттекер США	розробка засад моделі сіткоподібної еволюції рослинності
1971-1975	Борис Шимонович Флейшман СРСР	створення засад та елементів теорії потенційної ефективності складних систем, принципів поведінки систем, що ускладнюється
1971-1974	Баррі Коммонер США	сформульовані закони екології (афоризми Коммонера)
1972	Голубєв Віталій Миколайович СРСР	створення класифікації біоморф за типом кореневої системи, структуро пагонів надземних і підземних органів, темпами вегетативного розмноження
1972	Ерік Піанка США	видання монографії «Еволюційна екологія», що стала важливою спробою поєднання еволюціонізму та екології
1972	Стокгольм Швеція	Стокгольмська конференція ООН з навколишнього середовища
1972	Найлз Елдрідж, Стивен Джей Гудл США	створення теорії переривчастої рівноваги чи теорії квантової еволюції
1973	Дж. Іллієс	сформульований принцип видо- родового представництва
1973	Роберт Гардінг Віттекер США	визначення форм та показників оцінки різноманіття
1973	Роберт Ерік Ріклефс США	розробка засад регенераційної концепції сукцесій
1974	Лотфі Заде США	сформульований принцип несумісності (принцип Л. Заде)
1975	Юджин Одум США	сформульований принцип ієрархічної організації (принцип інтегративних рівнів)
1974-1978	Джей Райт Форрестер	сформульований принцип контрінтуї- тивної поведінки (принцип Форрестера)

	США	
1977	Герман Хакен Німеччина	введення поняття «синергетика», створення засад синергетики («Синергетика»)
1979	Джеймс Лавлок Велика Британія	створення гіпотези Геї (Гаї) (монографія «Гея: новий погляд на життя на Землі»)
1979	Джон Філіп Грайм США	перевідкриття еколого-фітоценотичних стратегій Л.Г. Раменського в іншій інтерпретації (віоленти, патієнти, експлеренти) та визнання системи Раменського - Грайма з подальшим її доповненням Еріком Піанка та Робертом Віттекером
1980	Томас Євген Лавджой США	введений термін «біологічне різноманіття»
1980	Говард Одум США	введення поняття «екологічна ефективність»
1980-1988	Моїсєєв Микита Миколайович СРСР	введений термін «екологічний імператив», розробка засад теорії коеволюції
1984	Ємельянов Ігор Георгійович СРСР	сформульований принцип мінімального різноманіття
1984	Умберто Матурана, Франсіско Хав'єр Варела Чилі	створення концепції аутопоезису, як спроби визначити межу між косною та біокосною речовиною
1986	Едвард Осборн Вілсон США	введений термін «біорізноманіття»
1986	Алеєв Юрій Глібович СРСР	публікація праці «Екоморфологія»
1987	Монреаль Канада	Монреальський протокол про речовини, що руйнують озоновий шар
1990	Реймерс Микола Федорович СРСР	окреслення основних постулатів екологічної аксіоматики у виданні «Природокористування. Словник-довідник» (систематизація понад 250 законів, правил, принципів)
1991	Київ Україна	прийняття закону «Про охорону навколишнього природного середовища»
1991	Гродзинський Андрій Михайлович СРСР	розробка теорії алелопатії, розробка класифікації та діагностики ґрунтовтомлення

1992	Ємельянов Ігор Георгійович СРСР	сформульований принцип альтернативного різноманіття
1992	Вільям Різ, Матіас Вакернагель Канада	введений термін «екологічний слід»
1992	Реймерс Микола Федорович СРСР	сформульовано правило конструктивної емерджентності
1992	Ріо-де-Жанейро Бразилія	Конференції ООН по навколишньому середовищу та розвитку, де була визнана нагальна потреба збереження біорізноманіття в усій його сукупності та сформовані 3 важливі рішення та 2 конвенції («Декларація Ріо», «Повістка дня XXI століття», «Лісові принципи», рамкова конвенція «Про біологічне різноманіття», конвенція «Про зміни клімату»)
1992	Вашингтон США	публікація Global Biodiversity Strategy (Глобальна стратегія біорізноманіття)
1992	Київ Україна	ратифікація конвенції про охорону біологічного різноманіття в Україні законом № 257/94-ВР
1993	Вернор Віндж, Раймон Курцвайль США	створення гіпотези технологічної сингулярності
1995	Кембридж США	публікація Global Biodiversity Assessment (Глобальна оцінка біорізноманіття)
1996	Амстердам Нідерланди	публікація The Pan-European Biological and Landscape Diversity Strategy (Загальноєвропейської стратегії біологічного та ландшафтного різноманіття)
1996-1998	Крисаченко Валентин Семенович Україна	створення засад української школи теорії екологічної культури, визначення парадигм досягнення місця людини в біосфері
1997	Кіото Японія	Кіотський протокол: Міжнародний договір про зниження викидів парникових газів
1997	Травлеєв Анатолій Павлович України	створення засад техногенної біогеоценології
1997-2002	Ємельянов Ігор Георгійович, Протасов Олександр Олексійович,	створення засад та розбудова української школи диверсикології

	Шеляг-Сосонко Юрій Романович Україна	
1998	Роджер Нельсон США	здійснення проекту глобальної свідомості («The Global Consciousness Project») за участю 100 вчених, за результатами якого кожна 7 людина здатна впливати на матерію силою власної думки і тому ноосферу можна трактувати як сферу колективного розуму
2000	Шанда Володимир Іванович Україна	обґрунтування засад стереоекологічного підходу до вивчення структури рослинних угруповань; розробка підходів до типології парцел; створення засад теорії еколого-таксономічних спектрів угруповань, НЕС, агрофітоценології; окреслення парадигм різноманіття діяльності людини в біосфері
2004	Ервін Ласло Угорщина	створення концепції А-поля (чи теорії акашічного поля (інформаційного поля Акаши)
2004	Казначєєв Влаїль Петрович, Трофімов Олександр Васильович росія	створення гіпотези існування польової форми живої речовини (інтелектуального простору), гіпотеза еволюціонування цифрового піфагорового поля
2012	Ріо-де-Жанейро Бразилія	Конференція з питань сталого розвитку «Ріо+20» з обговоренням двох тем: 1. Зелена економіка в контексті сталого розвитку та подолання бідності; 2. Інституційні рамки сталого розвитку
2015	Париж Франція	Паризька угода: Міжнародний договір про попередження глобального потепління та пристосування до змін клімату
2019	Зев Наве Ізраїль	створення засад концепції Всеохоплюючої екосистеми з людиною (Total Human Ecosystem (THE))
2022	Париж Франція	Конференція ООН (П'ята Асамблея ООН з навколишнього середовища (UNEA-5.2) створення глобальної угоди про забруднення пластиком (Резолюція «Покінчити із забрудненням пластиком: на шляху до міжнародного юридично обов'язкового інструменту»)

ДОДАТОК 2

**ПЕРІОДИЗАЦІЯ ІСТОРІЇ ЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ
РОСЛИННОСТІ КРИВОРІЖЖЯ**

ЕТАП	СТИСЛА ХАРАКТЕРИСТИКА
<p align="center">І етап фрагментарних геоботанічних досліджень</p> <p>80-і рр. XVIII ст. – 20-і рр. XX ст.</p>	<p>описові дослідження природи Криворіжжя, представлені в працях плеяди видатних вчених, а саме: Й.А. Гюльденштедт (1787), П.С. Паллас (1786, 1784), В.Ф. Зуєв (1787), С.Г. Гмелін, К.Ф. Ледебур (1842-1853), М.П. Барбот-де-Марні (1869), Е.Е. Ліндеманн (1889-1892), М.К. Срединський (1873), І.Ф. Шмальгаузен (1895-1897), Л.П. Семечкін (1874), І.Я. Акінфієв (1894);</p> <p>деталізований опис рослинності Криворіжжя у працях таких вчених і натуралістів, як: Й.К. Пачоський, В.М. Сидоров, О.А. Гросгейм, І.З. Рябко</p>
<p align="center">ІІ етап геоботанічні дослідження епохи індустріалізації</p> <p>20-і рр. XX ст. - 70-і рр. XX ст.</p>	<p>М.І. Котов (1927) (здійснив опис рослинності кам'янистих відслонень та пісків району, пізніше затопленого Карачунівським водосховищем, опис рідкісних та ендемічних видів рослин з врахуванням їхнього розповсюдження в долині р. Інгулець), О.А. Єліашевич (1941), О.Л. Бельгард (1950, 1971), І.А. Добровольський (1951), Д.І. Трайтак (1964), Н.В. Гайова (1971), В.І. Шанда (1971, 1979), І.А. Комісар, Є.Д. Ющук, М.А. Таран, В.З. Задорожній, В.Т. Сидоренко. У цей період викладачами кафедри ботаніки був закладений ботанічний сад у заплаві річки Саксагань поблизу навчального корпусу Криворізького державного педагогічного інституту площею 7,2 га, проведені дослідження плесів хвостосховища Північного ГЗК (1969) та аерофіторекультивациа відвалів шахти ім. Г.І. Петровського руднику ім. Карла Лібкнехта (1974), реалізована низка науково-практичних заходів з фіторекультивациа порушених земель: висадження деревних видів рослин на Східному відвалі Ганнівського кар'єру, на відвалі №1 Першотравневого кар'єру (1967-1968 рр.) тощо</p>
<p align="center">ІІІ етап ландшафтно- екологічних та геоботанічних досліджень техногенних екотопів</p> <p>кінець 70-х років початок ХХІ ст.</p>	<p>різноспрямовані та багатобічні дослідження трансформованих екосистем промислових ландшафтів (відвалів, кар'єрів, хвостосховищ, провалів), пустищ, лісопаркових зон. Деталізоване вивчення організованості, організації, динаміки та розвитку рослинних угруповань В.Ф. Терещенко (1993), С.В. Рева (1994), М.А. Таран, В.І. Шанда (1970-2000), Є.Д. Ющук (1975-2000), Я.В. Маленко (1994-2001), Н.В. Хлизіна (Ворошилова) (1998-2004) та інші. В цей період науковцями Криворізького державного педагогічного інституту були здійсненні дослідження щодо вивчення впливу Криворізького металургійного комбінату на сільськогосподарські, лісові та декоративні культури з розробкою заходів компенсації цих впливів (1983-1984), проекти рекультивациа відвалів «Нульовий», «Скелеватський», «Північний», «Буршицький» (1986-1988) тощо. У 1976 році у місті був організований опорний пункт Донецького ботанічного саду АН України, який здобув у 1992 р. статус самостійної установи «Криворізький ботанічний сад АН України». Його співробітники брали активну участь в дослідженнях порушених земель регіону (В.Є. Чайка, Т.Т. Чуприна (1976, 1981), Т.В. Плугіна (1981), В.В. Кучеревський (1986, 1992), А.Є. Мазур, В.Д. Федоровський (1988), В.В. Кучеревський, А.Є. Мазур, А.Н. Доценко (1993), Т.А. Провоженко (1997), М.Г. Сметана (2001), В.М. Гришко (2000), Г.Н. Шоль (2000)). Особливу увагу науковці</p>

	<p>проділяли вивченню синтаксономії та розвитку рослинності відвальних екотопів, дослідженню осередків природної рослинності заповідних урочищ, аналізу складу урбанofлори міста. Слід відзначити, що у цей період кафедра ботаніки та екології КДПУ стає простором наукового плідного спілкування науковців міста, області, України. Зусиллями завідувача кафедри ботаніки та екології КДПУ В.І. Шанди та адміністрації закладу започатковане проведення на базі закладу щорічних наукових і науково-практичних конференцій з публікацією матеріалів («Проблеми фундаментальної екології: структура угруповань» (1996), «Техногенні ландшафти: структура, функціонування, оптимізація» (1996), «Охорона довкілля : екологічні, медичні, освітні аспекти» (1997, 1998), «Проблеми фундаментальної екології» (1997), «Проблеми фундаментальної та прикладної екології» (1999), «Проблеми екології та екологічної освіти» (2003)), що сприяє комунікації, об'єднанню вчених, спрямовує наукові пошуки. У 1994-2000 рр. на базі кафедри під керівництвом к.б.н., доц. В.І. Шанди працює відділення (філія) проблемної лабораторії фундаментальної та прикладної екології Дніпропетровського державного університету (керівник д.б.н., проф., член-кор. НАН України А.П. Травлєєв)</p>
<p>IV етап сучасних комплексних досліджень рослинності Криворіжжя початок ХХІ ст. до сьогодні</p>	<p>інтенсифікація комплексних екологічних досліджень: В.І. Шанда, І.М. Малахов (фундаментальна екологія); В.І Шанда, М.Г. Сметана, В.М. Савосько, Я.В. Маленко, О.М. Сметана, Е.О. Євтушенко, С.В. Ярков, В.В. Перерва, А.К. Гацький, (рослинність техногенних екотопів); В.В. Кучеревський, В.М. Гришко, Г.Н. Шоль, Л.П. Лисогор, Т.А. Артющенко, В.В. Качинська, С.О. Марченко, І.І. Коршиков, О.М. Зубровська, Н.М. Данильчук, О.О. Красова, І.О. Комарова, Т.Ф. Чипиляк, Л.І. Бойко, О.В. Данильчук, М.О. Баранець, Ю.М. Петрушкевич, Е.Р. Федорчак (урбанofлора) та інші. За ініціативи Н.В. Гнілуши, В.І. Шанди в 2003-2004 рр. здійснено ліцензування спеціальності «Екологія та охорона навколишнього середовища» в КДПУ. Провідні заклади вищої освіти (КДПУ, КНУ) забезпечують підготовку здобувачів за спеціальністю 101 Екологія. На кафедрі ботаніки та екології Криворізького державного педагогічного університету з 2002 р. створений науковий та науково-методичний екологічний центр (2002-2012 рр.), з 2013 року на громадських засадах працює науково-дослідна лабораторія «Екологія рослинності Кривбасу», з 25.11.2020 року – навчально-наукова лабораторія екологічних та біологічних досліджень, з 2002 року здійснюється випуск наукового видання «Екологічний вісник» (2002-2015 рр.), «Екологічний вісник Криворіжжя» (2016 р. - до сьогодні). Продовження різноспрямованих екологічних досліджень рослинності Криворіжжя – невід’ємна складова сталого розвитку міста, регіону</p>

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Гнілуша Н. В. Становлення екологічної освіти у Криворізькому державному педагогічному університеті. *Екологічний вісник Криворіжжя*. Кривий Ріг, 2020. Вип. 5. С. 31-42. URL: <https://doi.org/10.31812/eco-bulletin-krd.v5i0.4352>. (дата звернення: 25.07.2023).
2. Кафедра ботаніки та екології: офіційний веб-сайт Криворізького державного педагогічного університету. URL: <https://kdpu.edu.ua/botaniky-ta-ekolohii/zahalna-informatsiia/vykladachi-kafedry.html>. (дата звернення: 25.07.2023).
3. Чипиляк Т. Ф., Зубровська О. М., Шоль Г. Н. Рослини в урботехногенному середовищі степової зони України. Київ: Талком, 2022. 390 с.

ДОДАТОК 3

ЕКОЛОГІЧНА КУЛЬТУРА – адаптивний механізм сталого розвитку екологічної метасистеми

Вступити в епоху ноосфери зможе тільки високоінтелегентне суспільство, кожен член якого здатний розуміти і відчувати відповідальність за долю суспільства та поводитися з цією відповідальністю.

Микита Моїсєєв.

Концепт екологічної культури у ХХІ столітті став одним з пріоритетних і полемічних в актуальному науковому дискурсі. Предметне відображення порушена проблема знайшла в працях зарубіжних і вітчизняних науковців (П. Бачинський, Дж. Голден, С. Дерябо, А. Захлебний, І. Качур, М. Кисельов, В. Крисаченко, Л. Курник, В. Лещинська, Д. Лихачов, А. Львовичкіна, Л. Мухамедишина, Г. Пустовіт, Н. Пустовіт, Б. Савчук, О. Салтовський, Є. Смотрицький, С. Совгір, Дж. Стюард, В. Танська, М. Тарасенко, О. Устюгова та ін.). Проблематика екологічної культури тісно пов'язана з ідеями глобального еволюціонізму, космізму (В. Соловйов, Н. Федоров, П. Флоренський, Н. Бердяєв), вченням про біосферу та ноосферу В. Вернадського, ідеями екологічної етики та гуманізму А. Швейцера, М. Моїсєєва, О. Шпенглера, О. Леопольда, А. Горелова, парадигмами екології людини, теоріями коеволюції, адаптаціогенезу. Потужний бекграунд екологічної культури, пов'язаний з видатними філософами та природознавцями світу, інтегрує різноспрямовані пошуки гармонії та сталого розвитку людини, цивілізації та біосфери, як сфери існування живої речовини планети [1, 2].

Актуалізація проблематики екологічної культури в наш час є логічним наслідком тривалого панування агресивного протиставлення людини та природи, реальних проявів і загострення на фоні глобалізаційних процесів проблем у сфері взаємодії суспільства та природи, розвитку людини в епоху «плинної модерності» [3] та її майбутнього. Конструктивне розв'язання наявних проблем сьогодення неможливе без доповнення економічних і соціальних складових розвитку людської цивілізації екологічним компонентом, що є базовим, інтегруючим, без якого інші складові неефективні й позбавлені сенсу. Екологічна культура з одного боку закорінена в міждисциплінарній сутності екології, що є прикладом синергетичної наукової картини світу [4], а з іншого – в культурології, філософії, психології. Вона відбиває діалектичну єдність суспільства, культури та природи, попри складність та неоднозначність їхнього співвідношення.

Поняття «екологічна культура» є багатограним, поліструктурованим, бінарним, синкретичним, яке неоднозначно трактується фахівцями різних галузей (екології, філософії, культурології, психології, історії, педагогіка, юриспруденції тощо). Це підкреслює міждисциплінарний інтерес, плюралізм підходів, активний пошук сприйнятливих інтерпретацій та спроб цілісного структурованого осмислення цього феномену (табл. Д.3.1).

Таблиця Д.3.1

Визначення поняття «екологічна культура»

Автор (и) [джерело]	Дефініція поняття
Н. Ф. Реймерс [5]	Етап і складова частина розвитку загальнолюдської культури, що характеризується гострим, глибоким і всезагальним усвідомленням суттєвої важливості екологічних проблем у житті та майбутньому розвитку людства; сукупність знань, вмінь, соціальних та інженерних норм, керуючись якими людина усвідомлює себе (і відповідним чином діє) як частина природного середовища і як суб'єкт, відповідальний перед собою, сучасними і майбутніми поколіннями людей за її збереження
О. Шпенглер [6]	Здатність людини відчувати живе буття світу, приміряти і пристосовувати його до себе, взаємоузгоджувати власні потреби й устрій природного довкілля
В. С. Крисаченко [7]	Цілепокладаюча діяльність людини (включаючи і наслідки такої діяльності), спрямована на організацію та трансформацію природного світу відповідно до власних потреб і намірів; Окремішня галузь людської духовності, пізнання та практики, яка визначає характер та способи відносин людини з біосферою
В. І. Дубовий, О. В. Дубовий [8]	Галузь людської духовності, пізнання та практика, яка визначає характер особливості відносин людини із біосферою і включає в себе такі складові як екологічні знання, екологічні переконання та екологічна діяльність
Л. М. Курняк [9]	Багатомірний цілісний компонент інтелектуальної і духовної культури особистості, що забезпечує творчу самореалізацію в осмисленні й розв'язанні екологічних проблем
І. М. Лозовська [10]	Процес і результат формування екологічної свідомості особистості, що відображає нерозривну єдність між сукупністю знань, норм, уявлень про природу, емоційно-почуттєвого і ціннісного ставлення до неї та відповідних умінь, навичок, потреб взаємодії і правил поведінки людини в навколишньому світі
А. М. Львовичкіна [11]	Система індивідуальних морально-етичних норм, поглядів, знань, установок, цілей і цінностей, що стосуються взаємовідносин у системі «людина-довкілля» і реалізується через екологічну свідомість і екологічну діяльність, що проявляється у підтримці, розвитку довкілля та у створенні його елементів
О. І. Салтовський [12], М. І. Хилько [13]	Певна програма, опредмечена в діяльності, на основі якої суб'єкт природокористування будує свій історично конкретний процес взаємодії з природою
Є. Ю. Смотрицький [14]	Механізм підтримки соціоприродної рівноваги, механізм підтримки популяційного здоров'я <i>Homo sapiens</i>
О. В. Чернікова [15]	Наявність високого ступеня загальної духовної культури, міждисциплінарних, глобальних уявлень і понять про екологічну проблему, усвідомлення того, що людина – це частина природи; оволодіння системою наукових екологічних умінь і навичок
В. І. Шанда [16]	Один з ціннісних феноменів людської діяльності; сукупність знань, переконань, особистісних настанов діяльності в природі на засадах екологічних принципів

Доцільно звернути увагу на те, що складність та міждисциплінарний характер досліджуваної проблематики, специфіка становлення терміносистем

екологічної та педагогічної наук, полемічність адаптації до нових реалій «термінологічної спадщина» радянського періоду обумовили сутнісно-змістовну поліфонію внаслідок вживання науковцями термінів «екологічна культура», «екологія культури», «культурна екологія». Б. Савчук, Х. Шевчук, на підставі аналізу генези, дефінітивних контурів і сутності цих термінів, вбачають причинами такої ситуації фонетичну подібність, монодисциплінарний, однолінійний підхід, фокусування дослідників лише на якомусь одному компоненті (культурі) та нехтування другим (екологія) [17]. Вважаємо раціональним чітко відмежовувати ці поняття, що позначають різні суспільні процеси і явища. На нашу думку, саме термін «екологічна культура» здатний краще відбивати всю складність й емерджентність взаємодій людини, суспільства та природи, специфіку цього феномену суспільного життя як адаптивного механізму сталого розвитку екологічної метасистеми.

Екологічна культура, як невід’ємна складова культури людини сучасності, являє собою: 1) сукупність знань, переконань, особистісних настанов діяльності в природі, що ґрунтуються на відповідності основним постулатам екологічної аксіоматики; 2) реалізацію цілей людини в природі на основі її законів, що спряжена з екологічним мисленням, екологічною свідомістю; 3) історично визначений рівень розвитку суспільства, творчих сил і здібностей людини, виражений у формах і типах організації життя та у створюваних людиною цінностях, якому властиве усвідомлення екологічних проблем і динаміки розвитку людства; 4) своєрідний адаптивний механізм підтримки динамічної рівноваги та розвитку екологічної метасистеми; 5) регулятор самообмеження виду *Homo sapiens* та просторово-часової розмірності екологічної ніші людини; 6) своєрідний кодекс поведінки, що регламентує екологічну діяльність. В. С. Крисаченко зазначає, що екологічна культура є атрибутивною складовою людського життя з часів його виникнення і водночас вона – феномен ХХ століття, що відбиває здатність людини нового гатунку відчувати живе буття, приміряти і пристосовувати його до себе, взаємоузгоджувати власні потреби й устрій Всесвіту [7]. І. В. Качур вказує, що екологічна культура – невід’ємний складовий елемент у структурі загальної культури, високий рівень якої відбиває цілісність світу людини і людини у світі [18]. Є. Ю. Смотрицький розглядає її як механізм підтримки соціоприродної рівноваги та популяційного здоров’я [14].

Цілісна структура екологічної культури пов’язана з єдністю трьох її складових компонентів: когнітивного (знанневого), ціннісно-мотиваційного (погляди, переконання, цінності, морально-естетичне, відповідальне ставлення до природи, мотивація поведінки особистості у природі) та діяльнісного (свідома екологічна діяльність особистості в сфері професійної реалізації та побутових справах повсякденного життя). З цих позицій вона є показником духовної зрілості особистості, яка усвідомлюючи природу, через індивідуальне занурення у культурне середовище, діє відповідно наявним знанням (рис. Д.3.1).

Екологічна культура є історичним явищем, динамічною системою, яка змінюється і розвивається під впливом пануючого в суспільстві способу перетворення і використання природи. Водночас вона діє як: 1) транслятор

досвіду екологічної діяльності попередніх поколінь; 2) функціональна основа взаємодій людини і довкілля з урахуванням їхніх речовинних, просторових і часових аспектів; 3) засіб самоорганізації сутнісних сил людини в умовах конкретного природного середовища; 4) рушій прогресу, що стимулює сприйняття нового, адаптацію до реалій, і передусім, створення, через механізм екологізації суспільної свідомості із застосуванням принципів екологічної етики і гуманізму, якісно нової системи засобів і дій, які сприятимуть розв'язанню проблем глобальної екологічної кризи; 5) інструмент номінації на основі визначення соціально-ціннісного значення об'єктів природного середовища; 6) катализатор консолідованих рішень й антикризових стратегій подальшого розвитку цивілізації; 7) система самозбереження людства.

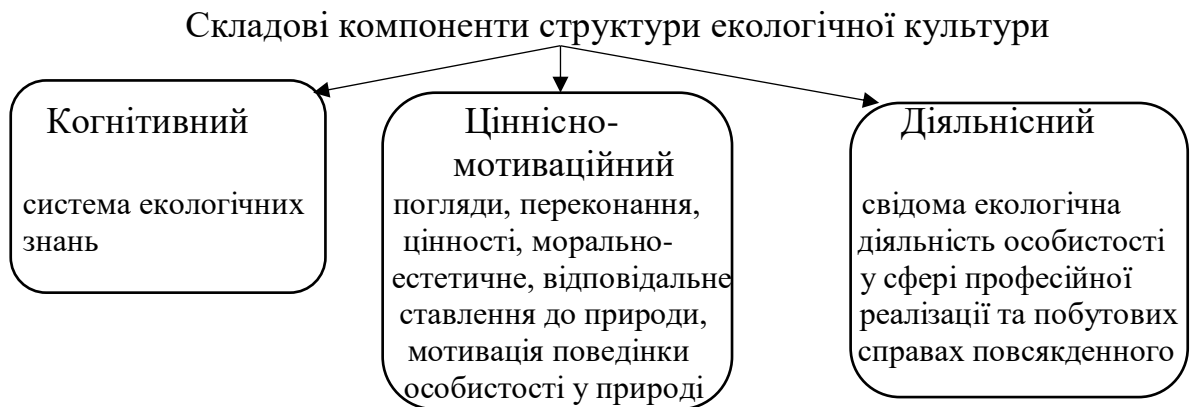


Рис. Д.3.1. Складові компоненти структури екологічної культури.

Фундаментальність й універсальність екологічної аксіоматики та наскрізна людиновимірність, на яких ґрунтується екологічна культура, визначають поліваріативність її функцій та множину підходів до їх виділення. За способом ціннісного освоєння природи виокремлюють такі функції екологічної культури, як: 1) адаптивна функція, яка відбиває пристосувальний характер розвитку людини й соціуму до умов екосфери у разі ірраціональності й порушень структурно-функціональної єдності метасистеми; 2) ціннісно-нормативна й регулятивна функція, що виявляється в переосмисленні існуючих систем цінностей, змінах ціннісного ставлення до природи, побудовах адекватних реаліям і перспективних щодо життєзабезпечення нормативних систем взаємодії; 3) інтегруюче-диференціююча функція, яка дозволяє виявляти відмінності й переваги екологічних субкультур, інтегрувати їх в систему загально визнаних цінностей зі збереженням автентичності й унікальності; 4) функція комунікації, що забезпечує інтеграцію, координацію, консолідацію суб'єктів природокористування на основі прийнятих фіксованих цінностей, передавання значущої інформації з покоління в покоління, історичну ідентифікацію етносів; 5) функція соціалізації, спрямована на формування особистості, здатної приймати участь у рішенні нагальних екологічних проблем та проблем особистісної самореалізації в умовах епохи цифрової трансформації. Значущість екологічної культури у забезпеченні оптимальної життєдіяльності соціуму дозволяє виділяти такі її функції: 1) пізнавальна (гносеологічно-аксіологічна)

функція, пов'язана з пізнанням та усвідомленням системи «людина-суспільство-природа», сутності, цінності, унікальності її компонентів і багатоманітності зв'язків; 2) освітня функція, спрямована на інституалізацію нормативних екологічних знань в суспільстві; 3) інформативна функція, що сприяє оптимізації професійної та побутової діяльності особистості й розробці ефективних стратегій сталого розвитку екосфери, як арени взаємодії біосфери, ноосфери, техносфери; 4) світоглядна функція, яка синтезує в цілісну й завершену форму сукупність чинників духовного світу особистості, її світогляд, та дозволяє інтегруватися в різні сфери соціокультурної регуляції, будувати сучасну картину світу; 5) креативно-мистецька функція, що потенціює втілення природних вимірів у творчості, мистецтві, конструюванні, будівництві тощо; 6) сакральна функція, закорінена в екофільних релігіях, ідеях центрованих навколо «благоговіння перед життям», «вбудованості» людини у духовну метасистему, яка виступає самообмежувачем матеріальних запитів, показником духовної зрілості, людяності та здатності будувати взаємодії як людини з людиною, так і людини з природою; 7) практично-регулятивна функція орієнтована на розв'язання нагальних повсякденних проблем суспільства у різних сферах діяльності (політика, технології, юриспруденція, валеологія, етика, естетика тощо) чи в межах певних питань (організація, нормування, управління, прогнозування).

Стан екологічної культури в наш час вимагає фундаменталізації екологічних знань, гуманізації та відмови від хибного сприйняття природи як суто прагматичної майстерні, чіткого розуміння об'єкту та предмету екології. В. В. Лещинська відмічає, що якщо в науці дискусії щодо теоретичної сутності поняття екологічна культура не втрачають градусу гостроти, то в журналістиці, політиці, бізнес-середовищі екологічні терміни найчастіше вживаються в утилітарному, незрозумілому контексті, їхні філософська глибина та всеохоплююча світоглядна сила підмінюються пустотними сутностями з невігядливою змістовою оболонкою, що потенціює розвиток негативних, нігілістичних і навіть цинічних соціальних настроїв [4]. «Екологічне взуття», «екологічна їжа», «погана екологія», «живі організми», «еколюдина» - своєрідний тренд, популярний маркетинговий хід, що формує хибний асоціативний контекст абсолютно позбавлений науковості та несумісний із культурою. Недостатнє усвідомлення причин і наслідків кардинально відмінного за характером і способом існування людини мережевого світу, нехтування відмінностями темпоральних характеристик і сутнісної природи техногенних, природних і соціальних процесів, значущості просторово-часової узгодженості еволюційних процесів (геологічної генези, біологічної еволюції, історії суспільства) свідчить про недостатній рівень екологічної культури та свідомості, фахової ерудиції та екологічної компетентності, розмиває контури екологічних проблем, спотворює інтерпретацію інформації екологічного змісту, нівечить сутність екосистемних явищ і процесів та дезорієнтує суспільство щодо сенсу екологічних проблем і побудов ефективних адаптивних стратегій взаємодії людини і природи. Екологічний контекст культури потребує: 1) спростування необмежених можливостей діяльності людини у біосфері й можливостей компенсації будь-яких

порушень середовища існування; 2) розуміння екологічної недоцільності багатьох реалізованих у минулому технологічних негентропійних проєктів; 3) врахування безальтернативності біосферосумісності людини та нерозумності протиставлення еволюції *Homo sapiens*, як одного з множини проявів формовтілення живої речовини, еволюції біосфери; 4) зміни стратегічних пріоритетів людства від «знання – умова виживання», «знання – панування над природою», «знання – перетворення природи» до «знання – сталий розвиток екологічної метасистеми», коеволюція «Людини – Суспільства – Природи»; 5) зрілості Людини Розумної як Людини Духовної з якісними перебудовами суспільної екологічної свідомості та цивілізаційного світогляду; 6) відповідальності (моральної та правової) за долю нащадків та всього органічного світу на основі системного бачення Всесвіту, людини, природи.

Формування екологічної культури є комплексною соціальною проблемою, розв'язання якої може бути лише системним – на основі залучення політико-правових, фінансових та освітніх чинників. Інтегральним показником екологічної культури людини сучасності є екологічна компетентність, що здобувається в процесі екологічної освіти і виховання, ґрунтується на екологічній етиці та виявляється в екологічній свідомості [20].

Квінтесенцією висвітлення проблематики екологічної культури є: 1) полеміка щодо тлумачення сенсу та значущості екологічної культури людини сучасності розгортається на всіх рівнях та в усіх сферах відображення об'єктивного світу, що створює позитивний контур наукового дискурсу й подолання дефетизму щодо розуміння цього феномену; 2) наявна незавершеність дискусій певною мірою обумовлена міждисциплінарним характером, синкретизмом самого поняття, його фонетичною близькістю до термінів «екологія культури», «культурна екологія», складністю організованості й організації екосистем і складністю виразу в одній дефініції всіх аспектів екологічної культури як адаптивного механізму сталого розвитку екологічної метасистеми; 3) свідоме чи неусвідомлене спрощення й спотворення істинного сенсу поняття загрожує помилками репрезентативності, девальвацією аксеологічності, змінами результативно-цільової спрямованості формування (грамотність – освіченість – компетентність – культура – менталітет); 4) фундаментальність екологічності, діалектична єдність природи та культури, наскрізна людиновимірність екологічної культури визначають її функції, значущість, актуальність подальшої розробки (науково-теоретичних засад, методології формування тощо); 5) цілеспрямоване, послідовне формування екологічної культури, її інкультурація на рівні ціннісних орієнтацій та імперативу на фоні синергії потужних механізмів самовідтворення, саморегуляції, самопідтримки, саморозвитку екологічної метасистеми є підґрунтям успішного втілення адаптивної стратегії діяльності людини на планеті, яка повинна базуватися на розумінні незаперечності й однозначності, апріорі та апостеріорі визнаної натеper, безальтернативності біосферосумісності, парадигмальному осягненні місця людства у біосфері, ідеях системності, адаптаціогенезу, фундаментальних закономірностях земного буття, що керують потоками речовини, енергії, інформації у просторі та часі й уможливають саме життя.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Маленко Я. В., Кабак О. М. Екологічна культура: загальна проблематика й аспекти формування. *Вісник науки та освіти. Серія Педагогіка*. 2023. №4 (10). С. 539-553. URL: [https://doi.org/10.52058/2786-6165-2023-4\(10\)-539-553](https://doi.org/10.52058/2786-6165-2023-4(10)-539-553). (дата звернення: 25.07.2023).
2. Маленко Я. В. Екологічна культура – адаптивний механізм сталого розвитку екологічної метасистеми. *Theoretical and practical aspects of modern scientific research: Collection of scientific papers «ΛΟΓΟΣ» with Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference, Seoul, April 28, 2023. Seoul-Vinnitsia: Case Co., Ltd.& European Scientific Platform, 2023. Pp. 189-191. URL: <https://doi.org/10.36074/logos-28.04.2023.58>*. (дата звернення: 25.07.2023).
3. Бауман З. Плинні часи. Життя в добу непевності. Київ: Критика, 2013. 176 с.
4. Лещинская В. В. Экологическая культура: несколько шагов к пониманию понятия. *Лига культуры*. 2014. №4. С. 168-171.
5. Реймерс Н. Ф. Охрана природы и окружающей человека среды. Словарь-справочник. Москва: Просвещение, 1992. 320 с.
6. Шпенглер О. Закат Европы. Образ и действительность. Новосибирск: Наука, 1993. 378 с.
7. Крисаченко В. С. Екологічна культура: теорія і практика: навчальний посібник. Київ: Заповіт, 1996. 352 с.
8. Дубовий В. І., Дубовий О. В. Екологічна культура: навчальний посібник. Херсон: Грінь Д. С., 2016. 256 с.
9. Курняк Л. М. Екологічна культура: поняття та формування. *Збірник наукових праць Хмельницького інституту соціальних технологій Університету «Україна»*. Хмельницький, 2015. №10. С. 48-51.
10. Лозовська І. М. До проблеми формування екологічної культури та вихованості. *Нова педагогічна думка*. 2009. № 4. С. 112–114.
11. Львовчкіна А. М. Підходи до визначення поняття «екологічна культура». *Актуальні проблеми психології: збірник наукових праць Інституту психології імені Г.С. Костюка НАПН України*. Київ, 2013, 34. С.102-111.
12. Салтовський О. І. Основи соціальної екології : курс лекцій. Київ: МАУП, 1997. 166 с.
13. Хилько М. І. Екологічна безпека України: навчальний посібник. Київ: Вища школа, 2017. 267 с.
14. Смотрицький Є. Ю. Экологический кризис как кризис культуры. *Релга*. 2004. (15). С. 233. URL: <http://www.relga.ru/Environ/WebObjects/tgu-www.woa/wa/Main?textid=3002&level1=main&level2=articles>. (дата звернення: 25.07.2023).
15. Чернікова О. В. Підготовка майбутніх учителів біології до формування екологічної культури старшокласників: автореф. дис. канд. пед. наук : 13.00.04. Південноукраїнський державний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського. Одеса, 2014. 21 с.
16. Теоретичні проблеми біогеоценології: колективна монографія / В.І. Шанда, Е. О. Євтушенко, Н. В. Ворошилова, Л. В. Шанда, Я. В. Маленко, О. О. Кобрюшко; наук. ред. Н.А. Белова. Кривий Ріг: Криворізький державний

- педагогічний університет. Видавець Чернявський Д. О., 2020. 330 с. URL: <https://doi.org/10.31812/123456789/4871>. (дата звернення: 25.07.2023).
17. Савчук Б., Щевчук Х. Поняття «екологічна культура», «екологія культури», «екологія культурна» крізь призму пострадянського термінологічного дискурсу. *Інноватика у вихованні*. 2021. Вип.13. Т.1. С. 50-61.
18. Качур І. В. Проблеми формування екологічної культури в освітньому середовищі. *Наука. Релігія. Суспільство*. 2011. №2. С. 209-213.
19. Маленко Я. В., Поздній Є. В., Кабак О. М. Екологічна компетентність особистості: загальна проблематика. *Science in the environment of rapid changes. Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference*. Brussels, Belgium by the SPC «InterConf». De Boeck, 2023. (141). Pp. 132-136. URL: <https://archive.interconf.center/index.php/conference-proceeding...> (дата звернення: 25.07.2023).
20. Маленко Я. В., Кобрюшко О. О., Поздній Є. В. Екологічна компетентність – невід’ємна складова компетентнісного «капіталу» особистості. *Moderní aspekty vědy: XXVIII. Díl mezinárodní kolektivní monografie*. Česká republika: Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o., 2023. Т. 29, Рр. 267-290. URL: <http://perspectives.pp.ua/public/site/mono/mono-29.pdf>. (дата звернення: 25.07.2023).



Весь сенс життя полягає в нескінченному завоюванні невідомого, у вічному зусиллі пізнати більше.

Еміль Золя.

Хто хоче змінити світ, нехай змінить себе!
Сократ.

Саме наука дозволить знайти прохід між Сциллою та Харибдою – прагненнями Людини та можливостями Природи... Не можна людині жити на Землі, не маючи віри у своє майбутнє.

Микита Моїсеєв.

У ноосфері вирішальним і визначальним чинником є духовне життя людської особистості, в її спеціальному виявленні... Немає нічого більш цінного в світі та нічого, що вимагає більшого збереження й поваги, ніж вільна людська особистість.

Володимир Вернадський.

Цінностям ми не можемо навчитися - цінності ми маємо пережити. Так само ми не можемо і повідомити сенс життя нашим студентам. Що ми можемо їм дати, дати з собою в шлях, - це один лише приклад, приклад нашої власної віддачі нашій справі наукових досліджень.

Віктор Франкл.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Аристотель. Метафізика / пер. Олексія Панича. Київ: Темпора, 2022. 848 с.
2. Бауман З. Плинні часи. Життя в добу непевності. Київ: Критика, 2013. 176 с.
3. Бергсон А. Творча еволюція / пер. з франц. Романа Осадчука. Київ: Вид-во Жупановського, 2010. 436 с.
4. Вінічук М. М. Загальна екологія: Навчальний посібник, видання друге, виправлене та доповнене. Житомир: Видавництво Державного університету «Житомирська політехніка», 2021. 184 с.
5. Волошина Н. О. Загальна екологія та неоекологія: навчальний посібник. Київ: НПУ імені М. П. Драгоманова, 2015. 335 с.
6. Гокінг С. Коротка історія часу / пер. з англ. колективний. Київ: К. І. С., 2015. 201 с.
7. Гокінг С. Теорія всього. Київ: Клуб Сімейного Дозвілля, 2019. 160 с.
8. Грицюк П. М., Джоші О. І., Гладка О. М. Основи теорії систем і управління: навч. посібник. Рівне: НУВГП, 2021. 272 с.
9. Гродзинський Д. М., Шеляг-Сосонко Ю. Р., Черевченко Т. М. Проблеми збереження та відновлення біорізноманіття в Україні. Київ: Академ-періодика, 2001. 640 с.
10. Декарт Р. Метафізичні розмисли. Київ: Юніверс, 2000. 304 с.
11. Джигирей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: навчальний посібник. 5-е видання, виправлене і доповнене. Київ: Знання, КОО, 2007. 422 с.
12. Дубовий В. І., Дубовий О. В. Екологічна культура: навчальний посібник. Херсон: Грінь Д. С., 2016. 256 с.
13. Екологія: підручник для студентів вищих навчальних закладів / кол. авторів; за загальною ред. О. Є. Пахомова. Харків: Фоліо, 2014. 666 с.
14. Екологічне управління: Підручник / В. Я. Шевчук, Ю. М. Саталкін, Г. О. Білявський та ін. Київ: Либідь, 2004. 432 с.
15. Кляченко О. Л., Лісовий М. М., Кваско О. Ю. Основи біорізноманіття: підручник. Київ: Національний університет біоресурсів і природокористування України, 2022. 300 с.
16. Краснова М. В., Краснова Ю. А. Екологічне право України. Загальна частина: підручник. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2021. 190 с.
17. Крисаченко В. С. Екологічна культура: теорія і практика: Навчальний посібник. Київ: Заповіт, 1996. 352 с.
18. Крисаченко В. С., Хилько М. І. Екологія. Культура. Політика: концептуальні засади сучасного розвитку. Київ: Знання України, 2002. 597 с.
19. Крисаченко В. С. Людина і біосфера: основи екологічної антропології: підручник. Київ: Заповіт, 1998. 688 с.
20. Малахов І. М. Геологічне середовище антропогенної екосистеми. Техногенез у геологічному середовищі. Кривий Ріг: Окта-Принт, 2003. 252 с.
21. Маленко Я. В., Ворошилова Н. В., Кобрюшко О. О., Перерва В. В. Загальна екологія: навчальний посібник. Кривий Ріг: КДПУ, 2023. 231 с. URL: <https://doi.org/10.31812/123456789/7093>.

22. Маленко Я. В., Ворошилова Н. В., Перерва В. В., Поздній Є. В. Основи екології: практикум з навчальної дисципліни для здобувачів першого рівня вищої освіти спеціальності 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини) / за ред. Я. В. Маленко. Кривий Ріг: КДПУ, 2023. 197 с. URL: <https://doi.org/10.31812/123456789/7843>.
23. Мельник Л. Г. Фундаментальні основи розвитку. Суми: Університетська книга, 2003. 288 с.
24. Мусієнко М. М., Серебряков В. В., Брайон О. В. Екологія. Охорона природи: словник-довідник. Київ: Знання, КОО. 2002. 550 с.
25. Петлін В. М. Організованість та організація природних територіальних систем: монографія. Луцьк: Вид. центр СНУ ім. Л. Українки, Простір - М, 2020. 1036 с.
26. Прокопенко Т. О. Теорія систем і системний аналіз: навчальний посібник. Черкаси: ЧДТУ, 2019. 139 с.
27. Протопопова В. В., Мосякін С. Л., Шевера М. В. Фітоінвазії в Україні як загроза біорізноманіттю: сучасний стан і завдання на майбутнє. Київ: Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України. 2002. 28 с.
28. Рибалка В. В., Самодрин А. П., Моргун В. Ф. В. І. Вернадський: ноосферний вимір освіти, життя особистості, суспільства і цивілізації. До 175-річчя від дня народження і 75-річчя від дня смерті академіка В.І. Вернадського / за наук. ред. А. П. Самодрин. Кременчук: ПП Щербатих О.В., 2020. 116 с.
29. Структура та розвиток культурфітоценозів Криворіжжя: монографія / за ред. Е.О. Євтушенка, В.М. Савоська. Кривий Ріг: Діонат, 2017. 168 с.
30. Соломенко Л. І. Екологія людини: навчальний посібник. Київ: Центр учбової літератури, 2016. 120 с.
31. Теорія систем в екології: підручник / Ю. Г. Масікевич, О. В. Шестопалов, А. А. Негадайло та ін. Суми: Сумський державний університет, 2015. 330 с.
32. Теоретичні проблеми біогеоценології: колективна монографія / В. І. Шанда, Е. О. Євтушенко, Н. В. Ворошилова, Л. В. Шанда, Я. В. Маленко, О. О. Кобрюшко; наук. ред. Н. А. Белова. Кривий Ріг: Криворізький державний педагогічний університет. Видавець Чернявський Д.О., 2020. 330 с. URL: <https://doi.org/10.31812/123456789/4077>.
33. Філософія: словник термінів та персоналій / В. С. Бліхар, М. А. Козловець, Л.В. Горохова, В.В. Федоренко, В.О. Федоренко. Київ: КВІЦ, 2020. С. 196.
34. Хоботова Е. Б. Екологія людини: підручник. Харків: ХНАДУ. 2019. 343 с.
35. Чипиляк Т. Ф., Зубровська О. М., Шоль Г. Н. Рослини в урботехногенному середовищі степової зони України. Київ: Талком, 2022. 390 с.
36. Шанда В. І. Теоретичні проблеми екології та біогеоценології. Кривий Ріг: Вид-во Р. А. Козлов, 2013. 247 с.
37. Яцик А. В., Грищенко Ю. М., Якимчук А. Ю., Пашенюк І. А. Екологія біорізноманіття. Підручник. Київ: Генеза, 2013. 408 с.
38. Begon M., Townsend C. Harper J. Ecology: from individual to ecosystems. Wiley: Blackwell, 2006. 752 p.

39. Bertalanffy L. General system theory: foundations, development, applications. New York: Georg Braziller, 1969. 153 p.
40. Camazine S., Deneubourg J.-L., Franks N. et al. Self-Organization in Biological Systems. Princeton (NJ): Princeton Univ. Press, 2003. 560 p.
41. Global Biodiversity Assessment. Cambridge: Cambridge Univ. press, 1995. 1140 p.
42. Global Biodiversity Strategy. Washington, DC: UNEP, 1992. 244 p.
43. Haken H. Synergetics: Introduction and Advanced Topics. Stuttgart: Springer Science & Business Media, 2004. 758 p.
44. Harari Y. Sapiens. A Brief History of Humankind. London: Harvill Secker, 2014. 444 p.
45. Magurran A. E., McGill B. J. Biological Diversity: Frontiers in Measurement and Assessment. Oxford: Univ. Press, 2011. 368 p.
46. Morin P. J. Community Ecology. Malden (MA) et al.: Blackwell Sci. Inc., 2006. 424 p.
47. Leopold A. A sand country Almanac and sketches here and chere. New York: Oxford University Press, 1987. 223 p.
48. Naveh Z. Transdisciplinary Challenges in Land-scape Ecology and Restoration Ecology – An Anthology. Dordrecht (The Netherlands): Springer, 2007. 426 p.
49. Odum E. P. Fundamentals of ecology. Philadelphia: Saunders, 1971. 574 p.
50. Odum E. P. Ecological Vignettes: Ecological Approaches to Dealing with Human Predicament. USA: Routledge. 1998. 286 p.
51. Odum H. T. Environment, Power and Society for the Twenty-First Century: The Hierarchy of Energy. New York: Columbia Univ. Press, 2007. 432 p.
52. Prigogine I., Stengers I. Order out of Chaos: Man`s new dialogue with Nature. London: Heinemann, 1984. 349 p.
53. Prigogine I. The end of certainty: time, chaos, and the new laws of nature. New York: Free Press, 1997. 228 p.
54. Ricklefs R. E. Ecology. San Francisco: Freeman and company, 1990. 520 p.
55. Ricklefs R. E., Relyea R. Ecology: The Economy of Nature. New York: W.H. Freeman, 2018. 640 p.
56. Schneider D. C. Quantitative Ecology: Spatial and Temporal Scaling. San Diego (CA): Acad. Press, 1994. 395 p.
57. Vernadsky V. I. The Biosphere. Oracle, Az: Synergetic Press, 1986. 86 p.

Навчальне видання

Маленко Я. В., Ворошилова Н. В., Кобрюшко О. О.

**ПРОБЛЕМИ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЇ ЕКОЛОГІЇ:
КУРС ЛЕКЦІЙ**