

РІВНЕНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ГУМАНІТАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ВИДАВНИЧИЙ ДІМ «ГЕЛЬВЕТІКА»

ISSN 2786-9113 (Online)

ISSN 2786-9105 (Print)

ПРИРОДНИЧА ОСВІТА ТА НАУКА

Випуск 6, 2024



Видавничий дім
«Гельветика»
2024

УДК 50(37)

Головний редактор:

Грицай Наталія Богданівна, доктор педагогічних наук, професор, Рівненський державний гуманітарний університет

Члени редакційної колегії:

Белікова Наталія Олександрівна, доктор педагогічних наук, професор, Волинський національний університет імені Лесі Українки

Войтович Оксана Петрівна, доктор педагогічних наук, професор, Рівненський державний гуманітарний університет

Володимирець Віталій Олександрович, кандидат біологічних наук, доцент, Національний університет водного господарства та природокористування

Волошанська Світлана Ярославівна, кандидат біологічних наук, доцент, Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка

Гапон Світлана Василівна, доктор біологічних наук, професор, Полтавський державний аграрний університет

Гойванович Наталія Костянтинівна, кандидат біологічних наук, доцент, Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка

Дмитроца Олена Романівна, кандидат біологічних наук, доцент, Волинський національний університет імені Лесі Українки

Іванців Василь Володимирович, кандидат історичних наук, доцент, Луцький національний технічний університет

Калько Андрій Дмитрович, доктор географічних наук, професор, Національний університет водного господарства та природокористування, Рівненський технічний коледж Національного університету водного господарства та природокористування

Кіндрат Вадим Кирилович, кандидат педагогічних наук, доцент, Рівненський державний гуманітарний університет

Кірвель Іван Йосипович (Kirvel Ivan), доктор географічних наук, професор, Поморський університет в Слупську, Польща

Коржик Ольга Василівна, кандидат біологічних наук, Волинський національний університет імені Лесі Українки

Лічко Сергій Михайлович, кандидат сільськогосподарських наук, професор, Рівненський державний гуманітарний університет

Лисиця Андрій Валерійович, доктор біологічних наук, професор, Рівненський державний гуманітарний університет

Мартинюк Віталій Олексійович, кандидат географічних наук, доцент, Рівненський державний гуманітарний університет

Мельник Віра Йосипівна, кандидат географічних наук, професор, Рівненський державний гуманітарний університет

Мотузюк Олександр Петрович, кандидат біологічних наук, доцент, Волинський національний університет імені Лесі Українки

Ольшанський Ігор Григорович, кандидат біологічних наук, Інститут ботаніки імені М.Г. Холодного НАН України

Онїшко Валентина Володимирівна, доктор педагогічних наук, професор, Полтавський державний аграрний університет

Радослав Мушкета (Radoslaw Muszkiet), доктор педагогічних наук, професор, Університет Миколи Коперника в Торуні, Польща

Сачук Роман Миколайович, доктор ветеринарних наук, старший дослідник, Рівненський державний гуманітарний університет

Сяська Інна Олексіївна, доктор педагогічних наук, доцент, Рівненський державний гуманітарний університет

Федонюк Віталіна Володимирівна, кандидат географічних наук, доцент, Луцький національний технічний університет

Шейрене Вайда (Šeiriene Vaida), доктор філософії (природничі науки), старший науковий співробітник, Центр природничих досліджень Інституту геології та географії, Вільнюс, Литва

Засновано у 2022 році. Реєстрація суб'єкта у сфері друкованих медіа: Рішення Національної ради України з питань телебачення і радіомовлення № 1742 від 23.05.2024 року.

Мови розповсюдження: українська, англійська, польська, німецька, французька, італійська, литовська, іспанська, болгарська.

Періодичність видання: 6 разів на рік.

Затверджено до друку та поширення через мережу інтернет відповідно до рішення Вченої ради Рівненського державного гуманітарного університету (протокол від 17.12.2024 р. № 13).

Матеріали друкуються мовою оригіналу. Відповідальність за добір і викладення фактів несуть автори. Редакція не завжди поділяє точку зору авторів публікацій.

Статті у виданні перевірені на наявність плагіату за допомогою програмного забезпечення StrikePlagiarism.com від польської компанії Plagiat.pl.

Фахова реєстрація (категорія «Б»):

Наказ МОН України № 1543 від 20 грудня 2023 року. Наказ МОН України № 220 від 21 лютого 2024 року (спеціальності: 106 Географія, 011 Освітні, педагогічні науки, 017 Фізична культура і спорт, 091 Біологія, 101 Екологія).

Офіційний сайт видання:
<https://journals.rshu.rivne.ua/index.php/natural>

ЗМІСТ

ПРИРОДНИЧА ОСВІТА**Освітні науки***Бенедисюк М. М., Вербівський Д. С., Карплюк С. О.*МОЖЛИВОСТІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ПРИ ВИВЧЕННІ ФІЗИКИ
В ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ: РЕАЛІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ.....7*Драгунова В. В.*ПРОЦЕДУРА ЕКСПЕРТНОГО ОЦІНЮВАННЯ СИСТЕМИ ПРОЄКТУВАННЯ
КОНСАЛТИНГОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ
В ЗАКЛАДІ ВИЩОЇ ОСВІТИ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ.....13*Дубовенко З. О., Лехніцька С. І.*ДИСЦИПЛІНА «ЕКСТРЕНА ТА НЕВІДКЛАДНА ДОПОМОГА В КЛІНІЦІ ВНУТРІШНЬОЇ
МЕДИЦИНИ» ЯК ВАЖЛИВИЙ СКЛАДНИК ПІДГОТОВКИ ЗДОБУВАЧІВ
ВИЩОЇ ОСВІТИ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 222 «МЕДИЦИНА».....21*Мороз Л. В., Ясногурська Л. М., Мічуда Н. М.*

КОНЦЕПТ ЗДОРОВ'Я/HEALTH В АНГЛОМОВНІЙ КАРТИНІ СВІТУ.....26

*Решетюк О. В.*ДИДАКТИЧНО-ПРИКЛАДНЕ СПРЯМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СТЕЖКИ
У НАВЧАЛЬНО-ВИХОВНІЙ РОБОТІ УЧНІВ ЗАКЛАДІВ
ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ.....31*Скуйбіда О. Л.*ГРОМАДЯНСЬКА НАУКА У ВИЩІЙ ОСВІТІ: МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД
ДЛЯ СПРІЯННЯ СТАЛОМУ РОЗВИТКУ.....46**Фізична культура і спорт***Григус І. М., Андрійчук О. Я., Бичук О. І., Іваницький Р. Б.*ОСОБЛИВОСТІ МОТОРИКИ МОЛОДШИХ ШКОЛЯРІВ
З ДЕПРИВАЦІЄЮ СЛУХУ.....52*Трачук С. В., Холодова О. С., Хмара В. В.*ОСОБЛИВОСТІ ФІЗИЧНОГО РОЗВИТКУ ОСОБОВОГО СКЛАДУ ПІДРОЗДІЛІВ
СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ.....57*Ярмошук О. О., Василюк В. М., Мельник О. С.*

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ АНАЛІЗУ ТАКТИЧНИХ СТРАТЕГІЙ У ФУТБОЛІ....64

ПРИРОДНИЧІ НАУКИ**Біологія і біохімія***Богдан М. М.*ФІТОГОРМОНАЛЬНИЙ СТАТУС ТА ФЕРМЕНТАТИВНА АКТИВНІСТЬ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ
ЗА ДІЇ ВІРУСНОГО УРАЖЕННЯ73*Шкута С. І., Юхименко Ю. С., Красова О. О.*МОРФОЛОГІЧНЕ РІЗНОМАНІТТЯ ВЕГЕТАТИВНИХ ОРГАНІВ *VERBERIS THUNBERGII* DC.
У КРИВОРІЗЬКОМУ БОТАНІЧНОМУ САДУ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ.....83**Екологія***Бондар О. Б., Погорелова О. М., Гливік Н. Б.*СТАЛІЙ РОЗВИТОК ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ В КОНТЕКСТІ ПОЛІТИКИ ЄС:
ПРИРОДООРІЄНТОВАНЕ ЛІСНИЦТВО, БІОМАСА
ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗЕЛЕНОЇ РЕКОНСТРУКЦІЇ.....91*Коплик Я. В., Некрасова К. О.*ОНТОГЕНЕТИЧНА СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦІЙ *TRIFOLIUM MONTANUM* L.
ТА *STIPA CAPILLATA* L. В ПРИРОДНОМУ ЗАПОВІДНИКУ «МИХАЙЛІВСЬКА ЦІЛИНА»99*Крайнюков О. М., Кривицька І. А.*ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГІЧНОГО СТАНУ
Р. ХОРОЛ У МЕЖАХ М. МИРГОРОД.....107

Руденко С. В., Руденко В. П., Пахомов О. Є.

РІЗНОМАНІТНІСТЬ ПРИРОДНО-РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦІАЛУ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ
ЯК КРИТЕРІЙ ОЦІНКИ ВПОРЯДКОВАНостІ ЕКОСИСТЕМ УКРАЇНИ.....112

Тихонова О. М., Маруха Т. В.

ВІТАЛІТЕТНА ТА ОНТОГЕНЕТИЧНА СТРУКТУРА
ПОПУЛЯЦІЙ *NEOTIA OVATA* (L.) BLUFF & FINGERH В ЛІСОВИХ
ТА ЛУЧНИХ ФІТОЦЕНОЗАХ.....119

Географія

Запотоцький С. П., Тищенко С. В.

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ОПОРНОГО
ТУРИСТСЬКО-РЕКРЕАЦІЙНОГО КАРКАСУ..... 128

Ковальчук І. П., Мартинюк В. О., Логвиненко І. П., Зубкович І. В.

ЛАНДШАФТНА СТРУКТУРА ТА ГІДРОХІМІЧНИЙ
СТАН СТАВУ ВЕРХІВ ЯК ПЕРЕДУМОВА РОЗРОБКИ
ЕКОЛОГІЧНОГО ПАСПОРТА ВОДОЙМИ 136

Костащук І. І., Білокучма Д. М.

ДЕМОГРАФІЧНІ ДИСПРОПОРЦІЇ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД ВИЖНИЦЬКОГО РАЙОНУ
ЯК ОСНОВА ФОРМУВАННЯ ЛОКАЛЬНИХ СИСТЕМ РОЗСЕЛЕННЯ.....146

CONTENTS

NATURAL SCIENCES EDUCATION

Educational sciences

Benedysiuk M. M., Verbivskiy D. S., Karpliuk S. O.

POSSIBILITIES OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE STUDY OF PHYSICS
IN HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS: REALITIES AND PROSPECTS.....7

Drahnova V. V.

PROCEDURE FOR EXPERT EVALUATION OF THE SYSTEM
OF DESIGNING CONSULTING ACTIVITIES IN A HIGHER EDUCATION INSTITUTION
UNDER CONDITIONS OF UNCERTAINTY..... 13

Dubovenko Z. O., Lekhnitska S. I.

THE DISCIPLINE “THE URGENT AND EMERGENCY CARE IN THE CLINIC OF INTERNAL
MEDICINE” AS AN IMPORTANT COMPONENT OF THE TRAINING OF APPLICANTS
FOR HIGHER EDUCATION OF THE SPECIALTY 222 “MEDICINE”..... 21

Moroz L. V., Yasnohurska L. M., Michuda N. M.

THE CONCEPT OF ЗДОРОВ’Я/HEALTH IN THE ENGLISH LANGUAGE WORLDVIEW..... 26

Reshetiuk O. V.

DIDACTIC AND APPLIED DIRECTION OF ECOLOGICAL PATH IN EDUCATIONAL WORK
OF PUPILS OF GENERAL EDUCATIONAL INSTITUTIONS OF UKRAINE.....31

Skuibida O. L.

CITIZEN SCIENCE IN HIGHER EDUCATION: INTERNATIONAL EXPERIENCE
TO PROMOTE SUSTAINABLE DEVELOPMENT46

Physical culture and sports

Grygus I. M., Andriichuk O. Ya., Bychuk O. I., Ivanitskyi R. B.

PECULIARITIES OF MOTOR SKILLS OF YOUNGER SCHOOLCHILDREN
WITH HEARING DEPRIVATION.....52

Trachuk S. V., Kholodova O. S., Khmara V. V.

FEATURES OF THE PHYSICAL DEVELOPMENT OF SPECIAL FORCES PERSONNEL..... 57

Yarmoshchuk O. O., Vasylyuk V. M., Melnyk O. S.

INNOVATIVE APPROACHES AND PROSPECTS FOR ANALYZING TACTICAL STRATEGIES
IN FOOTBALL.....64

NATURAL SCIENCES RESEARCH

Biology and biochemistry

Bohdan M. M.

PHYTOHORMONAL STATUS AND ENZYMATIC ACTIVITY OF COMMON WHEAT
UNDER THE ACTION OF VIRUS INFECTION..... 73

Shkuta S. I., Yukhimenko Yu. S., Krasova O. O.

MORPHOLOGICAL DIVERSITY OF VEGETATIVE ORGANS OF BERBERIS THUNBERGII DC.
IN THE KRYVYI RIH BOTANICAL GARDEN OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF UKRAINE.....83

Ecology

Bondar O. B., Pohorielova O. M., Hlyvka N. B.

SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF UKRAINE’S FORESTRY IN THE CONTEXT
OF EU POLICY: NATURE-ORIENTED FORESTRY, BIOMASS,
AND PROSPECTS FOR GREEN RECONSTRUCTION.....91

Kopyk Ya. V., Nekrasova K. O.

ONTOGENETIC STRUCTURE OF TRIFOLIUM MONTANUM L. AND STIPA CAPILLATA L.
POPULATIONS IN THE NATURE RESERVE “MYKHAILIVSKA TSILYNA”.....99

Krainiukov O. M., Kryvytska I. A.

RESEARCH OF THE ECOLOGICAL AND TOXICOLOGICAL STATE
OF THE KHOROL RIVER WITHIN THE BOUNDARIES OF THE CITY OF MYRGOROD..... 107

Rudenko S. V., Rudenko V. P., Pakhomov O. Ye.

DIVERSITY OF NATURE-RESOURCE POTENTIAL OF UKRAINIAN CARPATHIANS
AS THE CRITERION TO VALUATE THE CONSISTENCY OF ECOSYSTEMS OF UKRAINE.....112

Tykhonova O. M., Marukha T. V.

VITALITY AND ONTOGENETIC STRUCTURE OF NEOTTIA OVATA (L.) BLUFF & FINGERH
POPULATIONS IN FOREST AND MEADOW PHYTOCOENOSES..... 119

Geography

Zapototskyi S. P., Tyshchenko S. V.

THEORETICAL FOUNDATIONS OF THE FORMATION OF THE SUPPORTING TOURIST
AND RECREATIONAL FRAMEWORK.....128

Kovalchuk I. P., Martyniuk V. O., Logvynenko I. P., Zubkovich I. V.

LANDSCAPE STRUCTURE AND HYDROCHEMICAL STATE OF THE VERKHIV POND
AS A PREREQUISITE FOR DEVELOPING AN ECOLOGICAL PASSPORT OF THE RESERVOIR.....136

Kostashchuk I. I., Bilokuchma D. M.

DEMOGRAPHIC DISPROPORTIONS OF TERRITORIAL COMMUNITIES OF VYZHNYTSKY
DISTRICT AS THE BASIS FOR THE FORMATION OF LOCAL SETTLEMENT SYSTEMS..... 146

ПРИРОДНИЧА ОСВІТА

Освітні науки

УДК 37.016:53

DOI <https://doi.org/10.32782/NSER/2024-6.01>

МОЖЛИВОСТІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ПРИ ВИВЧЕННІ ФІЗИКИ В ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ: РЕАЛІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Бенедисюк Марія Миколаївна

кандидат педагогічних наук,
доцент кафедри вищої та прикладної математики
Поліського національного університету
ORCID ID: 0000-0002-7232-0914

Вербівський Дмитрій Сергійович

кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій
Житомирського державного університету імені Івана Франка
ORCID ID: 0000-0002-5238-1189
Scopus author ID: 57224618415
Researcher ID: ABQ-1056-2022

Карплюк Світлана Олександрівна

кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри соціально-гуманітарної та фундаментальної підготовки
Житомирського інституту Приватного акціонерного товариства
«Вищий навчальний заклад «Міжрегіональна Академія управління персоналом»
ORCID ID: 0009-0007-6350-3421

Сучасний світ диктує нові вимоги до освітнього процесу, що зумовлює необхідність доповнення традиційних методів навчання інноваційними підходами. У контексті швидкого розвитку технологій та постійних суспільних змін актуальність впровадження інноваційних методик у навчання стає дедалі очевиднішою. Особливо це стосується вивчення фізики у ЗВО, де студенти стикаються зі складними теоріями та абстрактними поняттями. Використання сучасних технологій, таких як інтерактивні програми, віртуальні лабораторії та мультимедійні презентації, може суттєво підвищити ефективність навчального процесу та зацікавленість здобувачів вищої освіти у вивченні предмету. Розробка та впровадження інноваційних педагогічних підходів є необхідною умовою для забезпечення якісної освіти. Це сприяє підготовці молодого покоління до викликів сучасного світу, формуванню критичного мислення та здатності до самостійного навчання й застосування набутих знань на практиці. Стаття присвячена вивченню застосування штучного інтелекту в освітньому процесі, де виявлено суперечності між активним використанням штучного інтелекту та недосконалістю чинної правової бази, що регламентує його впровадження. Наголошується на необхідності адаптації методичного супроводу для ефективного викладання, враховуючи дисбаланс у використанні технологій штучного інтелекту між студентами та викладачами. Розглядаються функції штучного інтелекту, які можна успішно інтегрувати в освітній процес. Серед них: викладач-асистент, що підтримує навчання, адаптивне тестування, що підлаштовується під рівень знань здобувачів вищої освіти, а також автоматизована система оцінки та аналіз даних для моніторингу успішності. Особливу увагу приділено необхідності подальших досліджень впливу штучного інтелекту на інтелектуальний розвиток учнів і підготовці фахівців для створення інноваційних освітніх систем. Як приклад наведено використання штучного інтелекту під час навчання фізики у ЗВО.

Ключові слова: штучний інтелект, технології штучного інтелекту, методика навчання фізики, адаптивне тестування, методичний супровід, система оцінки, аналіз даних.

Benedysiuk M. M., Verbyvskiy D. S., Karpliuk S. O. Possibilities of artificial intelligence in the study of physics in higher educational institutions: realities and prospects

The modern world dictates new requirements for the educational process, which necessitates the need to supplement traditional teaching methods with innovative approaches. In the context of rapid technological development and constant social changes, the relevance of implementing innovative teaching methods is becoming increasingly obvious. This is especially true for studying physics in higher education, where students are faced with complex theories and abstract concepts. The use of modern technologies, such as interactive programs, virtual laboratories and multimedia presentations, can significantly increase the effectiveness of the educational process and student interest in studying the subject. The development and implementation of innovative pedagogical approaches is a necessary condition for ensuring high-quality education. This contributes to preparing the younger generation for the challenges of the modern world, the formation of critical thinking and the ability to independently learn and apply the acquired knowledge in practice. The article is devoted to the application of artificial intelligence in the educational process. Contradictions between the active use of artificial intelligence and the imperfection of the current legal framework regulating its implementation are revealed. The need to adapt methodological support for effective teaching is emphasized, taking into account the imbalance in the use of artificial intelligence technologies between students and teachers. The functions of artificial intelligence that can be successfully integrated into the educational process are considered. Among them: an assistant teacher who supports learning, adaptive testing that adjusts to the level of knowledge of students, as well as an automated assessment system and data analysis to monitor success. Special attention is paid to the need for further research into the impact of artificial intelligence on the intellectual development of students and the training of specialists for the creation of innovative educational systems. As an example, the use of artificial intelligence in teaching physics in higher education institutions is given.

Key words: artificial intelligence, artificial intelligence technologies, physics teaching methodology, adaptive testing, methodological support, assessment system, data analysis.

Одним з найбільш цікавих і водночас дискусійних питань, пов'язаних із розвитком інформаційних технологій, є вплив штучного інтелекту (ШІ) на людський інтелект, а також виклики й ризики, що виникають у цьому контексті. Особливу увагу науковців привертає питання його використання в освітньому процесі та можливі загрози, пов'язані з його впровадженням.

Існують як переваги, так і потенційні загрози від застосування ШІ в освіті. З одного боку, він може підвищити ефективність навчання, персоналізувати освітній процес і допомогти у засвоєнні складних концепцій, а з іншого боку, надмірна залежність від технологій може послабити критичне мислення, творчі здібності та навички самостійного навчання у здобувачів вищої освіти, тому важливо забезпечити баланс між застосуванням ШІ та традиційними методами навчання, щоб ці технології стали інструментом для підтримки освіти, а не її заміною.

Постановка проблеми та її актуальність. На сьогодні немає однозначної відповіді на питання щодо правомірності застосування ШІ в освіті та можливих ризиків, які при цьому виникають, що вимагає всебічного вивчення та глибокого дослідження цієї сфери. Важливо визначити, як саме штучний інтелект впливає на освіту в Україні, а також які виклики можуть виникнути в процесі його інтеграції в освітню систему. Зокрема, дослідження має охоплювати такі основні аспекти, як ефективність впровадження ШІ, роль вчителя в умовах застосування ШІ, індивідуалізація та інклюзія, етичні аспекти та безпека даних, про-

блеми доступності та рівності. Ці напрями є ключовими для розуміння впливу штучного інтелекту на освітню сферу в Україні. Їх вивчення сприятиме ефективному управлінню процесом впровадження інновацій і стане основою для подальших досліджень та розвитку освітніх технологій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанню впровадження інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) в освітній процес присвячено дослідження багатьох вчених, зокрема В. Бикова, Р. Гуревича, В. Бахрушина, Н. Морзе, С. Сисоевої, В. Осадного та інших. Проблему застосування штучного інтелекту в освіті досліджували такі науковці, як А.В. Мельник, А.М. Коломієць, О.І. Кушнір, Є.А. Тимошенко, О.В. Павлюк, С.В. Шаров, К.В. Матвєєва, М.М. Яцишина та інші. У своїх роботах вони здійснювали добір змісту навчального матеріалу, включно з основами штучного інтелекту. Зокрема, у своїй статті М.М. Яцишина звернула увагу на те, що використання ШІ для індивідуалізованого навчання є перспективною, але ще недостатньо розробленою сферою, особливо у викладанні фізики [5, с. 401]. Аналіз робіт цих вчених дав можливість виокремити такі недоліки: недосконалість правової бази, що регулює застосування ШІ в освітньому процесі; недостатність вивчення впливу ШІ на розвиток особистості студента. Також залишається невирішеною проблема цілеспрямованого добору змісту навчального матеріалу з основ штучного інтелекту, що обмежує його інтеграцію в процес навчання фізики. Саме тому важливо детальніше зупинитися на питаннях використання ШІ в освіті

та пошуку підходів до ефективної адаптації цих технологій у навчанні фізики.

Мета статті полягає в аналізі особливостей застосування штучного інтелекту в навчанні фізики в закладах вищої освіти, а також у визначенні функцій штучного інтелекту для підвищення ефективності роботи викладача фізики та освітнього процесу загалом.

Для досягнення цієї мети були визначені такі завдання:

1) проаналізувати нормативно-правову базу, що регулює використання ШІ в освітній діяльності. Це включає вивчення законодавчих актів, етичних норм і стандартів, що визначають допустимість та обмеження впровадження штучного інтелекту в освіту;

2) визначити переваги та недоліки застосування ШІ в освітньому процесі. Це завдання передбачає оцінку можливостей ШІ для підвищення ефективності навчання, а також виявлення потенційних ризиків і проблем, пов'язаних із його використанням;

3) дослідити можливості використання ШІ під час викладання фізики у ЗВО. Це охоплює розробку методик і підходів, які можуть покращити засвоєння фізичних концепцій за допомогою інноваційних технологій.

Це зумовлює визначення оптимальних форм впровадження ШІ в освітній процес, забезпечивши збалансований підхід між традиційними методами навчання та інноваційними технологіями для підвищення якості освіти. Лише всебічний підхід до аналізу цієї проблеми дозволить оцінити потенціал і загрози впровадження штучного інтелекту в освітній процес та забезпечити його ефективне та безпечне використання для підвищення якості освіти.

Виклад основного матеріалу дослідження. Аналіз науково-педагогічної та методичної літератури щодо застосування ШІ у вивченні фізики показує різноманітні можливості для вдосконалення освіти та досліджень у цій галузі. Окремо розглядаються такі можливості:

1) *інтерактивне навчання*, де ШІ активно інтегрується в освітні технології, створюючи інструменти для персоналізованого навчання. Наприклад, використання мобільних додатків та платформ, що включають адаптивні алгоритми, дозволяє студентам самостійно практикувати фізичні задачі з підвищеною ефективністю. Такі платформи, як LearningApps, активно застосовуються для створення інтерактивних завдань з фізики, що підвищують залученість здобувачів вищої освіти та полегшують розуміння складних наукових концепцій;

2) *розвиток квантового ШІ*: квантові обчислення відкривають нові горизонти для розв'язування складних фізичних задач. Прогно-

зується, що в найближчі роки квантові комп'ютери значно підвищать точність розв'язків, що стане важливим інструментом для дослідників у фізиці;

3) *цифрові інструменти для моделювання*: віртуальні та доповнені реальності, в поєднанні з ШІ, дозволяють створювати тривимірні моделі фізичних явищ, що є корисними як для навчання, так і для професійних досліджень. Це відкриває нові можливості для вивчення складних процесів, таких як атомні реакції або космічні явища;

4) *персоналізація навчання*: ШІ може допомогти в адаптації програм для різних рівнів підготовки здобувачів вищої освіти, дозволяючи створювати індивідуальні траєкторії навчання, що є корисним як для здобувачів вищої освіти, так і для викладачів. Загалом інтеграція ШІ у навчання фізики не лише робить цей процес більш інтерактивним, але й дозволяє значно розширити можливості для досліджень та розвитку нових методик навчання.

Для повноцінного розуміння впливу ШІ на різні аспекти людської діяльності необхідно проводити міждисциплінарні дослідження. У контексті навчання фізики у закладах вищої освіти такі дослідження мають включати не лише когнітивні науки та психологію, але й педагогіку та інноваційні методики викладання фізики. Це особливо важливо під час створення навчальних програм, що враховують специфіку вищої освіти та рівень підготовки здобувачів вищої освіти [3, с. 210].

Теоретичний та методичний аналіз проблеми впровадження ШІ у процес навчання фізики, а також аналіз роботи освітніх організацій, де викладачі та студенти вже використовують штучний інтелект в освітньому процесі, дав можливість виявити конкретні проблеми та виклики, які стали основою дослідження, а саме:

– юридичні й етичні аспекти застосування ШІ в освіті: необхідно створити чіткі нормативно-правові акти, що визначатимуть правомірність і обсяг використання штучного інтелекту в освітньому процесі;

– міра та обсяг застосування ШІ в освітньому процесі мають бути збалансованими, щоб не знижувати критичне й аналітичне мислення здобувачів вищої освіти;

– необхідно визначити освітні функції, що можуть бути передані ШІ;

– розмежування ролей між ШІ та викладачем: важливо чітко визначити, які функції можуть виконувати машини (наприклад, автоматизація тестування або надання індивідуальних рекомендацій), а які мають залишатись за людським фактором (наприклад, моральна підтримка, мотивація, сприяння розвитку критичного мислення) [4, с. 251; 5, с. 405].

На основі викладеного можна виділити декілька підходів до вирішення цих питань:

1) поєднання ІІІ та традиційних методик навчання фізики для забезпечення комплексного розвитку здобувачів вищої освіти;

2) розвиток навичок критичного мислення та рефлексії, щоб учні вміли оцінювати інформацію, яку надає штучний інтелект;

3) етичне використання технологій для уникнення ризиків, пов'язаних із заміщенням людського інтелекту штучним.

Таким чином, ІІІ має потенціал посилювати освітній процес, але його застосування повинно бути виваженим і контрольованим, щоб сприяти інтелектуальному розвитку здобувачів вищої освіти, а не замінювати їхню здатність мислити та аналізувати.

Дискусія щодо впливу ІІІ на природний людський інтелект є особливо актуальною в сучасному освітньому середовищі. Безумовно, ІІІ вже впливає на мислення людини, оскільки він змінює спосіб обробки інформації, отримання зворотного зв'язку та взаємодії зі знаннями. Як нове явище цифрової ери ІІІ стає інтегрованою частиною суспільного мислення та впливає на когнітивні процеси особистості.

В умовах стрімкого впровадження ІІІ у різні сфери життя освітній сектор не є винятком, проте актуальна проблема полягає в недостатньо розробленому юридичному регулюванні цього процесу. Правомірність застосування ІІІ в освіті залишається не врегульованою на державному рівні, а межі його використання визначаються керівниками та викладачами на їхній власний розсуд, що може призводити до недосконалого впровадження та несанкціонованих практик.

Дослідження впливу онлайн-взаємодії вказують на суттєві відмінності в тому, як мозок людини реагує на навчання в онлайн-середовищі порівняно з безпосереднім спілкуванням з іншою людиною. Спілкування через екран має певні обмеження в плані зворотного зв'язку, що може знижувати ефективність навчання, адже воно не забезпечує повноцінної емоційної взаємодії. Роль зворотного зв'язку або спілкування з роботом-помічником чи інтелектуальною системою може мати свої переваги у виконанні рутинних завдань, таких як пошук інформації чи оцінювання, але таке спілкування часто не вимагає глибокого інтелектуального навантаження. Натомість взаємодія з живою людиною стимулює більшу активність критичного мислення, емоційне включення та можливість отримати живий, адаптований зворотний зв'язок, що є важливим компонентом ефективного навчання. ІІІ може значно покращити освітній процес, проте він не здатний замінити людський контакт, який є необхідним для розвитку емоційного інтелекту та соціальних навичок здобувачів вищої освіти, тому важливо розуміти межі та потенціал застосування ІІІ в освітньому

процесі та забезпечити його ефективне поєднання з традиційними методами навчання, де головною роллю відіграє саме взаємодія між людьми.

Однак важливо пам'ятати, що асистент ІІІ не має свідомості або емоцій, а його здатність до розуміння чи творчості суворо обмежена заданими алгоритмами та математичними моделями. Замість того, щоб розуміти контекст ситуації так, як це робить людина, асистент ІІІ просто оперує вхідними даними, щоб обчислити найбільш імовірні відповіді чи рішення відповідно до заданих алгоритмів. Це визначає обмеженість функцій ІІІ в освіті чи інших сферах: він може бути потужним інструментом для автоматизації завдань та обробки даних, але не здатний до глибокої емпатії, креативності або соціальної взаємодії, що є необхідним компонентом у багатьох ситуаціях, особливо в освітньому процесі.

Нейронні мережі, моделі машинного навчання та ІІІ базуються на математичних моделях, що використовують теорію ймовірності та математичну статистику для обробки й аналізу даних. Основною метою цих моделей є виявлення патернів (шаблонів) в даних, що дозволяє робити прогнози, класифікацію або оптимізацію в процесах навчання, обробки інформації та прийняття рішень.

Штучний інтелект активно застосовується на заняттях з фізики, зокрема через використання віртуальних лабораторій. Такі лабораторії створюють безпечне цифрове середовище для проведення експериментів, дозволяючи здобувачам вищої освіти відтворювати фізичні явища, які можуть бути складними або небезпечними в реальних умовах. За допомогою ІІІ ці лабораторії здатні адаптувати сценарії досліджень до рівня їх знань, забезпечуючи персоналізований підхід до навчання. Крім того, штучний інтелект допомагає моделювати складні фізичні процеси, автоматично аналізує результати експериментів і сприяє більш глибокому розумінню теми, що не лише підвищує зацікавленість у вивченні фізики, але й розширює можливості здобувачів вищої освіти у засвоєнні матеріалу.

Іншим прикладом є використання симуляторів, які дають здобувачам вищої освіти можливість досліджувати фізичні явища без ризику для їх безпеки. Вони можуть змінювати параметри, такі як маса або швидкість, і в реальному часі можна спостерігати, як це впливає на систему. Це створює умови для проведення віртуальних експериментів, які було б важко реалізувати в традиційній лабораторії. Завдяки ІІІ такі симулятори стають більш точними та реалістичними порівняно з традиційними підходами, що дозволяє краще моделювати складні процеси та явища, які важко відтворити у звичайних умовах.

Ще одним важливим напрямком є впровадження адаптивного навчання, яке дозволяє нада-

вати студентам завдання та навчальні матеріали, що відповідають їх індивідуальному рівню знань і навичок. Штучний інтелект сприяє створенню таких адаптивних навчальних програм, що забезпечує більш ефективне засвоєння матеріалу та врахування особистих потреб кожного студента. Системи ШІ дозволяють персоналізувати освітній процес. Вони аналізують успішність студента, визначають складні для нього теми та пропонують індивідуальні завдання. Це допомагає їм опановувати фізику в своєму темпі, приділяючи більше часу аспектам, які потребують додаткового роз'яснення. Під час моніторингу рівня засвоєння знань на заняттях з фізики, де часто використовуються стандартні завдання з відомими відповідями, система адаптивного тестування на основі ШІ може перевіряти роботи не тільки на відповідність шаблонам, а й на оригінальність виконання. Завдяки алгоритмам аналізу тексту та порівняння рішень з базами даних, інтелектуальна система здатна виявити списування або подібні до інших відповіді розв'язки [3, с. 251].

Візуалізація складних концепцій стала ще доступнішою завдяки можливостям ШІ. Для пояснення таких тем, як квантова механіка чи теорія відносності, використовуються інтерактивні графіки або анімації. Вони дозволяють здобувачам не лише слухати або читати, а й буквально бачити фізичні явища.

Інтерактивні помічники, такі як чат-боти, також активно застосовуються. Вони можуть відповідати на запитання здобувачів вищої освіти у режимі реального часу, пояснювати складні теми чи пропонувати методи розв'язання задач. Це робить навчання більш доступним і зручним навіть поза межами закладу освіти.

На сьогодні здобувачі вищої освіти випереджають викладачів у роботі зі штучним інтелектом і нейромережами, і не враховувати цього не можна так само, як і неможливо зупинити впровадження самого штучного інтелекту в освітній процес. Застосування генеративних чатів, таких як ChatGPT, в освіті стало популярним інструментом для допомоги студентам у виконанні завдань та написанні текстів. Проте аналіз робіт, виконаних за їх допомогою, вказує на низький рівень самих завдань, а також на нерозуміння студентами змісту роботи, яку вони виконують. Генеративні чати хоч і можуть швидко створювати тексти, проте не здатні передати глибоке розуміння теми, яке є необхідним для глибокого засвоєння матеріалу. Студенти, що покладаються на такі інструменти, часто не здобувають необхідного знання та навичок, оскільки процес навчання зводиться лише до автоматичного генерування відповідей без власного осмислення і пошуку інформації. ШІ може виявляти найбільш слабкі місця здобувачів вищої освіти у процесі навчання та надавати рекоменда-

ції, що допоможуть покращити результативність освітнього процесу. Проте важливо зауважити, що, попри всі технічні переваги, робота штучного інтелекту відрізняється від роботи викладача. Штучний інтелект не здатен відтворити людську поведінку, соціально-емоційні складники, такі як емпатія, підтримка або натхнення. Викладач може мотивувати здобувачів вищої освіти, підтримувати їх у моменти невдач, ділитися радістю від процесу пізнання.

У галузі вищої освіти, особливо в таких складних дисциплінах, як фізика, штучний інтелект надає викладачам нові можливості як під час підготовки до занять, так і у процесі навчання.

На основі викладеного вище можна зробити **висновки**.

Аналіз нормативно-правової бази засвідчив потребу у створенні додаткових законодавчих актів, які визначатимуть правила та порядок застосування ШІ у сфері освіти. При цьому залишаються нерозв'язаними питання правомірності використання штучного інтелекту, а також етичні аспекти його впровадження. Застосування штучного інтелекту передбачає використання технологій, здатних впливати на психічне й емоційне здоров'я здобувачів вищої освіти. У зв'язку з цим впровадження таких інструментів потребує максимально обережного підходу за відсутності доказової бази щодо безпечності створюваних продуктів, а також підтвердженої надійності та валідності відповідних технологій. Крім того, необхідність правового регулювання їх використання є невід'ємною умовою для забезпечення етичного та безпечного впровадження.

Визначено переваги та недоліки застосування ШІ в освітньому процесі, а також досліджено можливості його використання під час викладання фізики у ЗВО. Застосування штучного інтелекту при навчанні фізики у закладах освіти може виконувати безліч функцій: автоматизувати перевірку завдань, персоналізувати навчання, допомагати викладачеві розробляти різну документацію та створювати інтерактивні курси. Але розробка навчальних продуктів самим ШІ потребує обов'язкової корекції.

Отримані результати можуть бути використані для розробки методичних рекомендацій щодо ефективного впровадження штучного інтелекту в освітній процес; навчання викладачів для підвищення їх компетентності у використанні інноваційних технологій; оптимізації освітніх програм з урахуванням сучасних технологічних реалій та формування індивідуальних освітніх траєкторій здобувачів вищої освіти.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні особливостей застосування цифрових інноваційних технологій у процесі навчання фізики у закладах вищої освіти.

Література:

1. Innovative approaches in higher education in Ukraine: Trends and prospects / Р. Бліновська, О. Кудря, Ю. Лінь, Л. Чалий, Д. Вербівський. *Eduweb-Revista de Tecnologia de Informacion Y Comunicacion en Educacion* (18). Валенсія, 2024. С. 110–123.
2. Мар'єнко М.В., Шишкіна М.П., Коновал О.А. Методологічні засади формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах вищої педагогічної освіти. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2020. № 89 (3). С. 209–232.
3. Мельник А.В. Застосування штучного інтелекту в освітньому середовищі: потенціал та виклики. *Розвиток педагогічної майстерності майбутнього педагога в умовах освітніх трансформацій* : матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції, м. Глухів, 7 квітня 2023 р. Глухів, 2023. С. 250–253.
4. Яцишина М.М., Федчишин О.М. Використання штучного інтелекту для індивідуалізованого навчання з фізики. Збірник тез матеріалів XI Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції. *Сучасні цифрові технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи*. Тернопіль, 2023. С. 94–96.
5. Approaches to the choice of tools for adaptive learning based on highlighted selection criteria / Y.B. Sikora, O.Y. Usata, O.O. Mosiuk, D.S. Verbivskyi, E.O. Shmeltser. *CEUR Workshop Proceedings*. 2020. P. 398–410.

References:

1. Blinovska, R., Kudria, O., Yitong, L., Chalii, L., & Verbivskyi, D. (2024). Innovative approaches in higher education in Ukraine: Trends and prospects. *Revista Eduweb*, 18(1), 109–123. [in Venezuela]
2. Maryenko, M.V., Shyshkina, M.P., & Konoval, O.A. (2020). Metodolohichni zasady formuvannya khmaro oriyentovanykh system vidkrytoyi nauky u zakladakh vyshchoyi pedahohichnoyi osvity [Methodological principles of forming cloud-oriented open science systems in higher pedagogical education institutions]. *Informatsiyni tekhnolohiyi i zasoby navchannya*, No 89 (3), s. 209–232. [in Ukrainian]
3. Melnyk, A.V. (2023). Zastosuvannya shtuchnoho intelektu v osvith'omu seredovyskhi: potentsial ta vyklyky [Application of artificial intelligence in the educational environment: potential and challenges]. *Rozvytok pedahohichnoyi maysternosti maybutn'oho pedahoha v umovakh osvitnikh transformatsiy: materialy III Vseukrayins'koyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi*. Hlukhiv, s. 250–253. [in Ukrainian]
4. Yatsyshyna, M.M., & Fedchyshyn, O.M. (2023). Vykorystannya shtuchnoho intelektu dlya indyvidualizovanoho navchannya z fizyky [Using artificial intelligence for individualized learning in physics]. *Zbirnyk tez materialiv XI Mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi internet-konferentsiyi. Suchasni tsyfrovi tekhnolohiyi ta innovatsiyni metodyky navchannya: dosvid, tendentsiyi, perspektivy*. Ternopil, s. 94–96. [in Ukrainian]
5. Sikora, Y.B., Usata, O.Y., Mosiuk, O.O., Verbivskyi, D.S., & Shmeltser, E.O. (2020). Approaches to the choice of tools for adaptive learning based on highlighted selection criteria. *CEUR Workshop Proceedings*, P. 398–410. [in Ukrainian]

УДК 005.942:378

DOI <https://doi.org/10.32782/NSER/2024-6.02>

ПРОЦЕДУРА ЕКСПЕРТНОГО ОЦІНЮВАННЯ СИСТЕМИ ПРОЄКТУВАННЯ КОНСАЛТИНГОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В ЗАКЛАДІ ВИЩОЇ ОСВІТИ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Драгунова Віра Валентинівна

кандидат педагогічних наук,

начальник відділу розвитку та роботи з дослідницькою

та критичною інфраструктурою директорату розвитку науки

Міністерства освіти і науки України

ORCID ID: 0000-0002-5074-5583

Статтю присвячено дослідженню процедури експертного оцінювання системи проєктування консалтингової діяльності в закладі вищої освіти в умовах невизначеності. У статті здійснено аналіз практичних основ проведення процедури експертного оцінювання системи проєктування консалтингової діяльності. Відповідно, сутність методу експертних оцінок полягає у тому, що це процедура отримання оцінки проблеми на основі думки експертів з метою прийняття рішення. Даний метод застосовують для отримання кількісних оцінок якісних характеристик і властивостей. Суб'єктами методу є: групи дослідників, кожен з яких відповідає індивідуально в письмовій формі; організаційна група, яка узагальнює думки експертів. Наскрізним принципом методу визначено незалежне оцінювання експертів, які не знають один одного. У статті наведено результати розрахунків професійної компетентності експертів та отримані показники. У ході аналізу проведення експертного оцінювання нами використані певні методи в роботі робочої та експертної груп, а саме: метод сценаріїв, метод мозкового штурму, анкетування, метод комісії, метод Дельфі. Здійснюючи успішну імплементацію процесу оцінювання основоположної системи проєктування консалтингової діяльності в закладі вищої освіти в умовах невизначеності, ми додатково використовували й інші методи залучення експертів, а саме: метод фокус-груп, SWOT-аналіз та метод оцінки на рівні користувача, що реалізується засобом анкетування та веденням випадку підготовленими фахівцями. Для забезпечення процесу обробки отриманих даних нами використано технологію кваліметричного підходу та індексну оцінку. У ході дослідження нами обрано і розглянуто покрокову організацію експертизи, алгоритм залучення експертів та обчислення якості їх суджень, що сприятиме отриманню об'єктивної інформації. У статті визначено перспективи подальших досліджень, які полягають у практичному застосуванні результатів експертного оцінювання системи проєктування консалтингової діяльності в закладі вищої освіти в умовах невизначеності.

Ключові слова: консалтинг, консалтингова діяльність, концептуальна модель, технологія проєктування консалтингової діяльності, система вищої освіти, управління консалтинговою діяльністю.

Drahunova V. V. Procedure for expert evaluation of the system of designing consulting activities in a higher education institution under conditions of uncertainty

The article is devoted to the study of the procedure for peer review of the consulting activity design system in a higher education institution under conditions of uncertainty. The article analyzes the practical basis for conducting an expert evaluation of the consulting activity design system. Accordingly, the essence of the expert evaluation method is that it is a procedure for obtaining an assessment of a problem based on the opinion of experts in order to make a decision. This method is used to obtain quantitative estimates of qualitative characteristics and properties. The subjects of the method are: groups of researchers, each of whom responds individually in writing; an organizational group that summarizes the opinions of experts. The cross-cutting principle of the method is the independent assessment of experts who do not know each other. The article presents the results of calculating the professional competence of experts and the indicators obtained. In the course of analyzing the expert evaluation, we used certain methods in the work of the working and expert groups, namely: the scenario method, the brainstorming method, questionnaires, the commission method, and the Delphi method. Implementing the successful implementation of the process of evaluating the fundamental system of designing consulting activities in a higher education institution under conditions of uncertainty, we additionally used other methods of involving experts, namely: the method of focus groups, SWOT analysis and the method of user-level evaluation, which is implemented by questionnaires and case management by trained specialists. To ensure the processing of the data obtained, we used the technology of the qualimetric approach and index evaluation. In the course of the study, we have selected and considered a step-by-step organization of examination, an algorithm for engaging experts and calculating the quality of their judgments, which will facilitate obtaining objective information. The article

identifies prospects for further research, which consist in the practical application of the results of the expert evaluation of the system of designing consulting activities in a higher education institution under conditions of uncertainty.

Key words: *consulting, consulting activity, consulting activity design, higher education, education managers.*

Постановка проблеми та її актуальність.

Актуальність оглядового дослідження зумовлена необхідністю осмислення та сприйняття сутності інтеграційних процесів системи вищої освіти до європейського освітнього простору. Досвід європейських університетів у комерціалізації наукових розробок та трансфері технологій, залученні вчених до участі в міжнародних дослідницьких проєктах та консорціумах, формуванні дослідницьких компетентностей науково-педагогічних кадрів супроводжується розвитком та підтримкою консалтингової діяльності. Проведений аналіз офіційних сайтів закладів вищої освіти України сприяв визначенню: напрямків розвитку консалтингу; характеристики основних чинників, які впливають на функціонування ринку консалтингових послуг; виокремленню ризиків, які супроводжують менеджмент консалтингової діяльності тощо. З огляду на це представлення консалтингової діяльності у закладах вищої освіти супроводжувалось розробленням концепції системи проєкування консалтингової діяльності, упровадженням концептуальної моделі та технології проєкування [4]. Крім того, теоретичне обґрунтування системи проєкування консалтингової діяльності в закладі вищої освіти в умовах невизначеності підкреслило необхідність та доцільність її впровадження в практику діяльності закладу вищої освіти. Необхідною вимогою забезпечення зазначеного є проведення експертного оцінювання досліджуваної системи та визначення умов її упровадження в практику.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Експертному оцінюванню присвячено багато уваги науковців, проведено ґрунтовні дослідження з означеної проблеми. Питання експертного оцінювання у своїх працях висвітлили М. Алексєєв, О. Бондар, В. Гладкова, Г. Гнатієнко, Л. Даниленко, О. Дубасенюк, Г. Єльнікова, А. Єрмола, М. Лесечко, В. Новосад, Т. Рожнова, З. Рябова, Д. Семир'янов, О. Слюсаренко, Р. Юринець та ін. [4; 5; 9]. Науковці стверджують, що провідне завдання експертного оцінювання полягає в залученні фахівців відповідної галузі, що цікавить дослідника, з метою отримання їхньої думки про подію, ситуацію або про стан об'єкта дослідження. Значимість провідного завдання базується на незалежній думці фахівців відповідно до узагальнення ними суджень про досліджуване явище. Ми погоджуємось із думкою М. Міровської, що експертні методи оцінювання, засновані на узагальненні думки фахівців, займають про-

відні позиції в ухваленні оптимального управлінського рішення [8]. Як і управління, оцінювання вважається основним видом людської діяльності, що сприяє отриманню оцінки про стан явища на основі порівняння. Характерною особливістю процесу оцінювання визначено отримання оцінки про стан явища на основі порівняння.

Мета статті полягає у виділенні підходів до проведення процедури експертного оцінювання системи проєкування консалтингової діяльності в закладі вищої освіти в умовах невизначеності.

Виклад основного матеріалу дослідження. Експертне оцінювання як комплекс логічних і математичних процедур спрямоване на отримання інформації від фахівців, її аналіз і узагальнення. Головною метою використання експертного оцінювання є отримання висновку про стан проблеми й визначення можливих шляхів розвитку прогнозованого процесу або об'єкта, один із яких є оптимальним [7].

Істотно вагомою в межах нашого дослідження є дефініція поняття «оцінювання». Термін «оцінювання» (від англ. “evaluation”) є процесом формування висновків на основі отриманих показників [3]. Крім того, оцінювання результатів та процесів умовно поділяють на формуюче та підсумкове. Сам процес оцінювання є категорією, що визначає, як виміряна величина набуває кількісного визначення.

Водночас процедура оцінювання реалізується за допомогою відповідної шкали. Шкала (вимірювання) (від англ. “scale of measure”) – це інструмент замірів певних властивостей об'єкта дослідження [3]. Дослідники звертають увагу на те, що шкала визначається як знакова система, що ставить у відповідність реальним об'єктам той чи інший елемент шкали. Натомість шкали вирівнювань класифікують за типами вирівнювання даних, які визначають допустимі для даної шкали математичні перетворення, та типами відносин, відображуваних відповідною шкалою [9]. Передусім в експертних оцінюваннях використовуються чотири типи шкал.

Інтегральна шкала, або шкала різниць, дозволяє більшість наявних числових систем порівнювати на основі суб'єктивних оцінок, що дозволяє приводити результати тестування до загальних шкал і таким чином здійснювати порівняння показників.

Шкала відношень, або абсолютна шкала, є інтегральною шкалою з додатковою властивістю,

якою є природна й однозначна присутність нульової точки. Перевагою даною шкали є припущення перетворення подібності.

Шкала найменувань, або номінальна чи класифікаційна шкала, характеризується допустимими взаємно однозначними перетвореннями. Числа у шкалі використовуються як мітки.

Порядкова шкала, або рангова шкала, використовується для встановлення порядку між об'єктами. За порядковою шкалою допустимими є чітко зростаючі перетворення. Вона використовується для значень якісних ознак. Значенням такої ознаки слугує найменування класу еквівалентності, до якого належить даний об'єкт.

Підкреслимо, що для визначення якісних ознак використовується порядкова шкала та шкала найменувань. Основною метою використання зазначених шкал є забезпечення об'єктивності дослідника під час приписування чисельних значень реальним об'єктам.

Підкреслимо, що одним із видів оцінювання є експертне оцінювання, що проводиться за допомогою експертів, які мають досвід роботи у сфері, до якої належить об'єкт дослідження, або мають досвід в експертному оцінюванні. Одним із видів експертного оцінювання є метод опитування. Метод опитування є найпопулярнішим методом збору інформації, яку можна статистично обробити [7; 8]. У «Великому тлумачному словнику сучасної української мови» зазначається, що опитування є методом збору інформації про досліджуваній об'єкт під час безпосереднього (усне опитування, інтерв'ю) або опосередкованого (письмове опитування, анкетування) спілкування з респондентом [5].

Наскрізною ідеєю експертного (від лат. "expertus" – «досвідчений») оцінювання (скор. експертиза), за трактуванням у «Філософському енциклопедичному словнику», визначено метод отримання інформації про об'єкт дослідження шляхом оцінювання ситуації, події чи явища групою незалежних експертів [10].

У педагогіці використання методу експертних оцінок має назву «педагогічна експертиза» [5; 6]. Значення методу полягає у виведенні заключного колективного судження про педагогічний об'єкт. Відповідно, створюється група кваліфікованих експертів, визначаються правила та одиниці оцінювання (бал, рівень, ранг тощо).

Аналізуючи наукові дослідження, зазначимо, що існують методики формування експертних груп. В. Новосад стверджує, що дана методика використовується як алгоритм розрахунку рівня компетентності експерта на основі типових об'єктивних даних про нього. Ґрунтуючись на методології експертного оцінювання, охарактеризуємо зазначену процедуру, яка складається з певних послідовних кроків [7].

Перший етап характеризується оцінюванням фахової компетентності експерта.

Другий етап передбачає обчислення суми балів за всіма критеріями для кожного експерта C_i ($i = 1, 2, 3, \dots, N$; N – кількість експертів).

Третій етап присвячений визначенню відносного значення для кожного експерта за формулою:

$$C_i = \frac{C_1}{C_{(max\ 1)}}$$

де C_{max} – найбільша сумарна кількість балів, яку може набрати експерт.

Четвертий етап передбачає визначення діапазону допустимих значень параметра q_i . Відповідно, $q_{min} \leq q \leq q_{max}$. Значення q залежить від порядку числової характеристики, що оцінюється, і прийнятої абсолютної похибки. Обчислюється параметр q для кожного експерта за формулою:

$$q_i = q_{max} - (q_{max} - q_{min}) \times C_i^* 1.$$

У табл. 1 наведено результати розрахунків професійної компетентності експертів та отримані нами показники.

Крім того, процедура оцінювання реалізується за допомогою відповідної шкали. За словником, шкала (вимірювання) (від. англ. "scale of measure") – інструмент, що визначає заміри певних властивостей об'єкта дослідження [3].

Шкала визначається як засіб співставлення чисел і об'єкта емпіричного дослідження. Як зазначають автори «Філософського словника», шкала є знаковою системою, що ставить у відповідність реальним об'єктам той чи інший елемент шкали. Шкалу вимірювань класифікують за типами вимірювання даних, які визначають допустимі для даної шкали математичні перетворення, типами відносин, відображених відповідною шкалою. Так, класифікація шкал вимірювань поділяється на: абсолютну, відношень, інтервалів, найменувань, порядку тощо [5; 6; 7].

Проведений нами розрахунок параметра q для кожного експерта дозволив виділити результати компетентності експертів: експерт 1 – 3,2 бала; експерти 2, 6 і 9 – 4,5; експерт 3 – 9,6; експерти 4 і 10 – 9,1; експерт 5 – 7,2; експерт 7 – 9,3; експерт 8 – 4,7.

Дослідники звертають увагу на те, що існують стадії чи етапи проведення процедури експертного оцінювання. Підкреслимо, що в розробках з експертного оцінювання наявний процедурний алгоритм, який визначає сукупність послідовних дій певного етапу. Це алгоритм процедур для встановлення порядку формування етапів, які безпосередньо включають систему конкретних та послідовних дій [2]. Для ефективності проведення процедури експертного оцінювання рекомендується використовувати усі типи експертного оцінювання.

Розрахунок компетентності експертів

Критерій	Шкала оцінювання	Показники експертів									
		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9	№ 10
Науковий ступінь	доктор наук – 5 кандидат наук – 4 доктор філософії – 3 немає – 0	4	4	5	5	5	3	4	4	5	5
Вчене звання	професор – 5 доцент – 4 старший науковий співробітник – 3 старший дослідник – 3 немає – 0	3	4	5	5	5	4	4	3	4	5
Досвід експертної діяльності	до 5 років – 1 5-10 років – 2 10-15 років – 3 понад 15 років – 5	1	1	3	3	2	2	3	0	0	3
Досвід роботи в експертних групах означеного рівня	є досвід – 3 немає – 0	0	0	3	0	0	0	3	3	0	0
Розрахункова частина											
C_{max}	18										
C_i (сума балів)		8	9	16	13	12	9	14	10	9	13
C^*_i		0,4	0,5	0,9	0,7	0,6	0,5	0,8	0,6	0,5	0,7
q_i		3,2	4,5	9,6	9,1	7,2	4,5	9,3	4,7	4,5	9,1

Примітка: * – Методологія експертного оцінювання, розроблена автором на основі [7]

У контексті нашого дослідження оцінювання авторської системи проектування консалтингової діяльності в закладі вищої освіти в умовах невизначеності супроводжуватиметься використанням змішаного типу експертного оцінювання, що включатиме характеристики усіх трьох типів.

Для успішності проведення процедури експертного оцінювання доречно створити необхідні умови та забезпечити дотримання загально-визначених правил його проведення. Що стосується загальноприйнятих правил проведення, які визначаються як сукупність необхідних та достатніх вимог для здійснення зазначеної процедури експертного оцінювання, виокремлюємо такі, як: наявність обґрунтованого звернення до експертів щодо досліджуваної проблеми; мотивація діяльності експертів; доброзичливе та толерантне ставлення до членів експертної та робочої груп; вільне висловлювання, що має право на існування; єдині та чіткі вимоги до роботи груп, достатність і своєчасність надання інформації для ефективної роботи членів експертної та робочої груп [4].

Крім того, багато науковців звертає увагу на організацію та проведення процедури експертного оцінювання об'єкта дослідження. Відповідно, для забезпечення результативності роботи експертів визначено дотримання ними необхідних певних умов, а саме:

– чіткість і лаконічність формування мети проведення експертизи, визначення завдань експертного оцінювання, надання чітких інструкцій щодо оцінювання об'єкта дослідження та заповнення бланку експертного протоколу;

– визначення часових меж для проведення процедури експертного оцінювання, узагальнення результатів.

Потрібно відзначити праці таких вчених, як О. Бондар, Л. Даниленко, Г. Єльнікова, О. Касьянова, Т. Лукіна, В. Новосад, М. Міровська, І. Підласий, З. Рябова, О. Шепеленко та ін., які теоретично виділяють шість етапів проведення процедури експертного оцінювання освітнього явища загалом та системи управління освітнім процесом на основі консалтингової діяльності в закладах вищої освіти зокрема [1; 2; 4; 5; 6; 7; 8; 9]. Охарактеризуємо їх більш детально.

Перший етап формує визнання необхідності та сприяє ухваленню рішення щодо здійснення експертного оцінювання. Метою його реалізації є доведення доцільності впровадження в практику діяльності закладу вищої освіти розробленої нами системи проектування консалтингової діяльності.

Другий етап передбачає утворення експертної групи та проведення процедури оцінювання професійної компетентності кожного учасника групи. Заразом зазначений етап передбачає лише вибір експертів шляхом оцінювання рівня їх ком-

петентності та врахування досвіду професійної діяльності. Метою його проведення визначено необхідність опису часових, метріально-технічних, фінансово-економічних ресурсів та обґрунтування вимог до кадрового забезпечення.

Основним призначенням *третього етапу* є створення алгоритму оцінювання об'єкта дослідження за допомогою виділення критеріїв та описання механізму отримання й узагальнення експертної інформації. На даному етапі обґрунтовується система оцінювання об'єкта дослідження, описуються методи опитування, фіксується інформація та інтерпретуються результати, визначаються шляхи отримання й узагальнення експертних висновків, визначаються необхідні для проведення ресурси. Беручи за основу зазначене, ми створили робочу групу для проведення експертного оцінювання.

У межах нашого дослідження процедура утворення групи експертів передбачала визначення рівня компетентності експертів шляхом оцінки їх професійного рівня, ступеня придатності та відповідності фаху напряму запланованої експертизи. Так, нами проведена відповідна процедура, що містила розрахунки. Крім того, робочою групою розроблено шляхом мозкового штурму опитувальні листівки для експертів. Опитувальна листівка містила питання, на які експертам необхідно було надати відповіді.

Характерною особливістю *четвертого етапу* є проведення процедури оцінювання. На даному етапі після розроблення опитувальної листівки та визначення алгоритму її заповнення запрошуються експерти. Крім того, під час процедури експертного оцінювання відбувалося коригування самого сценарію реалізації експертизи. Перед початком процедури оцінювання члени експертної комісії попередньо знайомилися з об'єктом та сценарієм експертизи, висловлювали свою ґрунтовну точку зору.

П'ятий етап процедури експертного оцінювання забезпечує аналіз, узагальнення та інтерпретацію результатів експертного оцінювання. Даний етап супроводжується проведенням ранжування об'єкта експертного оцінювання, у нашому випадку – системи проектування консалтингової діяльності в закладі вищої освіти в умовах невизначеності; аналізом ступеня узгодженості думок експертів шляхом обговорення результатів експертного оцінювання та ухваленням відповідного рішення про об'єктивність отриманих результатів. Відповідно, нами доведена об'єктивність отриманих результатів шляхом індексного оцінювання думок експертів, у тому числі і за допомогою кваліметричного підходу та його принципів зведення даних до єдиного показника в межах одиниці.

Основним призначенням *шостого етапу* є процедура підведення підсумків експертного оці-

нювання. Підкреслимо, що за результатами проведеної процедури відповідним чином оформляється необхідна документація.

Під час проведення експертного оцінювання нами були використані певні методи в роботі робочої та експертної груп, а саме: метод сценаріїв, метод мозкового штурму, анкетування, метод комісій, метод Дельфі.

Основним методом під час проведення експертного оцінювання системи проектування консалтингової діяльності в закладі вищої освіти в умовах невизначеності визначено метод Дельфі, або дельфійський метод. Науковці стверджують, що даний метод вважається одним із тих, що забезпечує об'єктивність експертного оцінювання [1]. Водночас сутнісною особливістю методу є визначення вагомості факторів або критеріїв, зокрема m_1, m_2, \dots, m_n , якщо $m_{\text{заг}} = 1$. Відповідно, показник вагомості визначається в межах одиниці. У межах нашого дослідження експерти не мають інформації про один одного, кількість учасників, процедуру експертного оцінювання. Слід зазначити, що кваліметричний підхід визначено провідним підходом методу під час здійснення експертного оцінювання. За допомогою кваліметричного підходу та використання методу Дельфі ми отримуємо об'єктивні результати оцінювання (табл. 2). Яскравим прикладом слід назвати показники факторів з урахуванням їх вагомості та відповідних показників критеріїв, зокрема K_1, K_2, \dots, K_n . Враховуючи, що $\Phi_{\text{заг}}$ максимально може мати показник 1, можемо знайти значення $\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_n$. Проте науковці виокремлюють певні недоліки методу Дельфі, які пов'язані зі складністю опитування експертів, складністю заповнення анкет і громіздкістю пояснювальної записки до анкети тощо [1].

Зазначених недоліків можна уникнути під час підготовчого етапу проведення процедури експертного оцінювання шляхом спрощення змісту пояснювальної записки та тексту анкети.

Подальша логіка дослідження передбачає узагальнення результатів експертного оцінювання шляхом обробки отриманих даних.

Водночас для визначення якості суджень експертів нами застосовано індексну кваліметрію, яка використовує теорію індексів. Індексна оцінка використовується для зіставлення двох станів одного й того ж явища. Відповідно, індекс (від лат. "index") – це відносна величина, яка надає інформацію про стан досліджуваного явища у динаміці показників його розвитку в часі та просторі [2]. У межах нашого дослідження нами використано такі індекси: загальний, або зведений, індекс (має позначку I); індивідуальний індекс (має позначку i). Зазначимо, що співставлення індексів проводяться за певний часовий період – день, тиждень, місяць. У нашому випадку визначено тиждень, місяць.

Таблиця 2

Кваліметрична субмодель проектування консалтингової діяльності в ЗВО

Фактор Ф	Ваго- мість, m	Критерії	Ваго- мість, v	Коефі- цієнт відпо- від- ності, k	Зна- чення коефі- цієнта відпо- від- ності	Част- кова оцінка крите- ріїв	Част- кова оцінка факто- рів
Запити суб'єктів освітньої діяльності (ЗСОД)	0,2	Державне замовлення	0,22	K1	0,5	0,11	0,11
		Регіональний ринок праці: зацікавленість суб'єктів у співпраці з ЗВО	0,22	K2	0,5	0,11	
		Співпраця ЗВО із замовниками ОП (СОД)	0,22	K3	0,6	0,11	
		Освітні потреби СОД	0,34	K4	0,6	0,20	
Організація консалтингової діяльності (ОКД)	0,2	Комфортність умов для перебігу ОКД	0,22	K5	0,5	0,11	0,14
		Комплекс ОП та гнучкість їх надання	0,17	K6	0,8	0,18	
		Система моніторингу якості КД	0,17	K7	0,9	0,15	
		Система забезпечення КД	0,22	K8	0,5	0,09	
		Система підтримки СОД	0,25	K9	0,8	0,18	
Кадрове забезпечення консалтингової діяльності (КЗКД)	0,2	Якісно-кількісний склад науково- педагогічних працівників	0,25	K10	0,8	0,2	0,16
		Професійна активність НПП	0,25	K11	0,8	0,2	
		Стан взаємодії НПП зі СОД	0,25	K12	0,8	0,2	
		Свобода вибору у взаємодії з НПП для СОД	0,25	K13	0,7	0,118	
Система управління консалтинговою діяльністю (СУКД)	0,2	Відповідність СУКД запитам СОД	0,3	K14	0,6	0,18	0,12
		Використання КД щодо необхідності забезпечення ресурсів ЗВО	0,4	K15	0,5	0,2	
		Організація, проведення та проектування КД	0,2	K16	0,8	0,16	
		Постійне оновлення ОП та форм їх реалізації	0,1	K17	0,8	0,08	
Позиціонування ЗВО на ринку (ПЗВО)	0,2	Репутація ЗВО на ринку	0,2	K18	0,5	0,1	0,1
		Затребуваність ЗВО на ринку	0,17	K19	0,7	0,12	
		Кількісні та якісні характеристики ОП	0,21	K20	0,4	0,08	
		Участь НПП та СОД у проєктах, конкурсах, грантах, програмах мобільності та ін.	0,21	K21	0,6	0,13	
		Запити та відгуки скейкхолдерів	0,21	K22	0,4	0,08	
	1,0	Загальна оцінка в частотах одиниці					0,63

Примітка: *0,0 – критерій фактично не має проявлення; 0,25 – критерій має незначне проявлення; 0,5 – критерій проявляється в межах від 40% до 60% вимог; 0,75 – критерій проявляється в межах 61–75% вимог; 1,0 – критерій проявляється в межах 76–1,0% вимог.

Здійснюючи успішну імплементацію оцінювання основоположної системи проектування консалтингової діяльності в закладі вищої освіти в умовах невизначеності, ми додатково використовували й інші методи залучення експертів, а саме: метод фокус-груп, SWOT-аналіз та метод оцінки на рівні користувача, що реалізується засобом анкетування та веденням випадку підготовленими

фахівцями [1; 9]. Саме тому оцінювання практичного використання моделі системи проектування консалтингової діяльності в закладі вищої освіти в умовах невизначеності проведено шляхом використання SWOT-аналізу.

Назва «SWOT-аналіз» утворена з перших літер: Strengths (сильні сторони), Weaknesses (слабкі сторони), Opportunities (можливості),

Threats (загрози). Доречно акцентувати на тому, що саме цей метод допомагає проаналізувати та визначити переваги та загрози, які існують для ухвалення управлінського рішення у процесі стратегічного планування. Проте метод у загальному його розумінні не містить економічних категорій, тому його застосовують для будь-яких закладів вищої освіти, освітніх установ (організацій), групи суб'єктів визначеного процесу і для побудови стратегій у різних сферах діяльності. Технологічний процес реалізації методу аналізу переважно використовується для стратегічного планування. Його значимість полягає у спрямуванні аналізу ймовірності впливу середовищних чинників на явище, що вивчається. Він здійснюється за допомогою розділення таких чинників на чотири категорії за такими показниками: сильні та слабкі сторони, можливості та загрози, що націлені на перебіг подій. Результати SWOT-аналізу заносяться у таблицю (табл. 3).

З огляду на зазначене виокремлюємо позитивні впливи зовнішнього та внутрішнього середовища, які визначаються шляхом наявних ресурсів (матеріальних, людських, фінансових та ін.) та залученням зовнішніх ресурсів. Негативні впливи визначаються шляхом аналізу наявності та /або відсутності необхідних ресурсів. У межах нашого дослідження використовувався SWOT-аналіз з метою визначення позитивних та негативних впливів на впровадження системи проєктування консалтингової діяльності в закладі вищої освіти в умовах невизначеності та врахування під час обґрунтування умов використання зазначеної системи. Отримані виклики

нами проаналізовано, узагальнено та подано у табл. 3.

Таблиця 3

Матриця SWOT-аналізу

Позитивні впливи внутрішнього середовища, Strengths (сильні сторони)	Негативні впливи внутрішнього середовища, Weaknesses (слабкі сторони)
Позитивні впливи зовнішнього середовища, Opportunities (можливості)	Негативні впливи зовнішнього середовища, Threats (загрози)

Примітка: * – матриця SWOT-аналізу, розроблена автором на основі [8; 9; 4]

Результати інтерпретації сприяли виділенню необхідних умов використання системи проєктування консалтингової діяльності в закладі вищої освіти в умовах невизначеності.

Висновки. Таким чином, нами проаналізовано сутнісні аспекти експертного оцінювання системи проєктування консалтингової діяльності в закладі вищої освіти в умовах невизначеності, описано основи для класифікації методів, які використовуються у цій процедурі. У ході дослідження нами обрано і розглянуто покрокову організацію експертизи, алгоритм залучення експертів та обчислення якості їх суджень, що сприяє отриманню об'єктивної інформації. Перспектива подальших досліджень вбачається у практичному вивченні доцільності системи проєктування консалтингової діяльності та висвітленні її значення для управління закладом вищої освіти.

Література:

- Актуальні аспекти розвитку освіти в Україні: економіка, професійна підготовка, дистанційне навчання : монографія / Л.Л. Ляхощка, О.В. Величко, О.М. Гедиш та ін. ; за заг. ред. В.В. Олійника. Донецьк : Світ книги, 2012. 185 с.
- Бондар О.С. Процедура та алгоритми експертного оцінювання. *Народна освіта*. 2007. Вип. 3. URL: https://www.narodnaosvita.kiev.ua/Narodna_osvita/vupysku/3/statii/2bodnar/bodnar.htm.
- Великий тлумачний словник сучасної української мови / уклад. і голов. ред. В.Т. Бусел. Київ ; Ірпінь : ВТФ «Перун», 2001. 1440 с. URL: <http://irbis-nbuv.gov.ua/ulib/item/>.
- Драгунова В.В. Характеристика системи проєктування консалтингової діяльності та її значення в управлінні закладом освіти. *Наукові горизонти XXI століття: мультидисциплінарні дослідження : матеріали Міжнародної наукової конференції*. Ужгород, 2024. С. 823–826. URL: https://drive.google.com/drive/folders/10COse9SNIjFzKZfYYf64z2NfK_RDGinp.
- Сльнікова Г.В. Наукові основи розвитку управління загальною середньою освітою в регіоні : монографія. Київ : ДАККО, 1999. С. 89.
- Касьянова О.М. Експертиза якості навчально-виховного процесу у вищій школі як основа його оптимізації. URL: http://archive.nbuv.gov.ua/portal/Soc_Gum/Npdntu_pps/2009_4/kasjanova.pdf.
- Методологія експертного оцінювання : конспект лекцій / укл.: В.П. Новосад, Р.Г. Селіверстов. Київ : НАДУ, 2008. 48 с. URL: http://seliverstov.ucoz.ua/_ld/0/22_.pdf.
- Міровська М. Процедура та результати експертного оцінювання системи управління освітнім процесом закладу вищої освіти на основі кейс-менеджменту. *Адаптивне управління: теорія і практика. Серія «Педагогіка»*. 2017. № 3 (5). URL: <http://am.eor.by/index.php/gallery/124-vipusk-3-2017>.
- Рябова З.В. Теоретико-методологічні основи маркетингового управління навчальною діяльністю інститутів післядипломної педагогічної освіти : дис. докт. ... пед. наук : 13.00.06. Київ, 2012.
- Філософський енциклопедичний словник / за ред. В.І. Шинкарук, Л.В. Озадовська, Н.П. Поліщук. Київ : Абрис, 2002. 742 с.

References:

1. Aktualni aspekty rozvytku osvity v Ukraini: ekonomika, profesiina pidhotovka, dystantsiine navchannia [Actual aspects of education development in Ukraine: economy, professional training, distance learning]: monohrafiia. (2012). Donetsk: Svit knyhy, 185 s. [in Ukrainian]
2. Bondar, O.S. (2007). Protsedura ta alhorytmy ekspertnoho otsiniuvannia [Procedure and algorithms of expert evaluation]. *Narodna osvita: elektronne nauk. fakhove vydannia. Vyp.3* Retrieved from https://www.narodnaosvita.kiev.ua/Narodna_osvita/vupysku/3/statti/2bodnar/bodnar.htm [in Ukrainian]
3. Velykyi tлумachnyi slovnyk suchasnoi ukrainskoi movy [Great Explanatory Dictionary of the Modern Ukrainian Language]. (2001). uklad. i holov. red. V. T. Busel. K.: Irpin: VTF "Perun", 1440 s. URL: <http://irbis-nbuv.gov.ua/ulib/item/> [in Ukrainian]
4. Drahunova, V.V. (2024). Kharakterystyka systemy proiektuvannia konsaltnhovoї diialnosti ta yii znachennia v upravlinni zakladom osvity [Characteristics of the system of designing consulting activities and its importance in the management of an educational institution]. *Mizhnarodna naukova konferentsiia "Naukovi horyzonty KhKhI stolittia: multydystryplinarni doslidzhennia". Uzhhorod. s. 823–826.* URL: https://drive.google.com/drive/folders/10COse9SNIjFzKZfYYf64z2NfK_RDGinp [in Ukrainian]
5. Yelnikova, H.V. (1999). Naukovi osnovy rozvytku upravlinnia zahalnoiu serednoiu osvitoiu v rehioni [Scientific bases of development of general secondary education management in the region]: monohrafiia. Kyiv: DAKKO. s. 89. [in Ukrainian]
6. Kasianova, O.M. (2009). Ekspertyza yakosti navchalno-vykhovnoho protsesu u vyshehii shkoli yak osnova yoho optymizatsii [Expertise of the quality of the educational process in higher education as a basis for its optimization]. Retrieved from: http://archive.nbuv.gov.ua/portal/Soc_Gum/Npdntu_pps/2009_4/kasjanova.pdf [in Ukrainian]
7. Metodolohiia ekspertnoho otsiniuvannia [Methodology of expert evaluation]. (2008). Konspekt lektsii dlia vykorystannia v navchalnomu protsesi v systemi pidvyshchennia kvalifikatsii kadriv ukladachi: Novosad, V.P., Seliverstov, R.H. Kyiv: NADU.48 s. Retrieved from: http://seliverstov.ucoz.ua/_ld/0/22____.pdf [in Ukrainian]
8. Mirovska, M. (2017). Protsedura ta rezultaty ekspertnoho otsiniuvannia systemy upravlinnia osvitnim protsesom zakladu vyshchoi osvity na osnovi keis-menedzhmentu [Procedure and results of expert evaluation of the educational process management system of a higher education institution based on case management]. *Adaptivne upravlinnia: teoriia i praktyka. Seriia "Pedahohika". № 3(5).* Retrieved from: <http://am.eor.by/index.php/gallery/124-vipusk-3-2017> [in Ukrainian]
9. Ryabova, Z.V. (2012). Teoretyko-metodolohichni osnovy marketynhovoho upravlinnia navchalnoiu diialnistiu instytutiv pisladyplomnoi pedahohichnoi osvity [Theoretical and methodological foundations of marketing management of educational activities of institutes of postgraduate pedagogical education]: dys. d- ra ped. nauk : 13.00.06. Kyiv. [in Ukrainian]
10. Filosofskyi entsyklopedychnyi slovnyk [Philosophical Encyclopedic Dictionary]. (2002). / V. I. Shynkaruk (hol.red.); L. V. Ozadovska, N.P. Polishchuk (nauk.red.). Kyiv: Abrys. 742 s. [in Ukrainian]

УДК 37.09

DOI <https://doi.org/10.32782/NSER/2024-6.03>

ДИСЦИПЛІНА «ЕКСТРЕНА ТА НЕВІДКЛАДНА ДОПОМОГА В КЛІНІЦІ ВНУТРІШНЬОЇ МЕДИЦИНИ» ЯК ВАЖЛИВИЙ СКЛАДНИК ПІДГОТОВКИ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 222 «МЕДИЦИНА»

Дубовенко Зоя Олексіївна

кандидат медичних наук,

асистент кафедри внутрішньої медицини № 3

Національного медичного університету імені О.О. Богомольця

Scopus author ID: 6506614615

Лехніцька Світлана Іванівна

кандидат філологічних наук, доцент,

доцент кафедри мовної підготовки

Національного медичного університету імені О.О. Богомольця

ORCID ID: 0000-0002-9178-7069

Scopus author ID: 57218659917

Стаття присвячена дослідженню необхідності включення дисципліни «Екстрена та невідкладна допомога в клініці внутрішньої медицини» у навчальний план при формуванні індивідуальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти спеціальності 222 «Медицина». Вивчення дисципліни «Екстрена та невідкладна допомога в клініці внутрішньої медицини» є надзвичайно важливим для майбутніх лікарів, оскільки вона забезпечує необхідні знання та навички для діагностики і лікування пацієнтів, які перебувають у критичному стані.

Екстрена і невідкладна допомога в клініці внутрішньої медицини є одним із найважливіших аспектів практичної медицини. Даний вид допомоги охоплює широкий спектр патологій, що потребують негайного медичного втручання для запобігання серйозним ускладненням або навіть летальним наслідкам. В умовах сучасного швидко змінюваного медичного середовища знання та вміння надавати допомогу при невідкладних станах стає життєво необхідним для лікарів усіх спеціальностей. Особливо важливо це для спеціалістів, які працюють у галузі внутрішньої медицини, де невідкладні стани можуть виникати в будь-який момент.

Із повномасштабним вторгненням країни-агресора на територію України екстрена і невідкладна допомога набуває особливого значення і потребує забезпечення даного напрямку висококваліфікованими фахівцями. Воєнні конфлікти створюють нові виклики для системи охорони здоров'я, і забезпечення оперативності та ефективності надання медичної допомоги може врятувати багато життів, зменшувати наслідки поранень, та сприяти швидкому відновленню поранених і травмованих. Відповідно, одним із важливих аспектів, що сприятиме роботі з надання пацієнтам невідкладної і екстреної допомоги, є формування вмінь у майбутнього фахівця щодо раннього виявлення і надання своєчасної допомоги, а отже, необхідне визначення анамнезу, проведення відповідних обстежень і визначення потенційної загрози для життя пацієнта. Об'єктом діяльності екстреної та невідкладної допомоги в клініці внутрішньої медицини є надання швидкої допомоги пацієнтам, які страждають від раптових і загрозливих для життя станів, що потребують негайного втручання. В умовах сьогодення актуальним як ніколи є завдання забезпечення академічної підготовки з фундаментальних і клінічних дисциплін та підготовки здобувачів вищої медичної освіти до професійної діяльності, що вимагатиме вміння швидко оцінювати ситуацію, правильно проводити первинну діагностику та організовувати першу допомогу. Невідкладні стани можуть охоплювати різноманітні патології внутрішніх органів, як серцево-судинні (інсульт, інфаркт міокарда), дихальні (асфіксія, гострий респіраторний дистрес-синдром), так і гастроентерологічні, ендокринологічні, токсикологічні та інші стани. Отже, знання, набуті в межах вивчення дисципліни «Екстрена та невідкладна допомога в клініці внутрішньої медицини» є надзвичайно важливою частиною навчання та практики лікарів, що забезпечить надання своєчасної медичної допомоги для збереження життя пацієнта або попередження важких ускладнень.

Ключові слова: екстрена та невідкладна допомога, клініка внутрішньої медицини, невідкладні стани, академічна підготовка, первинна діагностика.

Dubovenko Z. O., Lekhnitska S. I. The discipline “The Urgent and emergency care in the clinic of internal medicine” as an important component of the training of applicants for higher education of the specialty 222 “Medicine”

The article is devoted to the study of the need to include the discipline “Emergency and emergency care in the clinic of internal medicine” in the curriculum in the formation of the individual educational trajectory of applicants for higher education specialty 222 “Medicine”. Studying the discipline “Emergency and emergency care in the clinic of internal medicine” is extremely important for future doctors, as it provides the necessary knowledge and skills for the diagnosis and treatment of patients in critical condition. Emergency and emergency care in the clinic of internal medicine is one of the most important aspects of practical medicine. This type of care covers a wide range of pathologies requiring immediate medical intervention to prevent serious complications or even deaths. In today’s rapidly changing medical environment, knowledge and ability to provide care in emergencies is becoming vital for doctors of all specialties. This is especially important for specialists working in the field of internal medicine, where emergencies can occur at any time. With the full-scale invasion of the aggressor country into the territory of Ukraine, emergency and emergency assistance is of particular importance and requires the provision of this direction by highly qualified specialists. Military conflicts create new challenges for the health care system, and ensuring the efficiency and efficiency of medical care can save numerous lives, reduce the consequences of injuries and facilitate the rapid recovery of the wounded and injured. Accordingly, one of the important aspects that will contribute to the work of providing patients with emergency and emergency care is the formation of skills in the future specialist in early detection and timely care, and therefore requires the determination of the history, the necessary examinations and the identification of a potential threat to the patient’s life. The object of the activity of emergency and emergency care in the clinic of internal medicine is the provision of emergency care to patients suffering from sudden and life-threatening conditions requiring immediate intervention. In the current conditions, the task of providing academic training in fundamental and clinical disciplines and preparing applicants for higher medical education for professional activity is more relevant than ever, which will require a quick assessment of the situation, correct primary diagnosis and organization of first aid. Emergencies can cover a variety of pathologies of internal organs, both cardiovascular (stroke, myocardial infarction), respiratory (asphyxia, acute respiratory distress syndrome), and gastroenterological, endocrinological, toxicological and other conditions. Therefore, the knowledge acquired within the study of the discipline “Emergency and emergency care in the clinic of internal medicine” is an extremely important part of the training and practice of doctors, which will ensure the provision of timely medical care to save the patient’s life or prevent serious complications.

Key words: urgent and emergency care, clinic of internal medicine, medical emergencies, academic training, primary diagnosis.

Постановка проблеми та її актуальність.

Проблема надання екстреної і невідкладної допомоги хворим/постраждалим є достатньо гострою в будь-якому суспільстві у будь-якій країні. Але особливої гостроти вона набуває у контексті розгортання повномасштабної війни на території України, оскільки у цій ситуації рятувальники/медики можуть мати справу з наслідками як ураження різними видами зброї (артилерійською, ракетною, ядерною, хімічною, бактеріологічною тощо), так і дії різних зовнішніх факторів, які є наслідком руйнувань, спричинених під час вибухів великих промислових підприємств, об’єктів ядерної енергетики, згорання складів з різноманітною продукцією (хімічною, вибуховою тощо). У результаті це може призвести до отруєнь різного ступеня тяжкості токсичними хімікатами, технічними рідинами, димом, чадним газом, що спричинять появу гострої терапевтичної патології (загострення хронічних захворювань або маніфестацію якоїсь нової хвороби, або виникнення якогось гострого стану), у поєднанні з інфекційними ускладненнями і виникненням психоневрологічних розладів. Також не варто забувати про

інші зовнішні причини, що призводять до виникнення у пацієнтів невідкладних станів. Такими можуть бути патології внутрішніх органів, зокрема серцево-судинні (інсульт, інфаркт міокарда), дихальні (асфіксія, гострий респіраторний дистрес-синдром), гастроентерологічні і ендокринологічні порушення. Також до травматичних факторів належать нещасні випадки, дорожньо-транспортні пригоди, насильницькі дії, умисні ушкодження тощо.

Збільшення кількості пацієнтів з невідкладними станами, зокрема внаслідок воєнних дій на території України, зумовлює актуальність дисципліни «Екстрена та невідкладна допомога в клініці внутрішньої медицини» як важливого складника професійної підготовки здобувачів вищої освіти спеціальності 222 «Медицина», які забезпечуватимуть надання своєчасної медичної допомоги для збереження життя пацієнта або попередження тяжких ускладнень.

Аналіз досліджень і публікацій. Екстрена медична допомога під час воєнного стану стає критично важливою. У періоди активних воєнних дій швидке реагування та термінові дії медичних

працівників можуть зберегти життя, забезпечити належний догляд за пораненими та хворими. Швидка реакція, належна евакуація та доступ до медичних ресурсів – ключові фактори зниження ризиків та збільшення шансів на збереження життя і одужання.

До зовнішніх факторів, що можуть спричинити виникнення невідкладних станів, можна віднести нераціональне харчування, неправильний спосіб життя, шкідливі умови праці і проживання, психоемоційні навантаження або стресові ситуації, зловживання шкідливими для організму речовинами. До внутрішніх факторів зараховуємо перенесені хвороби серцево-судинної, дихальної, сечовидільної, травної, опорно-рухової, ендокринної, імунної і нервової систем, а також набуті хронічні захворювання. До цього можна додати ще деякі фактори: природні катаклізми, екологічні катастрофи, воєнні дії, у зв'язку з якими погіршується якість повітря, води і харчових продуктів, а також зміну клімату, епідемії вірусних захворювань, соціальну нерівність [4, с. 23]. Відповідно, потрібне удосконалення наявних і розроблення нових методів діагностики, профілактики й лікування найбільш поширених невідкладних станів, зокрема ішемічної хвороби серця, артеріальної гіпертензії, серцевої недостатності, порушень ритму серця, вивченню лікування яких присвячені дослідження О.В. Коркушка, В.Ю. Жарінової, Л.М. Єна, Г.І. Слободяник, І.С. Зозулі, А.О. Волосовця, Т.В. Коса, О.Н. Литвинова, А.В. Токаря, Д.М. Котко, Ю.Т. Ярошенка, В.Б. Шагила та ін.; захворювань системи дихання (О.В. Коркушко, Л.О. Іванов, Е.О. Асанов, М.Д. Чеботарьов), шлунково-кишкового тракту (О.В. Коркушко, Д.М. Якименко, В.П. Терещенко та ін.), порушень мозкового кровообігу.

Мета статті – актуалізувати необхідність вивчення алгоритму дій медичних працівників, спрямованих на порятунок життя та здоров'я людини, яка перебуває у невідкладному стані, спричиненому хворобою чи травмою.

Виклад основного матеріалу дослідження. Невідкладна медична допомога – це вид медичної допомоги пацієнтам чи потерпілим, стан яких розцінюється як невідкладний, тобто загрожує життю людини або може спричинити значне погіршення її здоров'я в разі відсутності або запізненого надання адекватної медичної допомоги. На невідкладну медичну допомогу покладені такі завдання: надання своєчасної (до 10 хв у місті й до 20 хв у сільській місцевості від моменту звернення) кваліфікованої первинної медичної допомоги безпосередньо на місці події та під час транспортування хворих і потерпілих у випадках виникнення небезпечних для життя станів; транспортування до лікувально-профілактичних закладів хворих (крім хворих інфекційного профілю, потерпілих і породілей), стан яких потре-

бує надання термінової стаціонарної допомоги і медичного спостереження під час транспортування; участь у ліквідації медико-санітарних наслідків надзвичайних ситуацій [6, с. 3].

Станами, що несуть загрозу здоров'ю і життю людини, є:

1) з боку серцево-судинної системи: зупинка серця, гостра серцева недостатність (серцева астма, набряк легень, тромбоемболія легеневої артерії), гіпертензивний криз, артеріальна гіпотензія, гострий коронарний синдром, важкі порушення серцевого ритму і провідності (пароксизмальна тахікардія, пароксизмальна тахісistolічна форма фібриляції передсердь, фібриляція шлуночків, повна атріовентрикулярна блокада, часті політопні, групові і ранні екстрасистоли), колапс, кардіогенний шок;

2) з боку дихальної системи: гостра дихальна недостатність II–III ступеня (виражений бронхоспазм, астматичний статус, токсичний набряк легень, парез і параліч дихання, масивний випітний плеврит, двобічна зливна пневмонія, напружений пневмоторакс), легеневі кровотечі і кровохаркання;

3) з боку травної системи і черевної порожнини: гострий холецистит, гострий панкреатит, гострі шлунково-кишкові кровотечі, гострий апендицит, перитоніт, травми живота, перфорація виразки шлунка і дванадцятипалої кишки;

4) з боку сечовидільної системи: ниркова колька, уросепсис, гостра ниркова недостатність, гостра затримка сечовипускання;

5) з боку нервової системи: гостра гіпертензивна енцефалопатія, геморагічний і ішемічний інсульт, травми черепно-мозкові і хребта, переломи кісток черепа, синкопальні стани, менінгіти, енцефаліти, больові синдроми у хребті, судомний синдром, психічні розлади;

6) травми грудної клітки, переломи ребер, кісток таза і кінцівок;

7) травми очей і ЛОР-органів;

8) акушерська й екстрагенітальна патологія вагітних, маткові кровотечі;

9) коматозні стани (при ендокринних захворюваннях, церебральна);

10) шок (анафілактичний, опіковий, септичний, больовий, при синдромі тривалого здавлювання тощо);

11) ушкодження, що виникли при дії високих і низьких температур;

12) гострі отруєння (хімічні речовини, харчові продукти, медикаменти, укуси комах і змій);

13) електротравма, удар блискавки [10, с. 17].

Вирішення вказаних проблем потребує підготовки фахівців зі сформованими необхідними компетентностями, зокрема з такої дисципліни, як «Екстрена та невідкладна допомога в клініці внутрішньої медицини».

Під час викладання дисципліни «Екстрена та невідкладна допомога в клініці внутрішньої медицини» звертається увага здобувачів вищої освіти на основний перелік синдромів і симптомів захворювань, невідкладних і фізіологічних станів та захворювань, що потребують особливої тактики ведення пацієнтів, а також лабораторних та інструментальних досліджень і медичних маніпуляцій. Особлива увага приділяється вивченню стандартів невідкладного лікування на догоспітальному та госпітальному етапах, вторинної профілактики, клінічних проявів та зміні лабораторних показників, критеріїв діагностики, постановки диференційного діагнозу, ускладнень. Також наголошується, що надання екстреної та невідкладної допомоги нерозривно зв'язане з такими важливими у роботі медичного працівника поняттями, як деонтологія й емпатія. Окрім вивчення методів клінічного обстеження пацієнта (опитування (збір скарг, з'ясування анамнезу захворювання й історія життя, опитування за органами і системами), фізикальне обстеження (візуальне обстеження, загальний огляд, пальпація, перкусія, аускультация), методів обстеження, таких як лабораторні й інструментальні), здобувачу вищої освіти необхідно опанувати принципи медичної деонтології та лікарської етики (відносин між пацієнтом і лікарем, лікарем і медичним персоналом, лікарем і родичами пацієнта, зацікавленими організаціями (наприклад, органами соціального страхування) [5, с. 222].

Для надання якісної допомоги також важливим є формування в межах вивчення дисципліни у здобувачів вищої освіти здатності до розуміння емоційної мови, психологічного стану і переживання пацієнта, тобто емпатії. Емпатія є важливим чинником формування поведінки, що спрямована на надання допомоги [4, с. 25].

Висновки. Під час підготовки здобувачів вищої освіти за спеціальністю 222 «Медицина» необхідно акцентувати увагу на вивченні стандартів невідкладного лікування на догоспітальному та госпітальному етапах, вторинної профілактики, клінічних проявів та зміні лабораторних показників, критеріїв діагностики, постановки диференційного діагнозу, ускладнень. Формуванню знань та навичок, необхідних для надання першої допомоги, швидкої та ефективної діагностики та лікування в умовах критичних ситуацій, коли кожна хвилина має значення для порятунку життя пацієнта, сприяє дисципліна «Екстрена та невідкладна допомога в клініці внутрішньої медицини». Досконале знання причин, етапів і стадій розвитку, можливих варіантів клінічних проявів станів, що несуть загрозу здоров'ю і життю людини, знання алгоритмів надання допомоги, вміння миттєво впроваджувати тактику допомоги і призначити своєчасне і адекватне лікування є надважливим в умовах повномасштабної війни в Україні, коли причинами гострих невідкладних станів можуть бути комбіновані ураження, що значно обтяжує ситуацію.

Література:

1. Використання показників жорсткості та енергетики міокарда як маркерів старіння серцево-судинної системи / Л.А. Бодрецька та ін. *Фізіологічний журнал*. 2022. Т. 68. № 4. С. 3–10.
2. Гладун О. Вплив російсько-української війни на демографічну ситуацію в Україні. *Вісник Національної академії наук України*. 2024. № 5. С. 50–54.
3. Діагностика та лікування мігрені в загальній практиці. *Здоров'я України*. 2023. № 11 (547). С. 19.
4. Дубовенко З., Лехніцька С. Дисципліна «Геронтологія та геріатрія» як вагомий складник підготовки здобувачів вищої освіти спеціальності 222 «Медицина». *Природнича освіта та наука*. 2024. № 3. С. 22–26.
5. Дубовенко З., Лехніцька С., Яцишин І. Пропедевтичний підхід як визначальний фактор забезпечення міждисциплінарної інтеграції в освітньому процесі студентів-медиків. *The main directions of the development of scientific research* : матеріали XV Міжнародної науково-практичної конференції. 2023. С. 221–223.
6. Зозуля І.С., Волосовець А.О. Невідкладна медична допомога. Київ, 2021. URL: <https://esu.com.ua/article-72730>.
7. Маньковський Б., Соколова Л., Катеренчук В.І. Сучасний підхід до деінтенсифікації лікування цукрового діабету. *Здоров'я України*. 2023. № 9 (545). С. 9–10.
8. Орос М.М. Когнітивні порушення як наслідок прямого впливу COVID-19 на нервову систему. *Ліки України*. 2023. № 3 (269). С. 33–37.
9. Романенко М.С., Синюк Л.Л., Півень Л.В. Неінвазивна оцінка мікроелементного забезпечення організму літніх людей (інформ. лист). Київ : ДУ «Ін-т геронтології ім. Д.Ф. Чеботар. НАМНУ», 2022. 4 с.
10. Слободяник Г.І. Екстрена та невідкладна медицина. Перша долікарська та лікарська допомога : підручник. Київ, 2021. 168 с.
11. Хаустова О.О., Лещук І.В. Понад рік війни та втрат: відродження з попелу горя для творення нового життя. *Український медичний часопис*. 2023. № 1 (153). С. 43–50.

References:

1. Bodretska, L. A., Shapovalenko, I. S., Antoniuk-Shchekhlova, I. A., Bondarenko, O. V., Naskalova, S. S., & Shatylo, V. B. (2022). Vykorystannia pokaznykiv zhorstkosti ta enerhetyky miokarda yak marker starinnia sertsevo-sudynnoi systemy [Using measures of stiffness and energy of the myocardium as a marker of cardiovascular aging]. *Fiziologichnyi Zhurnal – Journal of Physiology*, 68(4), 3–10. [In Ukrainian].

2. Gladun, O. (2024). Vplyv rosiisko-ukrainskoi viiny na demohrafichnu sytuatsiiu v Ukraini [The impact of the Russian-Ukrainian war on the demographic situation in Ukraine]. *Visnyk NAN Ukrainy – Bulletin of the National Academy of Sciences of Ukraine*, (5), 50–54. [In Ukrainian].
3. Diahnostyka ta likuvannya mihreni v zahalnoi praktytsi [Diagnostics and treatment of migraine in general practice]. (2023). *Zdorov'ia Ukrainy – Health of Ukraine*, 11(547), 19. [In Ukrainian].
4. Dubovenko, Z., & Lekhnitska, S. (2024). Dytsyplina “Herontolohiia ta heriatriia” yak vahomyi skladnyk pidhotovky zdobuvachiv vyshchoi osvity spetsialnosti 222 “Medytsyna” [The discipline “Gerontology and Geriatrics” as an important component of the training of applicants for higher education in the specialty 222 “Medicine”]. *Pryrodnycha Osvita ta Nauka – Natural education and science*, 3, 22–26. [In Ukrainian].
5. Dubovenko, Z., Lekhnitska, S., & Yatsyshyn, I. (2023). Propedevtychnyi pidkhid yak vyznachalny faktor zabezpechennia mizhdytsyplinarnoi intehratsii v osvitnomu protsesi studentiv-medykiv [Propaedeutic approach as a determining factor in ensuring interdisciplinary integration in the educational process of medical students]. *XV Mizhnarodna Naukovo-Praktychna Konferentsiia “The Main Directions of the Development of Scientific Research” – XV International Scientific and Practical Conference “The Main Directions of the Development of Scientific Research”*, 221–223. [In Ukrainian].
6. Zozulia, I. S., & Volosovets, A. O. (2021). Nevidkladna medychna dopomoha [Medical Emergencies]. *Entsyklopediia Suchasnoi Ukrainy – Encyclopedia of Modern Ukraine*. Retrieved from <https://esu.com.ua/article-72730> [In Ukrainian].
7. Mankovskyi, B., Sokolova, L., & Katerenchuk, V. I. (2023). Suchasnyi pidkhid do deintensyfikatsii likuvannya tsukrovoho diabetu [Modern approach to deintensification of diabetes treatment]. *Zdorov'ia Ukrainy – Health of Ukraine*, 9(545), 9–10. [In Ukrainian].
8. Oros, M. M. (2023). Kohnityvni porushennia yak naslidok priamoho vplyvu COVID-19 na nervovu systemu [Cognitive impairment as a consequence of the direct impact of COVID-19 on the nervous system]. *Liky Ukrainy – Medicines of Ukraine*, 3(269), 33–37. [In Ukrainian].
9. Romanenko, M. S., Synieok, L. L., & Piven, L. V. (2022). Neinvazyvna otsinka mikroelementnoho zabezpechennia orhanizmu litnikh liudei (Inform. lyst) [Non-invasive assessment of the microelement supply of the body of the elderly (information sheet)]. *DU “Instytut Herontolohii im. D. F. Chebotarova NAMNU”*. [In Ukrainian].
10. Slobodianik, H. I. (2021). *Ekstrena ta nevidkladna medytsyna. Persha dolikarska ta likarska dopomoha: Pidruchnyk* [Emergency medicine. First Aid and Medical Aid: Textbook]. [B.v.]. [In Ukrainian].
11. Khaustova, O. O., & Leshchuk, I. V. (2023). Ponad rik viiny ta vtraty: Vidrodzhennia z popelu horia dlia tvorennia novoho zhyttia [More than a year of war and loss: rebirth from the ashes of grief to create a new life]. *Ukrainskyi Medychnyi Chasopys – Ukrainian Medical Journal*, 1(153), 43–50. [In Ukrainian].

УДК 811.111:61

DOI <https://doi.org/10.32782/NSER/2024-6.04>

КОНЦЕПТ ЗДОРОВ'Я/HEALTH В АНГЛОМОВНІЙ КАРТИНІ СВІТУ

Мороз Людмила Володимирівна

кандидат філологічних наук, професор,
завідувач кафедри іноземних мов
Рівненського державного гуманітарного університету
ORCID ID: 0000-0002-2750-8694

Ясногурська Людмила Михайлівна

кандидат філологічних наук,
доцент кафедри іноземних мов
Рівненського державного гуманітарного університету
ORCID ID: 0000-0003-3039-447X

Мічуда Наталія Михайлівна

старший викладач кафедри іноземних мов
Рівненського державного гуманітарного університету
ORCID ID: 0000-0001-7936-7996

У статті розглядається поняття концепту HEALTH та виділяються основні його компоненти. Окреслюється різниця між термінами "health" та "well-being" як ключовими словами концепту. Автори наголошують, що в науковій літературі існує багато підходів та спроб визначити та описати це поняття, що призводить до неоднозначності термінології когнітивістики і, як наслідок, необхідності уточнювати застосовані у кожному випадку терміни.

Наголошується, що концепт ЗДОРОВ'Я/HEALTH в українській та англійській мовних картинах світу, який є культурозалежним, пов'язаний з менталітетом народу та належить до універсальних концептів, оскільки входить до мовної картини будь-якої етноспільноти, тому вважається дуже важливим для розуміння цінностей цієї спільноти. Для дослідження була обрана трикомпонентна структура концепту, яка дозволила порівняти понятійну, образну та ціннісну складові частини концептів, виокремити їх універсальні та етноспецифічні риси. Порівняльний аналіз лексикографічних джерел засвідчив, що при трактуванні поняття в українській мовній картині робиться акцент лише на фізичному здоров'ї, в той час як у англійській мовній картині розширюється семантика поняття, оскільки воно включає фізичне, психічне та духовне благополуччя без негативного впливу хвороби. Образи та асоціації у свідомості людини виникають на основі її індивідуального та колективного досвіду, тому найбільше відмінностей у вербалізації концепту простежується саме в образному складнику, який виявився значно багатшим та різноманітнішим в українського етносу. Так, українці порівнюють здоров'я з дикими, свійськими та домашніми тваринами, з рослинами, з природними об'єктами, з артефактами, з міцним мотузком, з професіями, які вимагають великої фізичної сили. До етноспецифічних образів англійської культури слід віднести порівняння здоров'я з сіллю. При співставленні образного складника концепту порівнюваних мов було виявлено і спільні риси, наприклад, здорова людина, яка тяжко працює, в обох лінгвокультурах викликає асоціації з конем. Порівняльний аналіз ціннісного складника проводився на основі паремійних одиниць, оскільки вони концептуалізують накопичені століттями спостереження та досвід людини в її повсякденному житті, виступають важливим засобом передачі народної мудрості, мають культурно-національну специфіку. Було виокремлено сім тематичних груп, які характеризують концепт ЗДОРОВ'Я як комплексне багатовимірне явище, яке включає фізичне, психічне, духовне здоров'я, соціальне благополуччя. Було встановлено, що в обох мовних картинах світу здоров'я вважається однією з найвищих нематеріальних цінностей та займає чільне місце у світогляді як українського, так і англійського народу. Важливою для обох лінгвокультур є необхідність збереження здоров'я, дотримання здорового способу життя та профілактика захворювань.

Ключові слова: когнітивна лінгвістика, концепт, здоров'я, вербалізація, інтернет-дискурс.

Moroz L. V., Yasnohurska L. M., Michuda N. M. The concept of ЗДОРОВ'Я/HEALTH in the English language worldview

The article examines the concept of ЗДОРОВ'Я/HEALTH and highlights its main components. The difference between the terms health and well-being as key words of the concept is outlined. The author emphasizes that in the scientific literature there are many approaches and attempts to define and describe this

concept, which leads to ambiguity in the terminology of cognitive science and, as a result, the need to clarify the terms used in each case.

The author examines the concept ЗДОРОВ'Я/ HEALTH in the Ukrainian and English paremia world-views. This concept is culture-specific, relevant to the folk mentality and belongs to the universal concepts, as it is included in the linguistic picture of any ethnic community, and, therefore, is deemed to be very important for understanding values of this community. The three-component structure of the concept chosen for the study allowed us to compare the conceptual, figurative and value components of the concepts, to distinguish their universal and ethno-specific features. A comparative analysis of lexicographic sources proved that when interpreting the concept in the Ukrainian linguistic picture, the emphasis is only on physical health, whereas the semantics of the concept expand in the English linguistic picture, as it includes physical, mental and spiritual well-being, without a negative impact of illness. Images and associations arise in a person's mind on the basis of his or her individual as well as collective experience, therefore, most of the differences in the verbalization of the concept can be observed precisely in the figurative component, which turned out to be much richer and more diverse in the Ukrainian ethnic group. Thus, Ukrainians compare health with wild and domestic animals, plants, natural objects, artifacts, a strong rope, professions that require a great physical strength. The comparison of health with salt should be included into the ethno-specific images of English culture. When comparing the figurative component of the concept in compared languages, common features were also revealed, for example, a healthy person who works hard is associated with a horse in both linguistic cultures. The comparative analysis of the value component was carried out on the basis of paremia units, since they conceptualize the observations accumulated over centuries and experience of a person in his or her everyday life, act as an important means of transmitting folk wisdom and are specific to one's culture and ethnicity. Seven thematic groups were identified which characterize the concept of health as a complex multidimensional phenomenon that includes physical, mental and spiritual health, as well as, social wellbeing. It was established that in both linguistic worldviews, health is considered to be one of the highest intangible values and occupies a prominent place in the worldview of both Ukrainian and English nations. Important for both linguistic cultures is the necessity of keeping health, maintaining a healthy lifestyle and preventing diseases.

Key words: cognitive linguistics, concept, health, verbalization, internet discourse.

Постановка проблеми. У другій половині ХХ століття увагу дослідників все більше почала привертати ментальна діяльність людини, де мова виступає вербалізатором та віддзеркаленням розумових процесів. «Дослідження того, як людина оперує символами, осмислюючи і світ, і себе в світі, об'єднало лінгвістику з іншими дисциплінами, що вивчають людину та суспільство, створивши когнітивну лінгвістику – напрям, у центрі уваги якого перебуває мова як загальний когнітивний механізм, як когнітивний інструмент – система знаків, що беруть участь у репрезентації (кодуванні) та трансформації інформації» [6, с. 112].

У рамках антропоцентричного підходу наукових досліджень вчені розглядають паремії як «енциклопедію народного життя, яка містить багато інформації для дослідження концептів» [1, с. 27]. Саме паремії відображають народну специфіку, яка пов'язана з історією, традиціями та звичаями, особливостями світосприйняття. Вони мають багатовікову історію, зберігають і передають еталони та стереотипи, які сформувались у свідомості певного етносу протягом століть і містять поведінкові стратегії людини, її цінності та ідеали, мораль, менталітет. Дослідження паремійних одиниць у зіставному аспекті сприяє вирішенню проблем фонових знань комунікантів завдяки виявленню паремійних аналогів, еквівалентів та етнокультурних лакун. До характерних

рис паремій ми відносимо структурно-композиційну завершеність, змістовну наповненість, лаконічність, усталеність. Виникати паремії можуть як комплікативним, так і імплікативним шляхом. Паремійні одиниці є засобами передачі культурно-історичних сенсів, які концептуалізують результати наївного пізнання світу й відображають ставлення суб'єкта до його складників [1, с. 27]. Саме тому свою наукову розвідку ми проводимо на основі паремійних одиниць української та англійської лінгвокультури.

Одним із центральних об'єктів дослідження когнітивної лінгвістики є концепт. Метою нашої статті є означення того, що таке концепт, та виділення основних компонентів концепту HEALTH.

Результати останніх досліджень. У науковій літературі існує багато підходів та спроб визначити та описати це поняття, що призводить до неоднозначності термінології когнітивістики і, як наслідок, необхідності уточнювати застосовані у кожному випадку терміни [6, с. 95]. На відміну від вчених (М.П. Бобро, О.О. Селіванова та її послідовники – Н.В. Слухай, В.М. Манакін), котрі вважають, що семантика мовленнєвого знака – це єдиний засіб формування змісту концепту, ми дотримуємось переконання, що спочатку формується досвід, новий феномен культури чи явище, а вже потім його вербалізатор. Слово є засобом доступу до концептуального знання людини, а концепт є результатом зіткнення значення слова з

особистим чи народним досвідом людини, посередником між словом та дійсністю [7, с. 200].

Викладення основного матеріалу. Оскільки концепт характеризується багатокомпонентною та багатоярусною структурою, яка виявляється за допомогою аналізу мовних засобів її репрезентації, то звернемося до визначення поняття здоров'я як ядра концепту у порівнюваних мовах. Для цього скористаємося тлумачними словниками, які допомагають якнайповніше розкрити зміст концепту.

Концепт проходить довгий шлях становлення, народжуючись з урахуванням слова у повному обсязі його змісту, включаючи конотацію і конкретно-чуттєві асоціації. Він поступово насичується інтелектуальним змістом і соціально-культурним досвідом, акумулює в собі найрізноманітніші асоціації, думки, тексти, вирає численні індивідуальні і групові враження про дане явище. Важливо розуміти, що концепт не статичний. Концепт – це живе знання, тобто динамічна функціональна освіта, продукт переробки вербального та невербального досвіду, він мінливий, плинний, інколи невловимий. Структура концепту включає все, що робить його культурним фактом: оригінальну форму (етимологію), історичну конденсацію до основних ознак змісту, сучасні асоціації, оцінку тощо.

Концептуалізація поширюється передусім на ті предмети і явища дійсності, що є актуальними та цінними для тієї чи іншої культури [7, с. 109]. Поєднавши різні підходи до трактування концепту, О.О. Селіванова подає визначення, котрим ми послуговуємося у нашому дослідженні: «Концепт – це семантичне утворення, відмічене лінгвокультурною специфікою, що тим чи іншим чином характеризує носіїв певної етнокультури; <...> це певний квант знання, що відображає всю людську діяльність. Концепт не безпосередньо виникає зі значення слів, а є результатом зіткнення словникового значення слова з індивідуальним та народним досвідом людини; концепт наділений емотивністю, конотаціями, має аксіологічну природу та «ім'я/імена» в мові» [7, с. 112–113].

Найважливішу тематичну групу утворюють паремії, які характеризують фізичне здоров'я людини. З точки зору медицини фізично здоровою вважають людину, у якої нормально функціонують усі органи, системи та організм в цілому. У народній свідомості українців цінність фізичного здоров'я людини осмислюється через усвідомлення позитивних наслідків доброго здоров'я як запоруки успішного життя, матеріального достатку: «Було б здоров'я, а все інше буде»; «Здоров'я – всьому голова»; «Коли голова здорова, будуть воли та корова» [4]. Слід згадати, що середня тривалість життя людини раніше була невеликою, тому культивувався образ фізично

сильної, міцної, огрядної людини, а богатирі ставали героями епосу.

Достатньо оглянути зміст повідомлень у засобах масової комунікації, щоб мати підстави вважати концепт HEALTH одним із важливих концептів сучасної західної цивілізації. Центральне місце питань здоров'я у людському спілкуванні зумовило інтерес лінгвістів до медичного дискурсу (тобто професійне спілкування між медиками), до спілкування медиків з пацієнтами та/або їх родичами, зокрема до стратегій і тактик під час огляду, консультації та лікування тощо [3, с. 514]. Нашим завданням є вивчення концепту HEALTH як індивідуального, групового та загальнонаціонального стану.

Постульовані багатьма дослідниками ознаки концепту – неізолюваність, <...> цілісність і нежорстка структурованість, динамізм і креативність як здатність змінюватися, поповнюватися новим знанням [5, с. 34] – підтверджують необхідність вивчення зміни парадигми здоров'я у XXI столітті, визначення його складових та їх семантики, окреслення головних та другорядних ознак (тобто ядра та периферії), що вербалізовані у сучасному комунікативному просторі Великої Британії та Сполучених Штатів Америки.

Більшість дослідників указує на те, що концепт характеризується багатокомпонентною та багатоярусною структурою, яка може бути виявлена через аналіз мовних засобів її репрезентації [8, с. 3]. Нашим першочерговим завданням є визначення самого поняття здоров'я як ядра концепту та головних його складових частин.

Зокрема, слід зазначити, що у медичній літературі, популярних журналах з питань здоров'я та інтернет-просторі поряд з терміном “health” все частіше вживається термін “well-being”, що піднімає питання, яке з цих понять слід вважати головним, тобто ядром концепту. Онлайн-словник медичних термінів визначає well-being як «досягнення хорошого чи задовільного існування відповідно до його означення індивідумом», тоді як для терміна “health” у тому ж словнику знаходимо посилання на низку статей з різних медичних видань: “Health is 1) a state of physical, mental, and social well-being [9], [10]; 2) a condition of physical, mental, and social well-being and the absence of disease or other abnormal condition. It is not a static condition [11], [12]; 3) a relative state in which one is able to function well: physically, mentally, socially, and spiritually in order to express the full range of one's unique potentialities within the environment in which one is living” [13; 14].

Виходить, що well-being – це поняття, через яке визначають здоров'я (health), а отже, це його компонент. Як видно з прикладів, виділяють біологічне, психологічне та соціальне благополуччя

(інколи додають духовне), що свідчить про розширення семантики поняття «здоров'я».

Слід зауважити, що в словниках 1988 (“The Random House College Dictionary Revised Edition”), 1993 (“New Webster’s Dictionary and Thesaurus of the English Language”), 1994 (“Oxford advanced learner’s”), 1998 (“Longman dictionary of English language and culture (new edition)”) років слово “health” застосовується лише для mind та body, а також часто синонімічне до відсутності захворювання. Таке ідеалістичне трактування не лише розширилось, але й змінило позиції, визначаючи здоров'я як стан відносний. Осями оцінки зараз є не відсутність чи наявність хвороби, а, як видно з прикладів, оцінка людиною свого стану, її намагання та можливості його покращити, вміння пристосовуватись до навколишнього середовища: «Здоров'я – це міра можливості окремої людини робити те, що вона хоче, та стати тим, ким вона хоче. Стани здоров'я чи хвороби – це вираження успіху чи невдачі, котру переживає організм у своїх спробах адаптуватися до викликів навколишнього середовища» [2, с. 88].

Підтвердженням трикомпонентності здоров'я є створення біопсихосоціальної (БПС) моделі, котра наголошує на ролі соціальних впливів на здоров'я (та хвороби) та відповідного психологічного досвіду. Теоретично модель було окреслено психіатром Рочестерського університету Джорджем Енгелем у 1977 році, а поглиблене дослідження БПС-моделі було здійснене Теодором Міллоном, котрий на практиці застосував даний підхід під час лікування, для профілактики та запобігання психічних розладів особистості [6, с. 300]. Досліджуваний нами матеріал та подані вище визначення підтверджують, що концепт HEALTH теж реалізовується у трьох напрямках – біологічному, психологічному та соціальному.

Сьогодні наукова медична література переглядає головні підходи до лікування та діагностики, зближуючись з прийомами альтернативної медицини. Ідеться про whole-person healing («NLP: Magic in practice») – посібник традиційного лікування), що довго вважалося прерогативою схід-

ного, альтернативного лікування. Сам термін “alternative medicine” часто вживається в парі з терміном “complementary medicine” або замінюється ним. Це пов'язано з тим, що довгий час альтернативна медицина протиставлялась західній (alternative, adj. (of one or more things) available as another possibility, mutually exclusive), коли зараз вона доповнює її (complementary, adj. (of two or more different things) combining in such a way as to form a complete whole or to improve or emphasize each other’s qualities).

Висновки. Таким чином, термін “health” включає в себе термін “well-being”, а не є його синонімічним відповідником. Соціокультурні зміни та процеси глобалізації спричинили зміни концепту HEALTH, який тепер складається з трьох головних компонентів – біологічного, психологічного та соціального, кожний з яких вимагає ретельного подальшого дослідження.

Концепт ЗДОРОВ'Я пов'язаний з менталітетом народу, із загальним контекстом культури та духовності, здоров'я визначає буття людини, оскільки воно є однією з найвищих онтологічних цінностей. В українській та англійській мовних картинах світу здоров'я визначає не лише існування людини, а й її співіснування та співпрацю з іншими, здатність жити повноцінним життям та отримувати від нього справжнє задоволення. Найбільше відмінностей при зіставленні об'єктивності концептів ЗДОРОВ'Я та HEALTH простежується в образному складнику концепту. В обох лінгвокультурах ціннісне осмислення здоров'я, розуміння його значущості в житті відбувається через призму власного та колективного досвіду людини і має широку тематичну класифікацію.

Перспективним вважаємо дослідження змін, які відбувалися у вербалізації концепту ЗДОРОВ'Я/HEALTH у процесі історичного розвитку. Дослідження концептів певної етнічної групи дає можливість зрозуміти та усвідомити особливості її культури та менталітету. Проведення подібних досліджень саме в рамках лінгвокультурології, на нашу думку, дасть найцікавіші та найвагоміші результати.

Література:

1. Бобро М.П. Аксіологічні та лінгвокультурні параметри концепту ЖИТТЯ як складника української концептосфери : дис. ... канд. філол. наук : 10.02.01 ; Харківський національний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди. Харків, 2018. 242 с.
2. Левченко О.П. Українсько-білорусько-болгарсько-польський словник порівнянь. Львів : Видавництво НУ «Львівська політехніка», 2011. 748 с.
3. Манакін В.М. Мова і міжкультурна комунікація : навчальний посібник. Київ : ВЦ «Академія», 2012. 288 с.
4. Милик О.В. Вербалізація концепту «здоров'я» в латинських пареміях. *Мовні і концептуальні картини світу*. 2013. Вип. 46 (2). С. 514–522.
5. Наколонко І.М. Концепт здоров'я та здорового способу життя у культурі й ментальності українців доіндустріального аграрного суспільства. *Вісник Маріупольського державного університету. Серія «Філологія, культурологія, соціологія»*. 2016. Вип. 11. С. 112–124.
6. Приходько А.М. Концепти і концептосистеми в когнітивно-дискурсивній парадигмі лінгвістики. Запоріжжя : Прем'єр, 2008. 332 с.

7. Селіванова О.О. Сучасна лінгвістика : термінологічна енциклопедія. Полтава : Довкілля-К, 2006. 716 с.
8. Слухай Н.В., Снитко О.С., Вільчинська Т.П. Когнітологія та концептологія в лінгвістичному висвітленні : навчальний посібник. Київ : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2011. 367 с.
9. Dubos R. *So Human An Animal*. London : Abacus, 1968. 191 p.
10. Dorlands Medical Dictionary. URL: <http://www.dorlands.com>.
11. Engel George L. The need for a new medical model. *Washington: Science*. 1977. Vol. 196. P. 129–136.
12. Longman Dictionary of English Language and Culture, 2 edition. London : Longman, 1998. 1592 p.
13. Miller-Keane. *Encyclopedia & Dictionary of Medicine, Nursing & Allied Health*, 7th edition / Miller-Keane, Benjamin F. Miller, Marie T. O'Toole, Marie T. (Ed.) O'Toole. Philadelphia : W.B. Saunders Company 2003. 2261 p.
14. *Mosby's Medical Dictionary*, 8th edition – St. Louis, MO: Elsevier Health Sciences, 2008. 2185 p.

References:

1. Bobro, M.P. (2018). Aksiolohichni ta linhvokulturni parametry kontseptu zhyttia yak skladnyka ukrainskoi kontseptosfery [Axiological and linguocultural parameters of the concept of life as a component of the Ukrainian conceptual sphere]: dys. ... kand. filol. nauk: 10.02.01. Kharkiv. [in Ukrainian]
2. Levchenko, O.P. (2011). *Ukrainsko-bilorusko-bolharsko-polskyi slovnyk porivnian* [Ukrainian-Belarusian-Bulgarian-Polish comparative dictionary]. Lviv: Vydavnytstvo NU "Lvivska politekhnika". [in Ukrainian]
3. Manakin, V.M. (2012). Mova i mizhkulturna komunikatsiia [Language and intercultural communication]: navch. posib. Kyiv: VTs "Akademiia" [in Ukrainian]
4. Mylyk, O.V. (2013). Verbalizatsiia kontseptu "zdorovia" v latynskykh paremiakh [Verbalization of the concept of "health" in Latin paremias]. *Movni i kontseptualni kartyny svitu*. Vyp.46(2). S. 514–522. [in Ukrainian]
5. Nakolonko, I.M. (2016). Kontsept zdorovia ta zdorovoho sposobu zhyttia u kulturi y mentalnosti ukrainsiv doindustrialnogo ahrarnoho suspilstva [The concept of health and healthy lifestyle in the culture and mentality of Ukrainians of pre-industrial agrarian society]. *Visnyk Mariupolskoho derzhavnoho universytetu. Seriya: Filolohiia, kulturolohiia, sotsioloheia*. Vyp. 11. S. 112–124. [in Ukrainian]
6. Prykhodko, A.M. (2008). Kontsepty i kontseptosystemy v kohnityvno-dyskursyvni paradyhmi linhvistyky [Concepts and concept systems in the cognitive-discursive paradigm of linguistics]. Zaporizhzhia: Premier [in Ukrainian]
7. Selivanova, O.O. (2006). *Suchasna linhvistyka: terminolohichna entsyklopediia* [Modern Linguistics: Terminological Encyclopedia]. Poltava: Dovkillia-K [in Ukrainian]
8. Slukhai, N.V., Snytko, O.S., & Vilchynska, T.P. (2011). *Kohnitoloheia ta kontseptoloheia v linhvistychnomu vysvitleni: navchalnyi posibnyk* [Cognitology and conceptology in linguistic coverage: a textbook]. Kyiv: Vydavnycho-polihrafichnyi tsentr "Kyivskiy universytet" [in Ukrainian]
9. Dubos, R. (1968). *So Human An Animal*. London: Abacus.
10. Dorlands Medical Dictionary. Retrieved from: <http://www.dorlands.com>.
11. Engel, George L. (1977). The need for a new medical model. *Washington: Science*. Vol. 196 P. 129–136.
12. Longman Dictionary of English Language and Culture (1998), 2 edition. London: Longman.
13. Miller-Keane *Encyclopedia & Dictionary of Medicine, Nursing & Allied Health* (2003), 7th edition [Miller-Keane, Benjamin F. Miller, Marie T. O'Toole, Marie T. (Ed.) O'Toole]. Philadelphia: W.B. Saunders Company.
14. *Mosby's Medical Dictionary* (2008), 8th edition. St. Louis, MO: Elsevier Health Sciences.

УДК 373.5.016:57

DOI <https://doi.org/10.32782/NSER/2024-6.05>

ДИДАКТИЧНО-ПРИКЛАДНЕ СПРЯМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СТЕЖКИ У НАВЧАЛЬНО-ВИХОВНІЙ РОБОТІ УЧНІВ ЗАКЛАДІВ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ

Решетюк Олеся Володимирівна

кандидат біологічних наук, доцент,

доцент кафедри ботаніки та природоохоронної діяльності

Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича

ORCID ID: 0000-0001-6620-5437

У статті обґрунтовано дидактично-прикладне спрямування екологічної стежки як засобу навчально-виховної роботи в закладах загальної середньої освіти. Визначено дидактичні основи екологічного виховання учнів та напрями використання екологічної стежки в освітньому процесі, зокрема для інтеграції теоретичних знань із практичними навичками. Доведено ефективність застосування краєзнавчих матеріалів у формуванні патріотичних і природоохоронних знань, навичок і цінностей у школярів. Проведено аналіз передового педагогічного досвіду та нормативної документації, які регулюють організацію екологічного виховання, визначено проблеми та перспективи їх практичного впровадження. Запропоновано методiku планування, створення, організації та функціонування екологічної стежки як дидактичного інструменту. Описано п'ять ключових етапів створення та функціонування екостежок, детально розглянуто процес **організації та функціонування маршрутів**. З'ясовано, що співдія учнів під час організації, експлуатації та реабілітації навчальних маршрутів сприяє підвищенню педагогічного ефекту від таких заходів та глибшому засвоєнню навчального матеріалу. Обґрунтовано методичні підходи та стратегії проведення екскурсій залежно від віку та психолого-фізіологічного розвитку учнів, запропоновано адаптувати завдання на маршруті за складністю – від простих спостережень до глибоких дослідницьких проєктів, формуючи поступовий розвиток аналітичного мислення та практичних навичок. Встановлено, що систематичне залучення школярів до практичної діяльності на екостежці, зокрема до польових досліджень, позитивно впливає на формування їхньої мотивації до вивчення природничих дисциплін. Матеріали дослідження можуть бути використані вчителями для проведення класної, позакласної, гурткової та дослідницької роботи, а також у процесі пізнавальної краєзнавчої діяльності учнів і студентів під час педагогічної практики у школі.

Ключові слова: екологічна стежка, екологічне виховання, практична діяльність, інтеграція знань, освітній процес, краєзнавство.

Reshetiuk O. V. Didactic and applied direction of ecological path in educational work of pupils of general educational institutions of Ukraine

The article substantiates the didactic and applied direction of the ecological path as a means of educational work in general educational institutions. The didactic bases of ecological education of pupils and directions of use of ecological path in educational process, in particular for integration of theoretical knowledge with practical skills are defined. The effectiveness of the use of local history materials in the formation of patriotic and environmental knowledge, skills and values in schoolchildren has been proved. An analysis of advanced pedagogical experience and regulatory documentation regulating the organization of environmental education has been carried out, problems and prospects for their practical implementation have been identified. The method of planning, creation, organization and functioning of the ecological path as a didactic tool is proposed. Five key stages of creation and functioning of eco-towers are described, the process of organization and functioning of routes is considered in detail. It was found that the co-operation of students in the organization, operation and rehabilitation of educational routes contributes to an increase in the pedagogical effect of such activities and a deeper assimilation of educational material. Methodical approaches and strategies for conducting excursions depending on the age and psychological and physiological development of students are substantiated, it is proposed to adapt tasks on the route in complexity – from simple observations to deep research projects, forming the gradual development of analytical thinking and practical skills. It has been determined that the systematic involvement of schoolchildren in practical activities at the eco-village, in particular in field research, has a positive effect on the formation of their motivation to study natural sciences. Research materials can be used by teachers for classroom, extracurricular, circle and research work, as well as in the process of cognitive local history activities of students and students during pedagogical practice at school.

Key words: ecological path, ecological education, practical activity, integration of knowledge, educational process, local history.

Постановка проблеми та її актуальність.

Екологічна освіта є однією з ключових складових частин сталого розвитку [7; 13; 23], адже формування екологічної свідомості у молодого покоління сприяє усвідомленню важливості збереження природних ресурсів і біорізноманіття. В умовах сучасних екологічних викликів, таких як зміна клімату, забруднення довкілля, збіднення фіторізноманіття та виснаження природних ресурсів, виникає потреба у практичних підходах до навчання, які дають можливість учням не лише отримувати знання, а й розвивати навички відповідального ставлення до природи. Формальна та неформальна екологічна освіта забезпечують комплексний підхід до виховання екологічно свідомої молоді, формують екологічне мислення, інтегруючи екологічні знання у повсякденну діяльність, сприяють розвитку практичних навичок відповідального ставлення до природи та формуванню активної громадянської позиції [18]. Необхідно постійно підвищувати рівень екологічної свідомості серед учителів та учнів, залучаючи їх до активної участі у природоохоронних заходах [7]. Залучення школярів до природоохоронної діяльності через організацію екскурсій на екологічних стежках є ефективним засобом розвитку екологічної компетентності [4], адже така діяльність поєднує теоретичні знання з практичним досвідом. Така форма природоохоронної освіти є надзвичайно ефективною [6], насамперед завдяки її неформальності та атрактивності. Однак, незважаючи на значні досягнення в екологічній освіті [4; 5; 21], залишаються деякі не вирішені проблеми, які потребують подальшої уваги. Зокрема, необхідно забезпечити систематичну інтеграцію екологічних стежок у навчальні програми, щоб вони стали невід'ємною частиною освітнього процесу. Важливо також розробити методичні рекомендації та навчальні матеріали для різних вікових груп учнів, які б сприяли ефективному використанню екологічних стежок у навчально-виховній роботі. Якщо ж зазначені проблеми будуть вирішені та буде забезпечений комплексний підхід до використання екологічних стежок в освітньому процесі, така форма екологічної освіти стане потужним інструментом у формуванні екологічної компетентності учнів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Основи екологічного виховання через безпосередній контакт із природою були закладені у працях відомих педагогів Джона Дьюї, Марії Монтесорі та Вільяма Кілпатріка, які наголошували на важливості дослідницької діяльності в природному середовищі [17; 19; 22]. В Україні ідеї екологічного виховання підтримували такі видатні діячі, як Г.Г. Ващенко, В.І. Вернадський, А.С. Макаренко та В.О. Сухомлинський [3; 10; 20]. Наприклад, В.О. Сухомлинський наголо-

шував на значенні спілкування з природою для формування моральності й емоційної чутливості дітей [20], педагогічні ідеї А.С. Макаренка включали важливі аспекти взаємодії дітей з природою для виховання гармонійної особистості, розвитку відповідальності та соціальних навичок [3]. Розробкою теоретичних і практичних питань методики екологічної освіти займалися М.Ф. Бойко, В.Е. Борейко, В.В. Вербицький, Я.П. Дідух [1; 14; 15; 17], а також педагоги-практики, які працювали з екологічними стежками, зокрема в природоохоронних та освітніх організаціях [9; 14]. Науковці та педагоги, зокрема Г.Г. Трофименко та Г.П. Пустовіт [5; 8], досліджували методичні аспекти організації екологічного виховання через екостежки та запропонували впровадження інтерактивних методів навчання (групові проекти, дослідницькі завдання, спостереження, створення творчих звітів учнів тощо). А.М. Дзекунів і В.Я. Книшук [2; 12] розробили декілька перспективних способів організації спостережень за природою (колективні та індивідуальні завдання для учнів під час проведення сезонних екскурсій, віконце у природу, творчий зошит, календар природи та праці людей). Роль екологічної стежки як освітнього інструмента розкривали Я.П. Дідух і співавтори [1], пропонуючи детальну методику створення та організації екологічних стежок на прикладі модельної стежки «Лісники» та завдань для учнів, спрямованих на формування екологічної культури. О.В. Решетюк і В.К. Терлецький аналізували екостежки в контексті сталого розвитку, пропонуючи триступеневу модель екологічної освіти – ознайомлення, дослідницька діяльність і підсумкове узагальнення. Їх праці акцентують на необхідності інтеграції екологічної грамотності у шкільну програму через екскурсії, творчі зошити та сезонні спостереження [7; 21]. Загалом сучасні дослідження показують, що прямий контакт із природою сприяє формуванню екологічної культури у школярів, а використання екологічних стежок в освітньому процесі базується на концепціях інтерактивного навчання, сталого розвитку та системного підходу [9; 15]. Екостежки виступають ефективним засобом для поглиблення знань і формування відповідального ставлення до природи, зокрема через залучення учнів до дослідницьких проєктів і практичних завдань на природі.

Тема екологічного виховання та освіти в Україні інтегрується у зміст сучасних шкільних предметів (біологія, географія, природознавство та основи здоров'я). У Державному стандарті освіти України закладені принципи сталого розвитку та екологічної грамотності, що є основою для побудови змісту навчання [11]. Однак підручники для 5–11 класів містять переважно теоретичний матеріал, тоді як практичний компонент недостатньо розвинений, що обмежує можливості

реалізації інтегрованих форм навчання [16]. Використання екологічної стежки компенсує цей недолік, оскільки це сприяє формуванню практичних навичок, розвитку творчого потенціалу та особистої відповідальності за природне середовище. Як зазначають науковці [12; 17], екостежки створюють умови для міжпредметної інтеграції та надають можливість впроваджувати елементи дослідницької роботи, що стимулює інтерес школярів до навчання і сприяє їх екологічній свідомості.

Мета статті: обґрунтувати методичні підходи до організації та використання природничих екскурсій на екологічній стежці з урахуванням вікових особливостей учнів шкільного віку, визначити дидактичні та прикладні аспекти екологічної стежки як інструменту інтеграції теоретичних знань і практичних навичок в освітньому процесі.

Виклад основного матеріалу дослідження. Вважаємо, що організація освітнього процесу в закладах загальної середньої освіти України повинна мати специфічне дидактично-прикладне спрямування [6], яке базується на сучасних вимогах екологізації освіти та особливостях психолого-фізіологічного розвитку учнів. З огляду на це розроблення навчальної екологічної стежки, яка функціонує на постійній основі неподалік від закладу загальної середньої освіти, створює належні умови для підвищення ефективності всього освітнього процесу в школі, адже екологічна стежка є унікальним педагогічним інструментом для організації навчально-виховної роботи, що поєднує в собі теоретичне та практичне навчання, сприяючи розвитку у школярів екологічної свідомості та навичок екологічної грамотності. Застосування екологічної стежки як дидактичного засобу дозволяє інтегрувати природничі науки в єдину систему знань і забезпечити учням не лише теоретичні, а й практичні знання про природні процеси та явища. Освітня, розвивальна та виховна функції екостежки передбачають її інтеграцію в освітню систему для досягнення як теоретичних, так і прикладних цілей навчання з акцентом на екологічне виховання, розвиток практичних умінь учнів і формування відповідального ставлення до природи.

Для формування екологічної стежки (чи мережі стежок) вчителю залежно від виробничої доцільності необхідно розуміти різні класифікаційні підходи, які визначають потенційні можливості цієї принципово нової форми екологічного виховання учнів [1; 6]. Зокрема, потрібно враховувати типологію стежок відповідно до спрямування навчально-виховної роботи і рівня використання наочного матеріалу. За цільовим призначенням екологічні стежки бувають трьох типів: 1) *Спеціалізовані* (призначені для тематичного огляду, враховують вік, рівень підготовки, спрямованість пізнавальної діяльності) із підти-

пами: а) *наукові* екологічні стежки (спрямовані на поглиблене вивчення явищ або об'єктів, можуть бути тематичними, вузькопрофільними, сезонними, повторними, періодичними); б) *навчальні* екологічні стежки (спеціально підготовлений екскурсійний маршрут ознайомлювального спрямування, тематичні екскурсії, що найбільше відповідають дидактичному спрямуванню екологічної освіти та формуванню екологічної свідомості); в) *рекреаційні* екологічні стежки (поєднання дидактичних методів пізнавальної діяльності з методикою оздоровчих заходів, відпочинку учнів, формування валеологічних нормативів здоров'я, гігієнічні та валеологічні аспекти виховного процесу, враховують сезон року, фізичну підготовку учнів, їхні побажання та можливості); г) *лікувально-оздоровчі* екологічні стежки (близькі до рекреаційних, але мають оздоровче спрямування; елемент гартування здоров'я учнів; передбачають систему фізичних навантажень і методику їх виконання); д) *освітньо-ресурсні* екологічні стежки (показові, загальноосвітні, еталонні стежки; музеї під відкритим небом, що сприяють підвищенню рівня екологічної та природоохоронної освіти школярів); 2) *Комплексні екологічні стежки* (мають широке спрямування, одночасно поєднують функції декількох підтипів спеціалізованих екологічних стежок, різні елементи дидактичного підходу, дають учням більше вражень і переконань, що сприяє більш стійкому засвоєнню найважливіших дидактичних вимог); 3) *Туристичні екологічні стежки* (найбільш поширені в практиці шкільної роботи, їх вирізняє дистанційна спрямованість із відповідним фізичним навантаженням і виконання певної екологічної програми пізнавального спрямування, близькі до рекреаційних та лікувально-оздоровчих стежок) із підтипами: спортивні, велосипедні, байдарочні, водні, гірські, спелеологічні тощо.

Окремо визначають довжину маршруту (1–2, до 12 км) або його тривалість (2–4, до 6 год), розташування (лінійні, кільцеві, радіальні, зигзагоподібні), складність проходження (легкі, помірні, складні), складність пропонованої інформації (залежно від віку учнів та ступеня розвитку), спосіб пересування на маршруті (пішохідні, велосипедні, кінні) тощо. У всіх випадках екологічні стежки повинні поєднувати в собі три основні властивості: 1) привабливість (забезпечується поєднанням таких ознак: краса місцевих ландшафтів, їх мальовничість і пейзажність; унікальність природних об'єктів; різноманітність елементів рельєфу та різноманітність ландшафтів); 2) доступність маршрутів (безпека пересування екскурсантів); 3) інформативність місцевих об'єктів і явищ, які можуть бути використані вчителем на маршруті. Така різна тематична забарвленість та рівень пізнавального та фізичного

навантаження дозволяє учителю наочно продемонструвати учням основні принципи існування живих організмів та неживої матерії у природі, красу рідної природи та посилити екологічну спрямованість процесу навчання.

З'ясовано, що для створення та постійного функціонування екологічної стежки як навчального інструменту з подальшим впровадженням в освітній процес вчителю необхідно передбачити виконання п'яти етапів та спеціальних робіт (табл. 1), які становлять систему її постійної експлуатації: підготовчо-організаційний, методичний, конструктивний, експлуатаційний (навчально-виховний, оцінювальний), реабілітаційний етапи. Кожен з цих організаційних етапів несе в собі певну частину загального дидактичного спрямування виховної екологічної роботи вчителя середньої школи.

Ці етапи поєднують технічну та методичну складові частини організації та функціонування навчальної екологічної стежки і разом можуть забезпечити комплексний підхід до створення й ефективного використання маршруту в освітньому процесі. Вважаємо, що залучення учнів до різних етапів, їх активна участь у створенні, функціонуванні та утриманні стежки сприяє формуванню екологічної компетентності, розвиває відповідальність, пізнавальний інтерес, доповнюючи ті завдання, які учні виконують під час проведення екскурсій.

Важливо у процесі підготовки екологічної стежки (*підготовчий етап*) визначити такі об'єкти, відвідування яких найбільше відповідатиме призначенню маршруту. Для кожного з об'єктів рекомендуємо встановити оцінку його рекреаційних цінностей за 10-бальною шкалою (табл. 2).

Таблиця 1

Основні етапи організації та функціонування навчальної екологічної стежки

№	Етапи роботи	Характер виконання
1	Підготовчо-організаційний	Аналіз природного середовища та відповідності території вимогам безпеки та зручності для різних вікових груп учнів. Вибір місця для екостежки. Планування ресурсів (фінансових, матеріальних, кадрових). Залучення фахівців для проектування стежки (екологів, дизайнерів, педагогів). Розробка загального плану і графіка робіт. Розробка маршруту. Визначення довжини маршруту, часу проходження, зон відпочинку та небезпечних ділянок. Складання проекту екологічної стежки (оформлення та затвердження документації). Зміцнення покриття стежки, облаштування маршруту інформаційними аншлагами, маршрутними знаками, лісовими меблями. Планування оглядових майданчиків
2	Методичний	Розробка навчальних планів і програм для різних вікових груп учнів, тематичних та оглядових екскурсій. Створення методичних рекомендацій для вчителів та екскурсіводів. Підготовка роздаткових матеріалів для проведення екскурсій (плакати, брошури, пам'ятки тощо). Розробка групових та індивідуальних завдань під кожен тематичну екскурсію для учнів різного віку. Підготовка спеціальних практичних природоохоронних заходів, що організуються на маршруті. Інструктажі з техніки безпеки
3	Конструктивний	Проектування та облаштування екологічної стежки (створення маршрутів, картосхеми, встановлення інформаційних стендів, озеленення території). Забезпечення безпеки на стежці (розробка та впровадження заходів безпеки для учасників екскурсій). Облаштування інфраструктури (лавки, місця для відпочинку, санітарні зони тощо)
4	Експлуатаційний	
	4.1. Навчально-виховний	Проведення тематичних екскурсій, навчальних заходів на екологічній стежці. Реалізація інтегрованих уроків з екології, біології та природознавства. Організація практичних занять, екологічних ігор, майстеркласів на місці
	4.2. Оцінювальний	Збір зворотного зв'язку від учасників екскурсій та вчителів. Оцінка ефективності екологічної стежки в освітньому процесі. Аналіз результатів діяльності (вплив на знання учнів, екологічну свідомість, активність у природоохоронній діяльності)
5	Реабілітаційний	Організація систематичного (регулярного) догляду за станом окремих об'єктів екостежки (озеленення, ремонт, оновлення інформаційних матеріалів). Внесення змін і удосконалень на основі зворотного зв'язку та змін у навчальних програмах. Розширення та оновлення екостежки, додавання нових елементів чи розширення маршруту

Таблиця 2

Оцінка компонентів екологічної стежки (в балах)

Компоненти	Бал	Компоненти	Бал
Наявність природоохоронних об'єктів	10	Сосновий ліс	5
Наявність історичних об'єктів	10	Дубовий ліс	6
Наявність пам'ятників	8	Мішаний ліс (не зарослий)	6
Наявність місць паркування машин	5	Мішаний ліс (зарослий кущами)	3
Наявність під'їзних шляхів	5	Кущі. Лісові культури	2
Природні луки	6	Рідкісні види рослин	10
Джерела питної води	10	Рідкісні види тварин	10
Озеро	8	Лікарські види рослин	5
Став	6	Ягідники, гриби, дикорослі плодови	6
Річка	8	Наявність мальовничого ландшафту	8
Болото проходиме	2	Сільгоспугіддя	0
Наявність альтанок, навісів	4	Джерела забруднення середовища	0
Наявність мережі стежок	4	Активні кровосисні комахи	0

Відібрані окремі об'єкти повинні бути атрактивними, контрастними, входити до складу змінних ландшафтів високої естетичності (лісові ділянки, водойми, геологічні утворення, рідкісні види флори і фауни), включати об'єкти та явища із навчальної програми для закладів загальної середньої освіти (екологічна, естетична та пізнавальна цінність). Об'єкти поєднують у єдиний маршрут, при створенні якого враховують також його доступність, безпеку та інформативність.

Методичний етап передбачає педагогічне та методичне наповнення екостежки, що забезпечує її навчально-виховну функцію, ефективність як засобу навчання, формує екологічну свідомість учнів і сприяє вихованню бережливого ставлення до природи. Розробка ефективної методики використання екостежки та організації екскурсій орієнтується на систему прийомів, методів та організаційних форм роботи, які спрямовані на реалізацію навчально-виховних завдань шляхом інтеграції природничого середовища в освітній процес. Якісна методика дозволяє забезпечити гармонійне поєднання теоретичних знань із практичними спостереженнями, засвоїти знання, розвинути практичні навички, одночасно сприяючи екологічному вихованню та розвитку учнів. Як перспективні нами визначено такі методи роботи на екостежці: спостереження (вивчення природних об'єктів і процесів, фотосинтез, міграція тварин); практична діяльність (вимірювання температури, вологості чи визначення видового складу рослин); проведення простих дослідів (аналіз якості води, визначення рівня забруднення ґрунту); групова робота (конкретні завдання для флористів, зоологів, екологів); дослідницький метод (виявлення екологічних проблем на території стежки та розробка шляхів їх вирішення). Серед форм організації роботи ми визначаємо такі: навчальні екскурсії (повноцінні заняття на природі, інтегровані у шкільну

програму); позакласні заходи (квести, ігри, тематичні екологічні акції); проектна діяльність (розробка учнями мінідосліджень, наприклад, «Зміни в екосистемі протягом року»); гурткова робота (біологія, географія чи екологія). Методичне забезпечення екостежки є ключовим етапом для її інтеграції в освітній процес. Воно включає розробку педагогічних матеріалів, визначення тематичного спрямування та організацію процесу екскурсій. Основні аспекти методичного забезпечення:

- визначення тематики екскурсій (аналіз навчальних програм і вибір основних тем: екосистеми (ліс, степ, водойма), види рослин і тварин (охоронювані, місцеві), екологічні проблеми (антропогенний вплив, збереження біорізноманіття), краєзнавчі аспекти; врахування сезонних змін у природі для тематичного наповнення екскурсій: наприклад, дослідження весняного пробудження природи, осіннього листопаду, зимової адаптації організмів);

- розробка планів та сценарію екскурсій (складання структурованого плану для кожної екскурсії; продумування активностей для учнів: наприклад, спостереження, завдання для групової роботи, інтерактивні заняття: вікторини, екологічні проекти). Сценарій повинен передбачати не лише пізнавальні, а й можливі дослідницькі завдання. Таку роботу доцільно розподілити між учнями, пропонуючи їм конкурс на кращий сценарій екскурсії. Якщо вчитель проведе підготовчу роботу серед учнів, то така форма написання сценарію може мати несподівані позитивні ефекти;

- розробка завдань і матеріалів (підготовка запитань, тестових завдань, схем); створення роздаткових дидактичних матеріалів (робочі зошити чи аркуші із завданнями: для фіксації спостережень, відповідей на запитання); схеми, карти або брошури про об'єкти маршруту; підготовка необхідного обладнання;

– інструктаж з техніки безпеки (чіткі інструкції з правил поведінки на маршруті; проведення інструктажу перед кожною екскурсією; дотримання безпеки на маршруті; ознайомлення із потенційними небезпеками; підготовка до надзвичайних ситуацій (наявність аптечки та контактних даних для екстреного виклику допомоги));

– методичний супровід педагогів (підготовка навчальних посібників або методичних рекомендацій для вчителів, які проводять екскурсії; проведення тренінгів або інструктивних занять для педагогів, зразки планів-конспектів екскурсій);

– оцінка результатів і зворотний зв'язок (аналіз того, наскільки досягнуто навчальні цілі, як учні засвоїли матеріал: тестування, творчі завдання; внесення корективів у тематичне наповнення або методи проведення). Методи оцінювання та підсумки роботи: фіксація результатів (учні записують свої спостереження в зошити чи заповнюють анкети); обговорення (аналізують отримані дані, роблять висновки, захищають власні проекти); творчі завдання (малювання, написання творів чи складання мінізвітів про побачене). Форми оцінювання: групові, індивідуальні, парні, класні, позакласні, аудиторні, позааудиторні. Форми рефлексії: осмислення, проектування, регулювання діяльності.

Для чіткого спрямування маршруту стежки її позначають орієнтирами (маркерами), на маршруті вивішують аншлаги (рекомендуючі, інформаційні, попереджувальні), облаштовують станції, стаціонарні дослідницькі майданчики. Рекомендуючі аншлаги сповіщають учням напрямок маршруту, порядок поведінки на маршруті, місця відпочинку тощо. Попереджувальні спрямовані на дотримання техніки безпеки і охорону природних об'єктів. Інформаційні аншлаги – це основна наочна демонстрація на стежці. Таку роль виконують щити з описанням важливих для експонування об'єктів або явищ. Біля аншлагу вчитель завжди може провести захопливу бесіду з учнями, зосередити їх увагу на важливих для запам'ятовування фактах. Серед інформаційних стендів повинні бути відомості про рідкісні види рослин і тварин, які можуть зустрітися на маршруті, лікарські та отруйні види рослин, особливі компоненти місцевого ландшафту (старі дерева, камені, мальовничі пейзажі тощо). Інформація про них може бути доповнена зображеннями та фотографіями. Усе це привертає увагу учнів, покращує запам'ятовування об'єктів, сприяє закріпленню необхідних знань і навичок. Ось декілька прикладів такої інформації, яку вчитель повідомляє учням (залежно від маршруту та завдань екскурсії):

1) *лісові мурашники* (їх доцільно обгородити, якщо вони знаходяться поблизу екологічної стежки). «Кожне гніздо мурашок знищує протя-

гом дня до 2000 комах, а протягом літа близько 2-х мільйонів. Це значно більше, ніж знищує ціла родина будь-яких корисних птахів. Мешканці одного мурашника полюють на площі до одного гектара. Винищуючи шкідників лісу, вони запобігають виникненню осередків масового розмноження шкідливих комах. Ось чому мурашник доцільно не лише обгородити, а й паспортизувати (скласти на нього відповідні записи, а поруч виставити інформаційний щит)»;

2) *фітопатогенні захворювання* (смоляний рак, *рак-сірянка* на сосні, викликаються «іржастими грибами»). «Спостерігаємо виразки на грубих гілках або на стовбурі дерева. Зверніть увагу, що виразки можуть бути до 2-х метрів завдовжки, кора на місці виразки опадає, а зі зруйнованих смоляних ходів витікає живиця – смола, яка поступово чорніє на повітрі (окислюється). Шпильки уражених дерев сіріють, а крона всихає вище місця ураження. Поступово уражене дерево всихає цілком»;

3) *галечник і «порхалище»* для птахів (створюють поблизу струмочка, джерела, на галявині). «Тут птахи, наприклад, лісові тетеруки, чистяться і «запасують» дрібні камінці, заковтуючи їх цілком. Якщо птахи не нагромадять у шлунку запас камінців, вони загинуть взимку навіть при наявності рослинних кормів, бо не зможуть їх перетравити. А ще тут птахи «купаються», позбавляючись комах-паразитів і старого пір'я, що випадає»;

4) на стовбурах сосон, що зростають на суходолі, і на поверхні ґрунту можна побачити *покрив рунистих лишайників*. Це унікальні рослини, пристосовані до екстремальних перепадів температури, вологості, світла. Вони добре протистоять витоптуванню, конкуренції інших рослин. Водночас лишайники погано переносять забруднення повітря, тому місця їх зростання свідчать про особливу чистоту повітря, корисну і для людського здоров'я;

5) *бобри селяться на берегах* повільно протікаючих лісових річок. Ця цінна хутряна тваринка влаштовує тут нори, хатки та загати. Загати бобри будують спільно, використовуючи їх задля підтримки певного рівня води у річці протягом року. Взимку бобри, уявіть собі (!), спускають частину води, щоб між кригою та водою утворився простір. Там вони годуються заготовленими з осені гілками осики, верби, горобини.

Експлуатаційний етап (навчання учнів, польові дослідження) тривалий у часі, тому відбуваються негативні прояви впливу на навколишнє середовище (витоптування рослинного покриву, прояви ерозії ґрунтів, ушкодження рослин, засмічення території тощо). Для експлуатації екологічної стежки необхідні різні форми рекомендацій і обмежень. Рекомендації стосуються правил поведінки учнів у природі. Такі правила вивішують

у вигляді аншлагів та закликів, обговорюють перед початком екскурсії. Обмеження пов'язані з часовими (сезонні обмеження) та площинними (концентрація екскурсантів у межах екологічної стежки і заборона віддалятися від маршруту) показниками. Окрім чисто екологічних вимог, площинні обмеження пов'язані з технікою безпеки.

Для ефективного навчання учнів на експлуатаційному етапі нами визначено етапність організації та проведення екскурсії на екостежці. Така методика організації природничих екскурсій орієнтується на три етапи та 13 підетапів: *підготовчий* (1. визначення мети, основні питання, завдання; 2. розробка маршруту: вибір зупинок на стежці (об'єкти для спостережень, природні феномени, місця для експериментів), врахування безпечності маршруту і доступності для учнів, підготовка картосхеми маршруту; 3. підготовка методичних матеріалів, форм і методів подання матеріалу; 4. організація інструктажу з техніки безпеки; 5. підготовка необхідного обладнання), *основний* (1. вступна частина: ознайомлення учнів із маршрутом, метою екскурсії, короткий опис природних умов місцевості (екосистеми, основні об'єкти); 2. зупинки маршруту (на кожній зупинці організовується: огляд природного об'єкта, опис його особливостей, зв'язок з темою екскурсії; спостереження та аналіз (учні виконують завдання; дослідницька робота (проведення простих експериментів); 3. використання інтерактивних запитань, ігор чи мінізмагань впродовж маршруту, робота в групах); 4. з підведення підсумків на останній зупинці, узагальнення матеріалу), *підсумковий* (1. обговорення результатів: аналіз спостережень та виконаних завдань, розгляд цікавих фактів, виявлених під час екскурсії; 2. творчі та дослідницькі завдання: написання рефлексивних творів або створення малюнків на основі побаченого, складання звітів, схем чи графіків на основі проведених досліджень; розробка проєктів; 3. закріплення знань: проведення тестів, вікторин або інтерактивних занять; використання отриманих даних на подальших уроках, у проєктах; 4. оцінювання: вчитель оцінює активність учнів під час екскурсії, правильність виконання завдань та їхню участь у підсумкових обговореннях).

Вчитель може використовувати екостежку в навчально-виховній роботі досить часто, оскільки її інтеграція у різні види діяльності робить навчання більш різноманітним та практично орієнтованим. Частота використання залежить від предмета, тематики навчального матеріалу, місцевих умов та умов організації освітнього процесу в конкретному закладі загальної середньої освіти. Сезонність – важливий чинник, який визначає частоту використання маршрутів екостежки. Найбільш сприятливі періоди для прове-

дення екскурсій – весна/осінь (можливе використання маршрутів екостежки 2–3 рази на місяць). У межах роботи літніх таборів можна організувати регулярні заняття. Взимку (залежно від умов) екостежку можна використовувати рідше (наприклад, для вивчення адаптації природи до зимових умов). Загалом у навчально-виховному процесі ми рекомендуємо використовувати екскурсії в рамках тематичних уроків 1–2 рази на місяць (природознавство: ознайомлення з природними об'єктами наочно; біологія: спостереження за природними процесами (рослинність, екосистеми, сезонні явища); географія: вивчення ландшафтів, природних зон, кліматичних умов; екологія: дослідження стану довкілля, антропогенних змін). Якщо ж навчальна програма передбачає вивчення тем, що потребують спостережень чи польових досліджень, екостежка може бути використана частіше. Екостежка може стати платформою для регулярного спостереження за природою (1–2 рази на місяць) або довгострокових проєктів, які тривають упродовж усього навчального року. Такі можливості екостежки використовують у позакласній роботі (гурткова, проєктна діяльність, проведення екологічних акцій та заходів). Корисною екостежка є і для виховної роботи, формування екологічної культури. Прикладом таких завдань можуть бути виховні години (1–2 рази на семестр), організація природоохоронних заходів (прибирання території, висадка дерев) та проведення інтерактивних заходів (квести, екологічні ігри).

Експлуатація екологічної стежки, безсумнівно, вимагає систематичного догляду за станом окремих її об'єктів. Учні надзвичайно тонко реагують на якість таких робіт і, що особливо важливо, охоче беруть у них участь самотужки. Іноді вчителю доводиться змінювати маршрут, аби певну зіпсовану ділянку залишити для натуральної самореабілітації. Змінюючи маршрут, вчитель може одночасно провести реабілітаційні роботи: рихлити ґрунт, розстелити кляпті дерену, посадити кущі та дерева на місці зіпсованих тощо. Учні охоче виконують цю працю в процесі екскурсії. До речі, такі залишені для натуральної самореабілітації ділянки можуть використовуватись як наочний елемент здатності природи до самовідновлення.

Окремо слід відзначити очищення від сміття, яке накопичується в процесі експлуатації стежок. Такі роботи доводиться проводити щороку. Найкращий час для їх проведення – весна, коли все навколо оновлюється і коли сама праця з очищення довкілля є формою екологічного виховання молоді (акції, суботники). При цьому необхідно прищеплювати молоді належні правила поведінки під час перебування на екологічній стежці:

1) забороняється зривати будь-які рослини, які зростають поблизу стежки;

2) зі стежки не можна виносити додому жодні сувеніри, окрім нових пізнань, вражень, малюнків і фотознімків;

3) категорично забороняється знищення або лапання будь-яких тварин;

4) на паливо, якщо передбачається розпалити вогнище, можна збирати лише сухостій, а для розпалювання – дрібні сухі тріски;

5) розкласти вогнища можна лише в спеціально відведених місцях;

6) рух стежкою має відбуватися без зайвого шуму, щоб не викликати занепокоєння тварин, тому не можна брати із собою радіоприймачі тощо;

7) з тієї ж причини не можна брати із собою собак;

8) за собою на стежці або поблизу від неї не залишати будь-яке сміття.

Отже, використовуючи різноманітну інформацію про рослини і тварин рідного краю, особливі елементи ландшафту та інші важливі об'єкти природи, вчитель може скласти для учнів надзвичайно цікаву розповідь-мандрівку по екологічній стежці. Усі етапи формування, експлуатації та реабілітації екологічної стежки можуть бути використані вчителем саме з дидактичних міркувань. Чим більше учні вкладатимуть власну працю у формування такої стежки, тим більшого педагогічного ефекту досягне вчитель такими заходами. Особливістю методики використання екостежки в освітньому процесі є її комплексність (поєднання навчання, виховання та практичної діяльності), сезонність (тематика екскурсій змінюється залежно від пори року), практичність (створення умов для розвитку практичних навичок) та інтегрованість (залучення знань із різних предметів). Переваги методики: забезпечує тісний зв'язок між теорією та практикою, сприяє розвитку інтересу до природничих наук, формує екологічну культуру та відповідальність за природу, стимулює самостійну пізнавальну діяльність учнів.

Використання екологічної стежки вимагає від учителя певного рівня методичної підготовки, такий урок провести значно складніше, ніж у приміщенні школи. Власне, саме про такі уроки писали відомі українські педагоги Г. Ващенко і В. Сухомлинський [3; 20]. Вони називали такі уроки вікнами в природу. Саме такі уроки-екскурсії дають можливість вчителю досягти максимального виховного та навчального результату.

Вважаємо, що вчителю-біологу необхідно використовувати різні сучасні підходи до планування та проведення екскурсій на екологічній стежці, завдяки чому можна досягти більшої ефективності в екологічному вихованні учнів. Зокрема, нами визначено вісім ключових стратегій, які стануть у нагоді під час планування екскурсій на екостежці.

1. *Когнітивно-інтерактивний підхід*. Використовує інтерактивні методи для залучення учнів до активної діяльності під час екскурсії, що сприяє глибшому засвоєнню матеріалу. Наприклад, використання ігор, рольові та практичні (визначення видів рослин чи тварин) завдання, творчі вправи, які дозволяють учням не лише спостерігати, але й здійснювати дослідження, аналізувати інформацію та робити висновки. Це підвищує рівень зацікавленості та активності учнів під час навчання. Врахування різних типів навчання (візуального, аудіального, кінестетичного) дозволяє охопити ширшу аудиторію учнів.

2. *Метод проєктів* є однією з найефективніших форм навчання, що дозволяє учням застосовувати знання на практиці через дослідження реальних проблем і ситуацій. Інтеграція екологічних стежок в систему проєктної діяльності дає можливість залучити учнів до дослідницької роботи, що стимулює їхню активність, сприяє глибшому розумінню природних процесів, формує екологічну свідомість. При організації екскурсій на екостежці такий підхід можна реалізувати через планування та реалізацію проєктів, пов'язаних з вивченням природного середовища. Учні, виконуючи проєкти на екостежках, мають змогу вивчати реальні природні процеси та екологічні проблеми. Наприклад, учні можуть підготувати проєкт з оцінки стану екології на конкретній території або провести дослідження впливу антропогенної діяльності на природні ресурси. Завдання учнів можуть включати збір даних, обробку результатів та презентацію висновків для класу або громади. Важливо, щоб проєкти охоплювали не тільки етапи дослідження природи, а й розробку шляхів вирішення екологічних проблем, які спостерігаються під час екскурсій. Це дасть змогу учням розвивати навички критичного мислення, дослідження, практичного застосування знань, вміння працювати з інформацією та колективно вирішувати проблеми. Використання методу проєктів активно сприяє інтеграції різних навчальних предметів, таких як географія, біологія, екологія, математика (для обробки статистичних даних) і навіть мистецтво (для візуалізації результатів).

3. *Проблемно орієнтований підхід* на екскурсіях дозволяє учням не лише спостерігати, але й активно вирішувати конкретні екологічні проблеми. В основі цього підходу лежить вирішення конкретних проблемних ситуацій під час проведення екскурсій, що розвиває критичне мислення учнів та навички вирішення проблем у природних умовах. Під час екскурсії можна поставити перед учнями проблему, наприклад: «Як впливає забруднення води на біорізноманіття у місцевій водоймі?» або «Яким чином зміни клімату відображаються на локальних екосистемах?» Це може бути питання збереження біорізноманіття, очищення

водойм, захисту рідкісних видів. Наприклад, під час екскурсії лісовою екостежкою учні можуть отримати завдання проаналізувати стан місцевих екосистем і запропонувати практичні рішення для їх покращення. Такий підхід спонукає учнів до активного збору даних, проведення досліджень та обговорення шляхів вирішення проблеми, що розвиває їхнє критичне мислення і здатність до вирішення проблем, сприяє розвитку самостійності та відповідальності учнів за навколишнє середовище. Учні не лише отримують нові знання, але й розвивають навички колективної роботи, аналізу та системного підходу до вирішення складних екологічних питань. Проблемно орієнтовані екскурсії дозволяють учням бачити реальні наслідки людської діяльності та формувати відповідальне ставлення до природи.

4. *Екологічний підхід* до організації маршруту, орієнтований на екологічні стежки, може включати спеціально облаштовані маршрути, які поєднують вивчення природних об'єктів та екологічних процесів з навчальними завданнями. Наприклад, це може бути створення «вікон у природу», де учні можуть спостерігати за змінами в екосистемах залежно від сезону року. Такі стежки можуть бути як короткими, так і більш складними, з різними рівнями складності завдань для учнів різного віку.

5. *Емоційно-ціннісний підхід* полягає в тому, щоб через емоційне сприйняття природи сформувати у школярів відчуття відповідальності за її збереження. Цей підхід передбачає не лише отримання інформації про природу, а й формування особистісних цінностей і ставлення до довкілля. Під час екскурсій учні мають можливість не лише спостерігати за природними об'єктами, але й активно взаємодіяти з ними – фіксувати враження через малюнки, фотографії, писати твори, що допомагають осмислити побачене. Такі творчі завдання дозволяють учням по-новому поглянути на природу, сприяють глибшому емоційному залученню. Важливим елементом емоційно-ціннісного підходу є естетичне сприйняття природи. Це можуть бути завдання на створення ескізів, написання поетичних творів чи складання вражень про подорож, що підвищує рівень творчого вираження учнів і сприяє розвитку їх емоційної сфери.

6. *Міжпредметний підхід* передбачає організацію екскурсій, що поєднують знання різних предметів (біологія, географія, хімія, екологія, основи здоров'я, мистецтво). Це дозволяє створити інтегрований освітній процес, використовуючи STEAM-технології. Наприклад, учні можуть вивчати екологічні проблеми крізь призму мистецтва, створюючи екоплакати або малюнки, що відображають їхнє бачення екологічних проблем і рішень. Це допомагає розширити межі знань

учнів, розвиваючи в них не тільки практичні навички, але й креативне мислення. Використання міжпредметних зв'язків дозволяє учням краще усвідомлювати важливість екологічних процесів і їх взаємозв'язок із іншими науковими дисциплінами.

7. *Групова діяльність* під час екскурсій допомагає розвивати соціальні навички (співпраці, комунікації, взаємодії), формує командну роботу, підвищує рівень відповідальності кожного учасника за результат групової роботи, що важливо для формування *soft skills* учнів під час організації їхнього навчання. Екскурсії можна організувати так, щоб учні працювали в малих групах, виконуючи завдання, спрямовані на дослідження природних об'єктів або вирішення екологічних задач (спільне планування маршрутів, колективні дослідження, обговорення проблемних ситуацій). Це дасть можливість учням обмінюватися думками, розвивати їхні дослідницькі навички та більш глибоко занурюватися в обрану тему. Групова робота може охоплювати створення звітів, презентацій, підготовку рекомендацій для збереження природних ресурсів. Така діяльність також допомагає формувати в учнів колективну відповідальність за прийняті рішення. Групова діяльність також сприяє розвитку лідерських якостей, адже учні можуть обирати відповідальні ролі у групі (лідери, аналітики, дослідники). Крім того, після екскурсії кожна група може презентувати свої висновки перед іншими, що дає можливість кожному учневі висловити свої думки, узагальнити інформацію та покращити комунікативні навички.

8. *Індивідуалізація навчання*. Цей підхід зосереджений на індивідуальних інтересах та потребах учнів. Наприклад, під час екскурсій можна пропонувати учням вибір між кількома напрямками дослідження (флора, фауна, екологічний стан території тощо). Це сприяє глибшому зануренню в обрану тему, а також дає можливість кожному учневі реалізувати свої інтереси і таланти.

Зазначені стратегії можуть бути основою для формування власного підходу вчителя-біолога до організації екскурсій на екостежці в контексті екологічного виховання як окремо, так і у поєднанні. Вважаємо, що планувати та проводити екскурсії на екологічних маршрутах необхідно, інтегруючи нові педагогічні тенденції, зокрема проєктно орієнтоване навчання, проблемно орієнтований підхід та активні методи навчання. Це не тільки дозволить сприяти розвитку екологічної свідомості учнів, а й забезпечить глибше розуміння природи та її складних взаємозв'язків. Як приклад, підхід вчителя до організації екскурсій на екологічних стежках може бути спрямований на розвиток інтерактивних та активних методів навчання, які включають проблемно орієнтовані

завдання, групову діяльність та проєктно орієнтовані методи. Це забезпечить комплексний підхід до екологічного виховання, стимулюючи розвиток екологічної свідомості та практичних навичок учня, необхідних для вирішення актуальних екологічних проблем. Цей підхід не тільки покращує знання учнів, але й формує у них готовність до активних дій у збереженні навколишнього середовища.

Після кожної екскурсії важливо проводити рефлексію, де учні можуть обговорити, що вони дізналися, що їх здивувало або зацікавило. Оцінка здійснюється не тільки через традиційні методи тестування, а й через аналіз практичних результатів, зокрема через звіти, презентації, групові проєкти. Це дає змогу учням краще усвідомити свою роль в освітньому процесі та оцінити свій внесок у вирішення екологічних проблем.

Використання цифрових технологій у навчанні дозволяє ввести елементи віртуальних екскурсій, дистанційного спостереження за природними об'єктами, а також використання геоінформаційних систем для дослідження природних територій. Це може бути особливо корисним у випадках, коли фізичні екскурсії через різні обставини неможливі або коли необхідно дослідити об'єкти, що недоступні для відвідування через екологічні чи логістичні обмеження.

Отже, застосування різних підходів до планування та проведення екскурсій дозволяє зробити процес навчання більш ефективним, інклюзивним та цікавим для учнів, створити ефективне середовище для навчання. Це не лише покращує засвоєння теоретичних знань, але й дає учням можливість активно залучатися до процесу дослідження, вирішення реальних проблем і розвитку важливих компетенцій, таких як критичне мислення, співпраця та комунікація. Завдяки таким підходам екскурсії стають не лише засобом передачі знань, а й інструментом розвитку соціальних і наукових навичок учнів. Підхід, спрямований на розвиток інтерактивних та активних методів навчання, які включають проблемно орієнтовані завдання, групову діяльність і проєктно орієнтовані методи, забезпечить комплексне становлення екологічного виховання, стимулюючи розвиток екологічної свідомості та практичних навичок, необхідних для вирішення актуальних екологічних проблем. Це не тільки покращує знання учнів, але й формує у них готовність до активних дій у збереженні навколишнього середовища.

Для забезпечення ефективності навчання на екологічній стежці необхідно правильно підібрати методи та форми роботи, що відповідають віковим особливостям учнів. Організація екскурсій на екостежці потребує детального планування, адаптованого до вікових, фізіологічних, психологічних та пізнавальних особливостей учнів, рівня

їх розвитку. Цей підхід не лише забезпечує ефективне засвоєння матеріалу, але й сприяє формуванню емоційного зв'язку з природою. Маршрути для різних вікових категорій учнів повинні відрізнятися за рівнем складності, часом проведення, експонатами, завданнями, методами, формами роботи та активностей. Завдання для екскурсій мають ускладнюватися поступово, оскільки з кожним класом учні набувають більше знань та навичок і можуть виконувати більш складні аналітичні, дослідницькі й творчі завдання. Наприклад, у 6-му класі учні здебільшого займаються спостереженнями та описами природних явищ (наочно-образне мислення). Завдання акцентуються на безпосередньому сприйнятті природи через прості завдання на опис і визначення видів рослин і тварин. Основні теми: знайомство з природним середовищем, значення природи для людини, рослини й тварини навколишнього середовища. Приклади завдань: спостереження за рослинами/тваринами, визначення їх за зовнішніми ознаками; простий аналіз змін у природі (наприклад, пошук слідів тварин чи впливу погодних умов); завдання на визначення видів за допомогою визначника або мобільних додатків. Методи проведення: використання ігрових методик, загадок, квестів, інтерактивних вправ; демонстрація наочності: гербарії, ілюстрації, мініекспонати; емоційно забарвлене пояснення із залученням елементів сюрпризу; прості спостереження та аналіз. Форми активностей: ігри на відкритому повітрі («Знайди рослину», «Хто тут живе?»); малювання побаченого в природі; колективна посадка дерев або квітів із поясненням їхньої ролі в природі. Форми роботи: колективне обговорення, короткі розповіді вчителя, інтерактивні ігри («Хто перший знайде дуб?»).

Планування тем, методів проведення та форм активності для учнів 7–9 класів відрізняється за рівнем загальної біологічної підготовки, віковими особливостями мислення (здатні до абстрактного мислення, можуть встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, робити висновки та узагальнення), пізнавальної діяльності, самостійності (здатність до дослідницької діяльності та ініціативи у пошуку відповідей). Акцент робиться на поглиблене дослідження природних процесів, розвиток аналітичного мислення. Для цього використовуються когнітивно-інтерактивні методи: учні проводять спостереження, аналізують зібрані дані, виконують практичні завдання з науководослідницьким підходом. Завдання можуть включати проведення простих екологічних вимірювань, опис різних видів рослин та тварин, аналіз їхнього середовища існування. Використовуються методи проблемно орієнтованого навчання, коли учні разом з учителем аналізують екологічні проблеми на місцевому рівні. Основні теми: вплив

людини на природу, способи охорони навколишнього середовища, екологічна рівновага, аналіз екологічного стану, спостереження за динамікою екосистем, моделювання природних процесів. Методи проведення: проблемний пошук; лабораторні дослідження (вимірювання чистоти води, ґрунту); робота з приладами; обговорення екологічних проблем із залученням прикладів із місцевості; елементи дослідження; використання мультимедійних засобів (відео, презентації). Форми активностей: створення екологічних плакатів чи буклетів; участь у прибиранні природних територій із подальшим аналізом; моделювання ситуацій (як запобігти екологічній катастрофі). Форми роботи: екскурсійна бесіда, виконання мініпроектів, рефлексія (обговорення вражень). У 7-му класі учні вже мають базові знання про екосистеми та взаємозв'язки між організмами. Завдання стають більш комплексними, і учні починають працювати з такими поняттями, як ланцюги живлення та вплив людини на екосистеми. Завдання вимагають глибшого аналізу і спостереження: складання ланцюгів живлення, аналіз взаємозв'язків між організмами; спостереження за різними типами екосистем і їх компонентами (біотичними й абіотичними); практична робота з оцінки екологічного стану місцевості; завдання на створення карт або схем екосистем з позначенням різних видів та їхнього місця в ланцюгах живлення. У 8-му класі учні переходять до більш складних та системних завдань, що вимагають розуміння ландшафтів, їхніх змін під впливом природних і антропогенних факторів, а також вміння проводити глибший аналіз. Завдання стають більш аналітичними та потребують застосування навичок картографії та екологічного аналізу: аналіз змін ландшафтів під впливом людини, складання карт природних і антропогенних змін; оцінка впливу різних факторів на екосистеми та пропозиції щодо поліпшення стану довкілля; робота з картами ландшафтів, складання більш складних схем з урахуванням усіх змін – як природних, так і антропогенних; складання рефератів або есе з аналізом змін у природі, що викликаються діяльністю людини. У 9-му класі завдання аналітичні, учні починають працювати з даними та більш складними концепціями: моделювання екосистем, складання моделей екосистем і дослідження того, як різні фактори впливають на їхній стан, аналіз довгострокових змін (наприклад, оцінка змін ландшафтів та екосистем протягом року), практичне дослідження, виконання досліджень на місцевості (наприклад, аналіз ґрунтів, води або рослинності).

Учні старших класів (10–11 класи) відрізняються високим рівнем знань, здатні до критичного мислення, прогнозування, аналізу великих обсягів інформації, сформованими навичками дослідницької роботи та готовністю до самостій-

ного аналізу складних екологічних питань. Для старшокласників важливим є розв'язання комплексних екологічних проблем, розгляд природних процесів у контексті глобальних екологічних викликів, тому завдання на маршруті екостежки повинні бути орієнтовані на практичну значущість, пов'язуватись з інноваціями, технологіями, а теми екскурсій – бути прикладними, відповідати їхньому інтересу до майбутньої професії чи суспільних питань. Методика організації роботи включає проєктний підхід, де учні можуть працювати над дослідницькими проєктами, що включають аналіз екологічних процесів на стежці, порівняння стану природних екосистем тощо. Використовуються міжпредметні зв'язки з біологією, хімією, географією для вивчення хімічних властивостей ґрунту, води, а також процесів, що впливають на збереження екосистем. Основні теми: глобальні екологічні проблеми, екологічне законодавство, сталий розвиток. Методи проведення: організація дискусій, дебатів на екологічні теми; експертний аналіз; проведення дослідницьких проєктів і роботи з джерелами інформації; аналіз статистичних даних і робота з картами. Форми активностей: написання наукових есе або участь у конкурсах екопроєктів; творчі завдання; відвідування екологічних підприємств, заповідних об'єктів; проведення досліджень і розробка планів збереження природи в регіоні. Форми роботи: групові проєкти (рольові: дослідники, аналітики, дизайнери); мозковий штурм; експедиції з поглибленим вивченням природних об'єктів; польові нотатки; екодебати, вебінари, консультації; презентація результатів. У 10-му класі учні вже повинні вміти виконувати більш складні дослідження, аналіз даних і пропозицій щодо збереження природи, порівняльний аналіз, працювати з науковими джерелами, аналізувати екологічні процеси, писати наукові роботи, статті, доповіді. В 11-му класі завдання для старшокласників спрямовані на глибокий аналіз, дослідження та наукову діяльність (підготовка наукових досліджень на екологічну тему, аналіз екологічних процесів у конкретній місцевості чи екосистемі, розробка проєктів зі збереження довкілля, природних ресурсів або відновлення деградованих ландшафтів, пропозиції щодо покращення екологічного стану території).

Тобто відбувається ускладнення завдань через підвищення рівня аналітики (з кожним класом учні не лише спостерігали, але й аналізували, робили висновки про взаємозв'язки між компонентами природи та їх зміни), комплексності завдань (від опису чи спостереження до складання карт, роботи з даними, оцінювання впливу різних чинників на природу), збільшення рівня творчості (учні старших класів не лише фіксують факти, але й пропонують рішення проблем або створюють власні проєкти щодо збереження природи), участі

у наукових дослідженнях (з 9-го класу учні починають працювати з реальними науковими даними, виконувати експериментальні дослідження). Таке ускладнення допомагає учням розвивати наукові та дослідницькі навички, критичне мислення, здатність до глибшого аналізу та творчості в роботі з природним середовищем, готуючи їх до серйозної екологічної роботи та участі в реальних проєктах на рівні старшої школи.

Дидактичне планування екскурсій повинно включати ретельний вибір теми екскурсії, методів і форм роботи, інструментів для фіксації отриманих знань, міжпредметну інтеграцію. Дидактичний аспект екостежки передбачає поглиблення знань з природничих дисциплін, вивчення природних процесів, екосистем, біорізноманіття, а також знань про вплив людини на природу тощо. Формування теоретичних знань учнів відбувається за допомогою методів спостереження, експерименту, аналізу та інтерактиву. Дидактичний аспект забезпечує засвоєння учнями знань про місцеву флору і фауну, розуміння екологічних зв'язків у природі, розвиває критичне мислення через аналіз екологічних проблем. Прикладний аспект екостежки – у практичній діяльності (збір даних про природні об'єкти, вимірювання фізичних параметрів, проведення досліджень). Розвиток навичок відбувається через спостереження за природою, використання екологічного обладнання, аналіз і презентацію результатів досліджень, виконання проєктів. Дидактично-прикладний підхід у використанні екологічної стежки полягає в поєднанні теоретичних знань з практичними навичками, що робить освітній процес більш інтегрованим та ефективним. Цей підхід активно інтегрує навчальні предмети і створює умови для застосування міжпредметних зв'язків, що важливо для формування у школярів комплексних екологічних уявлень.

Планування та проведення екскурсій на екостежці вимагає системного підходу, враховуючи освітню програму, сезонність і готовність учнів. Інтеграція екологічних стежок у навчальну програму є важливим кроком до розвитку екологічної свідомості в учнів та забезпечення практичного застосування знань з природничих дисциплін. На нашу думку, існує декілька способів інтеграції екологічних стежок в освітній процес: включення екологічних стежок у навчальні плани, позакласна та проєктна діяльність, залучення учнів до проведення екскурсій, інтеграція в міждисциплінарне навчання, розробка методичних матеріалів, залучення громадських організацій та екологічних ініціатив. На початку необхідно визначити роль екологічних стежок у навчальній програмі, запропонувати спільні проєкти для учнів і вчителів з розробки або вдосконалення екологічних стежок. Далі потрібно проводити

навчальні екскурсії, залучаючи учнів до активного вивчення навколишнього середовища. Паралельно потрібно розвивати позакласні ініціативи та співпрацю з екологічними організаціями для підтримки природоохоронної діяльності, працювати над методичними посібниками для вчителів і учнів, що включають завдання, рекомендації та правила екскурсій. Така діяльність значно підвищить мотивацію учнів до вивчення природи та екологічної відповідальності.

Інтеграція екскурсій в освітній процес має свої особливості. Якщо проводити екскурсії на початку теми відповідно до навчального плану, то вони можуть виконувати роль мотиваційного етапу, коли учням пропонуються практичні спостереження, які згодом пояснюються на уроках. Переваги: учні отримують наочний досвід, який стимулює інтерес до подальшого вивчення теми. Недоліки: потребує ретельної підготовки матеріалу вчителем, оскільки пояснення мають бути доступними без попереднього вивчення. Якщо проводити екскурсії в середині вивчення теми, то екскурсія може бути організована як частина вивчення теми, коли учні вже знайомі з основними поняттями. Переваги: учні можуть застосувати отримані знання на практиці (спостереження, аналіз, вимірювання). Недоліки: може вимагати додаткового часу для обговорення результатів після екскурсії. Якщо проводити екскурсії на завершенні теми, то екскурсія використовується для узагальнення та систематизації знань. Переваги: закріплюються знання, учні мають можливість оцінити реальні екосистеми на основі вивчених теоретичних понять. Недоліки: результати можуть бути менш ефективними, якщо екскурсія не супроводжується рефлексією та аналізом. Якщо ж екскурсія проводиться незалежно від навчальної програми, то деякі екскурсії можуть мати ознайомчий характер, інші можуть систематизувати знання чи формувати практичні навички.

Висновки. Екскурсії на екологічних стежках повинні стати невід'ємною частиною освітнього процесу в закладах загальної середньої освіти. Використання екостежки на постійній основі стимулює когнітивну, емоційну та практичну активність учнів завдяки використанню міжпредметних підходів, інтерактивних методів, дослідницьких проєктів і групових завдань, що сприяє розвитку пізнавальних, дослідницьких та екологічних компетентностей учнів, забезпечує гармонійне поєднання теорії та практики, формує патріотичне, екологічне, природоохоронне мислення та свідомість, відповідальне ставлення до природи, особливо якщо воно базується на ідеях інтерактивного навчання, системного підходу та концепції сталого розвитку. Екологічні стежки відрізняються за цільовим призначенням,

мають різну тематичну забарвленість і рівень пізнавального, фізичного навантаження. Експерсії в природу необхідно розробляти залежно від віку та психолого-фізіологічного розвитку учнів, завдання адаптувати за складністю – від простих спостережень до глибоких дослідницьких проєктів, формуючи поступовий розвиток аналітичного мислення та практичних навичок. Різноманітність підходів до організації експерсій дозволяє адаптувати процес навчання під різні вікові категорії учнів, що забезпечує більш ефективне засвоєння природничих знань. Методика використання екостежки у навчально-виховній роботі передбачає співдію учнів під час організації, експлуатації та реабілітації навчальних маршрутів, що сприяє підвищенню педагогічного ефекту від таких заходів та засвоєння навчального матеріалу.

Розроблені методичні рекомендації та підходи до організації експерсій на екологічних стежках

мають велике практичне значення для освітніх закладів. Вони сприятимуть впровадженню розроблених підходів у шкільну практику, інтеграції екологічних стежок в освітній процес, використанню інноваційних методів навчання. Практичні рекомендації щодо організації екологічних стежок можуть бути корисними для вчителів біології, географії, природознавства, а також для керівників позашкільних екологічних гуртків, що працюють із дітьми та підлітками. Перспективи подальших досліджень: важливо вивчити вплив експерсій на формування екологічної свідомості учнів, розробити детальні методичні матеріали для різних вікових груп учнів, дослідити ефективність використання екологічних стежок як інструменту для формування міжпредметних зв'язків і підвищення якості екологічної освіти, інтеграції природничих експерсій у міжпредметне навчання.

Література:

1. Екологічна стежка (методика, організація, характеристика модельної стежки «Лісники») / Я.П. Дідух та ін. Київ : Фітосоціоцентр, 2000. 88 с.
2. Книшук В.Я. Спостереження за навколишньою природою та їх узагальнення (в початкових класах). *Початкова школа*. 1982. № 1. С. 26–29.
3. Макаренко А.С. *Твори*. Київ : Знання, 1991. 395 с.
4. Павленко Л.С. Сталий розвиток у шкільній екологічній освіті: проблеми та перспективи. *Освіта України*. 2020. № 5 (3). С. 12–18.
5. Пустовіт Г.П. Екологічне виховання учнів у процесі дослідницької роботи. Хмельницький, 1994. 124 с.
6. Решетюк О.В. Формування екологічних уявлень на екологічній стежці. *Проблеми екології людини* : матеріали наук.-практ. конф. Луцьк, «Надстир'я», 2004. С. 105–107.
7. Решетюк О.В., Терлецький В.К. Екологічна освіта у збалансованому розвитку суспільства. Стратегія сталого розвитку України: завдання освіти щодо її реалізації. *Освіта для збалансованого розвитку : III Всеукраїнський форум*. Київ : Центр екологічної освіти та інформації, 2017. С. 30–33.
8. Трофименко Г.Г. Інтерактивні методи у викладанні екології. *Наукові записки Національного педагогічного університету ім. М.П. Драгоманова. Серія «Педагогічні науки»*. 2018. № 123 (4). С. 67–74.
9. Бабюк Л.М. Теоретико-методологічні засади наукового обґрунтування створення екологічних стежок. *Природа Західного Полісся та прилеглих територій*. 2010. № 7. С. 71–76. URL: <https://evnuir.vnu.edu.ua/handle/123456789/1416>.
10. Вернадський В.І. Біосфера і ноосфера. 1991. 287 с. URL: http://gromada-i-misto.org/wp-content/uploads/2017/11/Vernadskiy-Biosfera_Noosfera.pdf.
11. Державний стандарт базової середньої освіти. 2020. URL: <https://mon.gov.ua/osvita-2/...derzhavniy-standart-bazovoi-serednoi-osviti>.
12. Дзекунов А.М. Навчальна експерсія в системі шкільної та позашкільної освіти. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. 2014. № 8 (42). С. 114–125. URL: <https://repository.sspu.edu.ua/server/.../content>.
13. Краснянська Н.Д., Слободянюк О.Р. Сталий розвиток та екологічна освіта. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах*. 2021. № 74. Т. 3. С. 31–34. URL: http://www.pedagogy-journal.kpu.zp.ua/archive/2021/74/part_3/7.pdf.
14. Мосьпан Л.В. Методика проведення експерсій з біології. 2014. URL: <https://mospanludmila>.
15. Організаційні механізми створення та функціонування екологічних стежок : монографія / за заг. ред. Т.М. Микитина. Рівне : Волин. обереги, 2018. 182 с. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/13254/1/...BA.pdf>.
16. Підручники. Міністерство освіти і науки України. Загальна середня освіта. URL: <https://mon.gov.ua/tag/...serednya-osvita>.
17. Практика реалізації педагогічних проєктів : навчально-методичний посібник до курсу / авт.-упоряд. І.В. Єгорова. Івано-Франківськ, 2021. 112 с. URL: <https://kpibs.pnu.edu.ua/wp-content/...92.pdf>.
18. Про концепцію екологічної освіти в Україні. *Рішення колегії Міністерства освіти і науки України № 13/6-19 від 20.12.2001*). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v6-19290-01#Text>.
19. Розпутна М.В. Філософські погляди Джона Дьюї у контексті діяльності метафізичного клубу : дис. ... к.ф.н. : 09.00.05. Київ. 2023. С. 177. URL: <https://shron1.chtyvo.org.ua/...02laep0g2p812egim4tjme6>.
20. Сухомлинський В.О. Сто порад учителям. *Вибрані твори в 5 т.* 658 с. URL: https://pedagogy.lnu.edu.ua/departments /.._100porad.pdf.

21. Терлецький В.К., Ольхова-Марчук Н.В., Кушнір В.В. Екологічна освіта для сталого розвитку суспільства. *Екологічна освіта*. 2021. С. 24–28. URL: <http://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2021/5/7.pdf>.
22. Montessori M. *The Discovery of the Child*. New York: Ballantine Books, 1967. 588 p. URL: <https://ia601505.us.archive.org/32...text.pdf>.
23. Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives. *UNESCO. Digital Library*. 2017. 66 p. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247444>.

References:

1. Ekolohichna stezhka (metodyka, orhanizatsiia, kharakterystyka modelnoi stezhky “Lisnyky”). (2000). [Ecological trail (methodology, organization, characteristics of the model trail “Foresters”).] Ya.P. Didukh [ta in.]. K. : Fitosotsiotsentr. 88 s. [in Ukrainian]
2. Knyshchuk, V.Ia. (1982). Sposterezhennia za navkolyshnoiu pryrodou ta yikh uzahalnennia (v pochatkovykh klasakh) [Observation of the surrounding nature and their generalization (in elementary grades)]. *Pochatkova shkola*. №1. S. 26–29. [in Ukrainian]
3. Makarenko, A.S. (1991). *Tvory [Works]*. K.: Znannia. 395 s.
4. Pavlenko, L.S. (2020). Stalyi rozvytok u shkilnii ekolohichnii osviti: problemy ta perspektyvy [Sustainable development in school environmental education: problems and prospects]. *Osvita Ukrainy*. 5(3). S. 12–18. [in Ukrainian]
5. Pustovit, H.P. (1994). Ekolohichne vykhovannia uchniv u protsesi doslidnytskoi roboty [Environmental education of students in the process of research]. *Khmelnyskyi*. 124 s. [in Ukrainian]
6. Reshetiuk, O.V. (2004) Formuvannia ekolohichnykh uiavlen na ekolohichnii stezhitsi [Formation of ecological representations on the ecological path]. *Problemy ekolohii liudyny: materialy nauk.-prakt. konf. Lutsk, “Nadstyria”*. S. 105–107. [in Ukrainian]
7. Reshetiuk, O.V., Terletsykyi, V.K. (2017). Ekolohichna osvita u zbalansovanomu rozvytku suspilstva [Environmental education in a balanced development of society]. *Stratehiia staloho rozvytku Ukrainy: zavdannia osvity shchodo yii realizatsii: III Vseukrainskyi forum “Osvita dlia zbalansovanoho rozvytku”*. Kyiv, Tsentr ekolohichnoi osvity ta informatsii. S. 30–33. [in Ukrainian]
8. Trofymenko, H.H. (2018). Interaktyvni metody u vykladanni ekolohii [Interactive methods in teaching ecology]. *Naukovi zapysky NPU im. M. P. Drahomanova. Pedagogichni nauky*. 123(4). S. 67–74. [in Ukrainian]
9. Babiuk, L.M. (2010). Teoretyko-metodolohichni zasady naukovooho obgruntuvannia stvorennia ekolohichnykh stezhok [Theoretical and methodological foundations of scientific substantiation of creation of ecological paths]. *Pryroda Zakhidnoho Polissia ta prylehlykh terytorii: zb. nauk. pr. Lutsk. № 7*. S. 71–76. Retrieved from: <https://evnuir.vnu.edu.ua/handle/123456789/1416> [in Ukrainian].
10. Vernadskyi, V.I. (1991). Biosfera i noosfera [Biosphere and Noosphere]. 287 s. Retrieved from: http://gromada-i-misto.org/wp-content/uploads/2017/11/Vernadskiy-Biosfera_Noosfera.pdf [in Ukrainian].
11. Derzhavnyi standart bazovoi serednoi osvity (2020). [State standard of basic secondary education]. Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy. Retrieved from: <https://mon.gov.ua/osvita-2/...derzhavnyi-standart-bazovoi-serednoi-osviti> [in Ukrainian].
12. Dzekunov, A.M. (2014). Navchalna ekskursiia v systemi shkilnoi ta pozashkilnoi osvity [Educational excursion in the system of school and out-of-school education]. *Pedagogichni nauky: teoriia, istoriia, innovatsiini tekhnolohii*. № 8 (42). S. 114–125. Retrieved from: <https://repository.sspu.edu.ua/server/.../content> [in Ukrainian].
13. Krasnianska, N.D., Slobodianiuk O.R. (2021). Stalyi rozvytok ta ekolohichna osvita [Sustainable development and environmental education]. *Pedagogika formuvannia tvorchoi osobystosti u vyshchii i zahalnoosvitnii shkolakh*. №74. T.3. S. 31–34. Retrieved from: http://www.pedagogy-journal.kpu.zp.ua/archive/2021/74/part_3/7.pdf [in Ukrainian].
14. Mospan, L.V. (2014). Metodyka provedennia ekskursii z biolohii [Methods of conducting excursions in biology]. Retrieved from: <https://mospanludmila> [in Ukrainian].
15. Orhanizatsiini mekhanizmy stvorennia ta funktsionuvannia ekolohichnykh stezhok : Monohrafiia. (2018). [Organizational mechanisms for the creation and functioning of ecological trails] / pid zah. red. Mykytyna T.M. Rivne : Volyn. oberehy, 182 s. Retrieved from: <https://ep3.nuwm.edu.ua/13254/1/...BA.pdf> [in Ukrainian].
16. Pidruchnyky. [Textbooks]. Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy. Zahalna serednia osvita. Retrieved from: <https://mon.gov.ua/tag/...serednya-osvita> [in Ukrainian].
17. Praktyka realizatsii pedagogichnykh proektiv: navchalno-metodychnyi posibnyk do kursu. (2021). [Practice of implementation of pedagogical projects: teaching guide to the course] / avt.-uporiad. I.V.Iehorova. Ivano-Frankivsk/ 112 s. Retrieved from: <https://kpibs.pnu.edu.ua/wp-content/...92.pdf> [in Ukrainian].
18. Pro kontseptsiiu ekolohichnoi osvity v Ukraini [On the concept of environmental education in Ukraine]. Rishennia kolehii Ministerstva osvity i nauky Ukrainy (№13/6-19vid 20.12.2001). Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v6-19290-01#Text> [in Ukrainian].
19. Rozputna, M.V. (2023). Filosofski pohliady Dzhona Diui v konteksti diialnosti metafizychnoho klubu [John Dewey’s philosophical views in the context of the metaphysical club]. *Dys. na zdobuttia nauk. stupenia k.f.n., spets. 09.00.05 – istoriia filosofii*. Kyiv. S. 177. Retrieved from: <https://shron1.chtyvo.org.ua/...021aep0g2p812egim4tjme6> [in Ukrainian].
20. Sukhomlynskyi, V.O. Sto porad uchytelvi [One hundred tips to the teacher]. *Vybrani tvory v 5 t.* 658 s. Retrieved from: https://pedagogy.lnu.edu.ua/departments /..._100porad.pdf [in Ukrainian].

-
21. Terletskyi, V.K., Olkhova-Marchuk, N.V., & Kushnir, V.V. (2021). Ekolohichna osvita dlia staloho rozvytku suspilstva [Environmental education for sustainable development of society]. *Ekolohichna osvita: naukovo-praktychnyi zhurnal*. S. 24–28. Retrieved from: <http://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2021/5/7.pdf> [in Ukrainian].
 22. Montessori, M. (1967). *The Discovery of the Child*. New York: Ballantine Books. 588 p. Retrieved from: <https://ia601505.us.archive.org/32.....text.pdf>.
 23. Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives. UNESCO. (2017). Digital Library. 66 p. Retrieved from: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247444>.
-

УДК 37.01:38.02

DOI <https://doi.org/10.32782/NSER/2024-6.06>

ГРОМАДЯНСЬКА НАУКА У ВИЩІЙ ОСВІТІ: МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД ДЛЯ СПРИЯННЯ СТАЛОМУ РОЗВИТКУ

Скуйбіда Олена Леонідівна

кандидат технічних наук, доцент,

доцент кафедри охорони праці і навколишнього середовища

Національного університету «Запорізька політехніка»

ORCID ID: 0000-0003-1488-8568

Публікація присвячена аналізу ролі громадянської науки в закладах вищої освіти та її внеску в досягнення Цілей сталого розвитку ООН. Громадянська наука, що передбачає активну участь громадян у наукових дослідженнях, має значний потенціал для вирішення глобальних екологічних, соціальних та освітніх проблем. У статті наводяться приклади успішної реалізації проектів громадянської науки в академічному середовищі, які показали її ефективність як інструменту для сприяння сталому розвитку, підвищення інклюзивності освіти та покращення екологічної свідомості населення. У процесі дослідження розглядається міжнародний досвід інтеграції громадянської науки в освітні програми університетів та її освітній потенціал. Через участь у громадянських наукових проєктах люди отримують можливість долучитися до наукових досліджень, що не лише покращує доступ до наукових даних, але й сприяє усвідомленню важливості сталого розвитку та посиленню громадянської відповідальності. Також у статті наголошується на використанні новітніх інформаційно-комунікаційних технологій для збору та аналізу даних, що допомагає підвищити ефективність громадянської науки та зробити її більш доступною для молоді. Окремо звертається увага на важливість системної комунікації між науковцями та громадянськими дослідниками для забезпечення зворотного зв'язку та підвищення якості зібраних даних. Незважаючи на численні переваги, громадянська наука стикається з певними викликами, зокрема з проблемою якості метаданих та необхідністю забезпечення належної комунікації між учасниками. Наведено рекомендації щодо програм професійного розвитку для науково-педагогічних працівників з питань громадянської науки, що дозволить підвищити обізнаність і кваліфікацію академічного персоналу у цій галузі. Таким чином, громадянська наука є однією з можливостей для досягнення цілей сталого розвитку, зокрема підвищення якості освіти, а також розвитку екологічної свідомості та формування активного суспільства. Її інтеграція в освітні програми закладів вищої освіти може значно сприяти розвитку сучасної освіти та науки.

Ключові слова: громадянська наука, сталий розвиток, вища освіта, якісна освіта, екологічна свідомість, партнерство науки і громадян.

Skuibida O. L. Citizen science in higher education: International experience to promote sustainable development

The paper is devoted to analyzing the role of citizen science in higher education institutions and its contribution to achieving the United Nations Sustainable Development Goals. Citizen science, which involves the active participation of citizens in scientific research, has significant potential for addressing global environmental, social, and educational challenges. The article presents examples of successful implementation of citizen science projects in the academic environment, demonstrating its effectiveness as a tool for promoting sustainable development, enhancing the inclusiveness of education, and improving environmental awareness of population. The research process explores international experience in integrating citizen science into university educational programs and reveals its educational potential. Through participation in citizen science projects, individuals gain the opportunity to engage in scientific research, which not only improves access to scientific data but also contributes to the awareness of the importance of sustainable development and the strengthening of civic responsibility. The article also emphasizes the use of the latest information and communication technologies for data collection and analysis, which enhances the effectiveness of citizen science and makes it more accessible to young people. Special attention is given to the importance of systematic communication between scientists and citizen researchers to provide feedback and improve the quality of the collected data. Despite its numerous advantages, citizen science faces certain challenges, particularly the issue of metadata quality and the need for effective communication among participants. The recommendations for professional development programs for scientific and pedagogical staff on citizen science, which will raise awareness and enhance the qualifications of academics in this field are provided. Thus, citizen science is one of the tools for achieving sustainable development goals,

in particular quality education, as well as fostering environmental awareness and building an active society. Its integration into the curricula of higher education institutions can significantly contribute to the advancement of modern education and science.

Key words: *citizen science, sustainable development, higher education, quality education, environmental awareness, science-citizen partnership.*

Постановка проблеми та її актуальність.

Сьогодні заклади вищої освіти всього світу все більше використовують потенціал громадянської науки для просування відкритої науки та досягнення Глобальних цілей сталого розвитку ООН (ЦСР). Імплементация громадянської науки включає реалізацію проєктів у співпраці між формальними науковцями (переважно науковими та науково-педагогічними працівниками) та громадськими дослідниками (учасниками проєктів громадянської науки, які представляють широку верству населення). Залучення громадян до наукових досліджень є одним із інструментів досягнення ЦСР, оскільки це сприяє підвищенню інклюзивності та скороченню нерівності, надаючи кожній людині можливість долучатися до науки, отримати доступ до даних та інформації, а також брати участь в житті громади і суспільства.

Численні дослідження у рамках громадянської науки спрямовані на вирішення екологічних проблем безпосередньо впливають на реалізацію ЦСР 6 «Чиста вода», ЦСР 13 «Пом'якшення наслідків зміни клімату», ЦСР 14 «Збереження морських ресурсів», ЦСР 15 «Захист екосистем суші», що є критичними для забезпечення сталого розвитку. Переважно регіональний фокус проєктів громадянської науки робить їх важливими для сталого розвитку міст і громад (ЦСР 11 «Сталий розвиток міст і спільнот»). Співпраця громадянських дослідників та формальних науковців, закладів освіти, органів державної влади та місцевого самоврядування, бібліотек, громадських організацій та інших установ і організацій сприяє досягненню ЦСР 17 «Партнерство заради сталого розвитку». Громадянська наука підвищує обізнаність населення, що зумовлює її внесок у прогрес щодо ЦСР 4 «Якісна освіта». Крім того, громадянська наука має значний потенціал для формування екологічної свідомості та розвитку соціальної відповідальності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

В Україні проблема впровадження громадянської науки в освітній і науковий процеси залишається недостатньо дослідженою, попри зростання інтересу до цієї теми в міжнародному контексті. Зокрема, дослідження громадянської науки в освітньому середовищі здійснено в роботах О. Козак, І. Свеженцевої, О. Болдирєва, К. Шаванової, О. Дух, В. Серебрякова, О. Савицького та інших [1, с. 4–35; 2, с. 207–208; 3, с. 158–160; 4]. Ролі громадянської науки в сталому розвитку при-

свячені поодинокі роботи, зокрема наукові праці Т. Горохової [5, с. 94–96].

Водночас громадянська наука широко використовується у світі, а провайдерами громадянської науки виступають переважно заклади вищої освіти. Громадянську науку в світі сталого розвитку розглядають *A. Irwin, S. Fritz, D. Fraisl, H. I. Liu, M. Kobernus, L. Ballerini, S. I. Bergh* та інші [6, с. 135–167; 7, с. 922–930; 8; 9; 10, с. 147–167; 11, с. 1945–1962].

Необхідно відзначити низький рівень обізнаності щодо громадянської науки в українському освітньо-науковому середовищі [1, с. 7]. Також потребує уваги усвідомлення можливостей громадянської науки для досягнення ЦСР та розуміння шляхів її інтеграції в діяльність закладів вищої освіти України.

Метою статті є аналіз практик громадянської науки в академічному середовищі країн світу з метою поширення знань про її роль у досягненні сталого розвитку та ініціатив громадянської науки в закладах вищої освіти України. Окрему увагу буде приділено формуванню рекомендацій щодо інтеграції громадянської науки в освітні та наукові процеси в Україні.

Виклад основного матеріалу дослідження.

З огляду на затребуваність громадянської науки в закладах вищої освіти в усьому світі та її перспективи, зокрема у сприянні досягненню ЦСР, розглянемо деякі успішні приклади реалізації проєктів громадянської науки в академічному середовищі.

Дослідження, проведені [1], показали, що використання громадянської науки на базі університету є однією з форм навчальної підтримки студентів, що дозволяє покращувати результати навчання, а також формувати інтерес до науки та наукових досліджень. Дослідження було проведено за результатами реалізації громадянських наукових проєктів на платформі *iNaturalist* (зокрема, спостереження за джмелями та ідентифікація рослин) за участю 131 респондента у 2019 р. та 78 респондентів у 2020 р. За оцінкою вчених [12, с. 1–13], громадянська наука показала особливу ефективність під час вивчення загальноосвітніх дисциплін.

Автори [13, с. 1–14] наголошують на освітніх можливостях, які створює громадянська наука. Так, при реалізації волонтерської програми моніторингу коралових рифів Червоного моря (*STEproject*) використовувалась анкета з вибором відповідей для визначення рівня знань громадян-

ських учасників з біології та екології коралових рифів, а також оцінювання їх екологічної свідомості. Громадянські дослідники двічі заповнювали анкети: один раз на початку проєкту і вдруге – по його завершенню. Було виявлено, що участь у *STEproject* як значно збільшила екологічні знання, так і посилила усвідомлене та відповідальне ставлення до навколишнього середовища. Оскільки заклади вищої освіти мають соціальну місію та відіграють важливу роль у формуванні сучасного світу, використання університетами проєктів громадянської науки з просвітницькою місією для населення має значний потенціал.

Існує практика запровадження в університетах окремих навчальних курсів з громадянської науки. Проєкт *Erasmus+* «Впровадження громадянської науки в навчальні програми вищої освіти та практику відкритої науки в Південно-Східній Європі» [14] було сфокусовано на вивченні питання інтегрування громадянської науки до програм навчальних дисциплін університетів Південно-Східної Європи на основі ландшафтного дослідження та опитування студентів з різних частин Європи. Проєкт було реалізовано університетами та бібліотеками Нідерландів, Данії, Італії, Греції, Кіпру, Сербії, Хорватії та Болгарії. Зокрема, було показано, що інноваційні навчальні програми вищої освіти, до яких включено громадянську науку, дозволяють підвищити інклюзивність вищої освіти.

У роботі [15, с. 120–122] розглядаються перспективи інтеграції громадянської науки у вступні дисципліни, при цьому передбачається активна участь студентів у науково-дослідних проєктах для вирішення проблем реального світу. Так, у США значні успіхи показала інтеграція двох проєктів громадянської науки – проєкту з моніторингу інвазивних видів у Міннесоті, реалізованого під керівництвом Департаменту сільського господарства штату Міннесота, а також проєкту *Backyard Bark Beetles* з моніторингу інвазивних кородів, здійснюваного за координації Університету Флориди, в навчальні курси в різних закладах освіти (дисципліна «Біологія безхребетних» вивчається в Університеті Бетел, «Ентомологія лісу та тіньових дерев» – в Університеті Міннесоти, «Проблеми навколишнього середовища» – в Колледжі Уїтона.

Академія Джиммі Айовіна та Андре Янга Університету Південної Каліфорнії (США) пропонує студентам курс з громадянської науки *Citizen Science* [16]. Цей курс передбачає дослідження участі волонтерів в ініціативі *Blue Button*, в рамках якої пацієнти, в т.ч. хворі на рак, завантажуючи свої медичні дані в систему, мають можливість активно відстежувати інформацію про власне здоров'я. Перед студентами стоїть завдання сформулювати проблему для обраних пацієнтів, надати рекомендації та розробити цифрове рішення, яке

б сприяло вирішенню медичної проблеми (наприклад, вебсайт з рекомендаціями або додаток для смартфона), а також здійснити апробацію розробки.

Якість даних є відомою проблемою громадянської науки та одним з її ключових обмежень. У роботі [17, с. 1–16] наведено результати аналізу шестирічної участі студентів Університету Західної Австралії у громадянській науковій програмі *ClimateWatch*, яка пропонує учасникам відслідковувати час сезонних змін в життєвих циклах 185 видів рослин, тварин, грибів і водоростей. Опитування понад 1500 студентів довело, що після участі в проєкті їх екологічна активність значно зросла. Слід звернути увагу на те, що по завершенні участі в проєкті лише приблизно 1/3 студентів була переконана в надійності зібраних даних (для порівняння, рівень згоди на початку проєкту становив близько 4/5). Водночас здобувачі освіти повідомили, що вони стали більш обережними та уважними при зборі даних та веденні записів для підвищення якості метаданих, призначених для подальшого використання в наукових дослідженнях університету. З огляду на проведенне дослідження вчені дійшли до висновку, що надання можливості громадянським дослідникам аналізувати дані може підвищити якість зібраних даних та усунути ключову перешкоду широкомасштабного впровадження проєктів громадянської науки.

Автори [18, с. 31–42] наголошують, що освіта для сталого розвитку потребує розвитку партисипативних заходів та дій, у рамках яких науковці мають співпрацювати з громадянами. Було розроблено тренінговий курс, який базується на навчанні академічних працівників з питань громадянської науки. Подібні ініціативи можуть бути вкрай корисними для підвищення кваліфікації науково-педагогічних працівників, особливо в країнах з порівняно низьким рівнем економічного розвитку та в університетах з низьким рівнем обізнаності та впровадження громадянської науки.

Великий інтерес становить думка щодо проєктів громадянської науки не лише формальних вчених, але і самих громадянських дослідників. Так, досвід участі у проєктах громадянської науки [19] дозволив сформулювати такі тези:

- громадянська наука має великий потенціал для інтеграції в освітні програми та сприяє розвитку активного навчання через постановку реальних проблем;

- проєкти громадянської науки можуть збагачувати *STEM*-освіту знаннями з екологічних та кліматичних питань;

- важливою є комунікація між громадянськими дослідниками та науковцями, а також регулярний зворотний зв'язок у процесі реалізації проєктів;

- використання сучасних технологій викликає інтерес у молоді до громадянської науки.

Дослідження наведених літературних джерел дозволило здійснити *SWOT*-аналіз реалізації проєктів громадянської науки в університетах, результати якого представлені в табл. 1.

Висновки. Громадянська наука має значний потенціал для інтеграції в освітні програми закладів вищої освіти. Проєкти громадянської науки сприяють розвитку критичного мислення, навичок вирішення проблем та командної роботи серед студентів, а також покращують їхні знання в галузі екології, біології та інших дисциплін. Громадянська наука є ефективним інструментом для досягнення ЦСР. Вона не тільки сприяє підвищенню екологічної свідомості серед учасників, а й активно підтримує практичне впровадження наукових знань у реальному житті, що дозволяє вирішувати нагальні екологічні та соціальні проблеми. Інтеграція громадянської науки у навчальні дисципліни та освітні програми університетів сприяє підвищенню інклюзивності вищої освіти. Проєкти громадянської науки мають великий потенціал для включення у навчальні програми різних спеціаль-

ностей, зокрема для дослідження екологічних та кліматичних питань. Інформаційні технології та платформи, що використовуються в громадянській науці, мають великий вплив на залучення молоді до наукових досліджень. Наявність регулярного зв'язку між вченими та громадянськими дослідниками є одним з ключових факторів для підвищення якості зібраних даних. Важливим є також залучення громадянських науковців до всіх етапів реалізації проєкту, що дозволяє максимально розкрити їхній потенціал і забезпечити більш якісне та відповідальне ставлення до процесу наукового дослідження. Для підвищення достовірності зібраної інформації доцільно здійснювати навчання та підтримку громадянських дослідників. Програми з підвищення кваліфікації для академічних працівників у сфері громадянської науки можуть сприяти покращенню освітнього процесу та інноваціям в освіті. Попри можливість та переваги громадянської науки, залишаються виклики, пов'язані з якістю зібраних даних, подолання яких визначає перспективи подальших досліджень.

Таблиця 1

SWOT-аналіз провадження громадянської науки у закладах вищої освіти

Сильні сторони	Можливості
<ul style="list-style-type: none"> – внесок в досягнення ЦСР; – стимулювання розвитку науки; – збільшення кількості моніторингових даних; – посилення соціальної відповідальності; – підвищення інклюзивності освіти; – трансформація STEM-освіти в E-STEM; – унікальність освітніх програм з використанням можливостей громадянської науки 	<ul style="list-style-type: none"> – визнання ролі університетів у досягненні сталого розвитку; – використання інформаційно-комунікаційних та цифрових технологій; – використання громадянської науки під час вивчення загальноосвітніх дисциплін; – інтеграція в дисципліни з екології та захисту навколишнього середовища; – залучення громадянських дослідників до аналізу зібраних даних та інших етапів дослідження
Слабкі сторони	Загрози
<ul style="list-style-type: none"> – невизначеність якості зібраних даних; – недостатня мотивація приймати участь у проєктах громадянської науки; – інституційна спроможність університетів залежить від рівня економічного розвитку країни; – громадянська наука не є формальним методом наукових досліджень 	<ul style="list-style-type: none"> – відсутність нормативно-правового регулювання питань громадянської науки на національному рівні; – відсутність політики державної (зокрема, технічної) підтримки громадянської науки; – низька обізнаність адміністрації закладів вищої освіти та академічних кіл щодо громадянської науки

Література:

1. Використання громадянської науки в умовах війн, криз та катастроф. Біла книга / К. Козак та ін. *Scienceatrisk*. URL: <https://scienceatrisk.org/storage/lp/111/15afeb7dab8c2cd012b269342a225d7081144f0a.pdf> (дата звернення: 07.12.2024).
2. Дух О. Використання громадянської науки у формуванні екологічної компетентності студентської молоді. *Бессерівські природознавчі студії* : збірник матеріалів II Міжнар. наук. конф., м. Кременець, 24–25 верес. 2024 р. Кременець, 2024. С. 207–208. URL: https://kogpa.edu.ua/images/main_dir/kaf_bio/nauka/bess.pdf#page=207 (дата звернення: 07.12.2024).
3. Серебряков В. В. Громадянська наука в школі: збагачення знань, розвиток спостережливості та інтересів, особистості і патріотизму. *VinSmartEco* : збірник матеріалів II Міжнар. науково-практ. конф., м. Вінниця, 20–21 трав. 2021 р. Вінниця, 2021. С. 158–160. URL: <https://docs.academia.vn.ua/bitstream/handle/123456789/493/Серебряков.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (дата звернення: 07.12.2024).

4. Савицький О. Громадянська наука і перспективи її розвитку в Україні. *Експедиція XXI*. URL: <https://expedicia.org/gromadyanska-nauka-i-perspektivi-ii-r/> (дата звернення: 07.12.2024).
5. Горохова Т. Громадянська наука та її роль у сталому розвитку України. *Відкрита наука та інновації в Україні 2022* : збірник матеріалів I Міжнар. конф., м. Київ, 27–28 жовт. 2022 р. Київ, 2022. С. 94–96. URL: <https://doi.org/10.35668/978-966-479-129-5>.
6. Irwin A. Citizen science: a study of people, expertise, and sustainable development. New York : Routledge, 1995. 216 с. URL: <https://books.google.at/books?id=MFiuIsC5hAUC&printsec=frontcover&hl=uk#v=onepage&pr&q&f=false> (дата звернення: 07.12.2024).
7. Citizen science and the United Nations Sustainable Development Goals / S. Fritz та ін. *Nature Sustainability*. 2019. № 2. С. 922–930. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0390-3>
8. Fraisl D., Greenwell B., See L. Revealing the power of citizen science for SDG advancement. *International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA)*. URL: <https://iiasa.ac.at/news/jun-2023/revealing-power-of-citizen-science-for-sdg-advancement> (дата звернення: 07.12.2024).
9. Understanding the role of cities and citizen science in advancing sustainable development goals across Europe: insights from European research framework projects / H.-Y. Liu та ін. *Frontiers in Sustainable Cities*. 2023. Т. 5. DOI: <https://doi.org/10.3389/frsc.2023.1219768>.
10. Liu H.-Y., Kobernus M. Chapter 7. Sustainable Development: Status, Trends, Issues, and Opportunities. *Analyzing the Role of Citizen Science in Modern Research*. 2017. С. 147–167.
11. Ballerini L., Bergh S.I. Using citizen science data to monitor the Sustainable Development Goals: a bottom-up analysis. *Sustainability Science*. 2021. № 16. С. 1945–1962. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11625-021-01001-1>.
12. Leveraging Citizen Science in a College Classroom to Build Interest and Efficacy for Science and the Environment / H. Smith та ін. *Citizen Science: Theory and Practice*. 2021. Т. 6, № 1. С. 1–13. DOI: <https://doi.org/10.5334/cstp.434>.
13. Participating in a Citizen Science Monitoring Program: Implications for Environmental Education / S. Branchini та ін. *PLoS ONE*. 2015. № 10 (7). P. 1–14. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0131812>.
14. Karaiskou T., Tsakonas G. Analysis of Current Practice in CeOS Uptake in Higher Education Curricula and Teaching Practice in Library Studies in SE Europe. *Citizen-Enhanced Open Science in Southeastern Europe*. URL: https://ceosse-project.eu/wp-content/uploads/2024/04/PR5A1_Final.pdf (дата звернення: 07.12.2024).
15. Rosenberger D.W., Aukema B.H. Stimulating Curiosity and Engagement with Insects Beyond the College Classroom Through Citizen Science. *American Entomologist*. 2016. С. 120–122. URL: https://www.lccmr.mn.gov/projects/2014/finals/2014_04e1_stimulating_symposium.pdf (дата звернення: 07.12.2024).
16. ACAD 499: Citizen Science (Impact Lab). *University of Southern California*. URL: <https://web-app.usc.edu/soc/syllabus/20201/10207.pdf> (дата звернення: 07.12.2024).
17. Benefits and challenges of incorporating citizen science into university education / N. Mitchell та ін. *PLoS ONE*. 2017. № 12 (11). С. 1–16. URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186285>.
18. Balzano E., Miele C., Serpico M. Citizen Science and Environmental Education in Italy. Possible Developments and the Role of Universities. *Science Education: Research and Praxis*. 2016. С. 31–42. URL: <http://pc204.lib.uoi.gr/serp/index.php/serp/article/view/194> (дата звернення: 07.12.2024).
19. Sagers M. How Can Citizen Science be used Effectively Within Environmental Education in order to Foster Environmental Change? *Hamline University Bush Memorial Library*. URL: https://digitalcommons.hamline.edu/hse_cp/496/ (дата звернення: 07.12.2024).

References:

1. Kozak, K., Sviezhentseva, I., Boldyriev, O., & Shavanova, K. Vykorystannia hromadianskoï nauky v umovakh viin, kryz ta katastrof. Bila knyha [Using citizen science in times of war, crisis and catastrophe. White paper]. *Scienceat-risk*. Retrieved from: <https://scienceatrisk.org/storage/lp/111/15afeb7dab8c2cd012b269342a225d7081144f0a.pdf> [in Ukrainian]
2. Dukh, O. (2024). Vykorystannia hromadianskoï nauky u formuvanni ekolohichnoï kompetentnosti studentskoï molodi [Using citizen science in the formation of environmental competence of student youth]. In *Besser's Natural Science Studies* (pp. 207–208). KOGPA named after Taras Shevchenko. Retrieved from: https://kogpa.edu.ua/images/main_dir/kaf_bio/nauka/bess.pdf#page=207 [in Ukrainian]
3. Serebryakov, V. V. (2021). Hromadianska nauka v shkoli: zbahachennia znan, rozvytok sposterezhyvosti ta interesiv, osobystosti i patriotyzmu [Citizen science at school: enrichment of knowledge, development of observation and interests, personality and patriotism]. In *VinSmartEco* (pp. 158–160). MIHE “Vinnytsia Academy of Continuous Education”. Retrieved from: <https://docs.academia.vn.ua/bitstream/handle/123456789/493/Серебряков.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [in Ukrainian]
4. Savytskyi, O. (2022, August 1st). Hromadianska nauka i perspektyvy yïi rozvytku v Ukraini [Citizen Science and Prospects for Its Development in Ukraine]. *Expedicia XXI*. Retrieved from: <https://expedicia.org/gromadyanska-nauka-i-perspektivi-ii-r/> [in Ukrainian]
5. Gorokhova, T. (2022). Hromadianska nauka ta yïi rol u stalomu rozvytku Ukrainy [Citizen science and its role in the sustainable development of Ukraine]. In *Open Science and Innovation in Ukraine 2022* (pp. 94–96). SSI “Ukrainian Institute of Scientific and Technical Expertise and Information”. Retrieved from: <https://doi.org/10.35668/978-966-479-129-5> [in Ukrainian]

6. Irwin, A. (1995). *Citizen science: a study of people, expertise, and sustainable development*. Routledge. Retrieved from: <https://books.google.at/books?id=MFiuIsC5hAUC&printsec=frontcover&hl=uk#v=onepage&q&f=false>.
 7. Fritz, S., See, L., Carlson, T., Haklay, M. *et al.* (2019). Citizen science and the United Nations Sustainable Development Goals. *Nature Sustainability*, (2), 922–930. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0390-3>.
 8. Fraisl, D., Greenwell, B., & See, L. (2023, June 27th). *Revealing the power of citizen science for SDG advancement*. International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA). Retrieved from: <https://iiasa.ac.at/news/jun-2023/revealing-power-of-citizen-science-for-sdg-advancement>.
 9. Liu, H.-Y., Ahmed, S., Passani, A., & Bartonova, A. (2023). Understanding the role of cities and citizen science in advancing sustainable development goals across Europe: insights from European research framework projects. *Frontiers in Sustainable Cities*, 5, 1219768. <https://doi.org/10.3389/frsc.2023.1219768>.
 10. Liu, H.-Y., & Kobernus, M. (2017). Chapter 7. Citizen Science and Its Role in Sustainable Development: Status, Trends, Issues, and Opportunities. *У Analyzing the Role of Citizen Science in Modern Research* (с. 147–167). IGI Global Scientific Publishing.
 11. Ballerini, L., Bergh, S.I. (2021). Using citizen science data to monitor the Sustainable Development Goals: a bottom-up analysis. *Sustainability Science*, (16), 1945–1962. <https://doi.org/10.1007/s11625-021-01001-1>.
 12. Smith, H., Allf, B., Larson, L., Futch, S., Lundgren, L., Pacifici, L., & Cooper, C. (2021). Leveraging Citizen Science in a College Classroom to Build Interest and Efficacy for Science and the Environment. *Citizen Science: Theory and Practice*, 6 (1), 29. <https://doi.org/10.5334/cstp.434>.
 13. Branchini, S., Meschini, M., Covi, C., Piccinetti, C. *et al.* (2015). Participating in a Citizen Science Monitoring Program: Implications for Environmental Education. *PLoS ONE*, 10 (7), e0131812. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0131812>.
 14. Karaiskou, T., & Tsakonas, G. Analysis of Current Practice in CeOS Uptake in Higher Education Curricula and Teaching Practice in Library Studies in SE Europe. *Citizen-Enhanced Open Science in Southeastern Europe*. Retrieved from: https://ceosse-project.eu/wp-content/uploads/2024/04/PR5A1_Final.pdf.
 15. Rosenberger, D. W., & Aukema, B. H. (2016). Stimulating Curiosity and Engagement with Insects Beyond the College Classroom Through Citizen Science. *American Entomologist*. 120–122. Retrieved from: https://www.lccmr.mn.gov/projects/2014/finals/2014_04e1_stimulating_symposium.pdf.
 16. *ACAD 499: Citizen Science (Impact Lab)*. (2020b). University of Southern California. Retrieved from: <https://web-app.usc.edu/soc/syllabus/20201/10207.pdf>.
 17. Mitchell, N., Triska, M., Liberatore, A., Ashcroft, L., Weatherill, R., & Longnecker, N. (2017) Benefits and challenges of incorporating citizen science into university education. *PLoS ONE*. 12 (11), e0186285. 1–16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186285>.
 18. Balzano, E., Miele, C., & Serpico, M. (2016). Citizen Science and Environmental Education in Italy. Possible Developments and the Role of Universities. *Science Education: Research and Praxis*, 31–42. Retrieved from: <http://pc204.lib.uoi.gr/serp/index.php/serp/article/view/194>.
 19. Sagers, M. (2020). How Can Citizen Science be used Effectively Within Environmental Education in order to Foster Environmental Change? *Hamline University Bush Memorial Library*. Retrieved from: https://digitalcommons.hamline.edu/hse_cp/496/.
-

Фізична культура і спорт

УДК 373.3.015.31:796.012.1-056.263

DOI <https://doi.org/10.32782/NSER/2024-6.07>

ОСОБЛИВОСТІ МОТОРИКИ МОЛОДШИХ ШКОЛЯРІВ З ДЕПРИВАЦІЄЮ СЛУХУ

Григус Ігор Михайлович

доктор медичних наук, професор,

директор Навчально-наукового інституту охорони здоров'я

Національного університету водного господарства та природокористування

ORCID ID: 0000-0003-2856-8514

Андрійчук Ольга Ярославівна

доктор наук з фізичного виховання та спорту, професор,

завідувач кафедри фізичної терапії та ерготерапії

Волинського національного університету імені Лесі Українки

ORCID ID: 0000-0003-4415-4696

Бичук Олександр Іванович

кандидат наук з фізичного виховання і спорту,

професор кафедри теорії спорту та фізичної культури

Волинського національного університету імені Лесі Українки

ORCID ID: 0000-0003-0473-9294

Іваніцький Роман Богданович

кандидат наук з фізичного виховання і спорту,

доцент кафедри теорії спорту та фізичної культури

Волинського національного університету імені Лесі Українки

ORCID ID: 0000-0001-6313-0660

*Систематичні заняття фізичними вправами позитивно впливають на фізичну підготовленість школярів. Зокрема, відзначається покращення фізичного розвитку, підвищення рівня розвитку швидкості, сили, витривалості, координації рухів, гнучкості та швидкісно-силових якостей, зміцнення імунної системи та покращення психоемоційного стану дітей. **Мета роботи** – вивчити та проаналізувати стан моторики дітей молодшого шкільного віку з депривацією слуху та порівняти його зі станом моторики однолітків, які не мають порушень слуху. **Методи дослідження.** Для реалізації поставленої мети ми застосовували такі методи дослідження: теоретичний аналіз та узагальнення даних науково-методичної та спеціальної літератури, порівняння, систематизацію. **Результати.** Особливості моторики школярів із обмеженими можливостями слуху породжуються цілим комплексом причин, однією з яких є порушення функції окремих систем організму. Саме тому для забезпечення нормального функціонування всіх систем організму школярів із порушенням слуху необхідна активізація їх моторики. Аналіз рівня розвитку фізичних якостей у школярів із депривацією слуху засвідчує, що у таких дітей спостерігається дисгармонія у фізичному розвитку, яка проявляється в низькому рівні розвитку витривалості, швидкості, швидкісно-силових якостей та гнучкості порівняно із однолітками без порушення слуху. Також виявлено значне відставання цих дітей за показниками статичної та динамічної рівноваги. Характерним є і низький рівень м'язової сили як наслідок порушення функції вестибулярного апарату й гіподинамії дітей із депривацією слуху. **Висновки.** Отже, за результатами проведеного аналізу можна стверджувати, що у дітей молодшого шкільного віку з депривацією слуху виявлено значне відставання порівняно з однолітками без порушень слуху за показниками розвитку фізичних якостей, таких як сила, швидкість, спритність, силова витривалість, швидкісно-силові якості. Водночас відзначається різке відставання за показниками статичної і динамічної рівноваги*

та низький рівень м'язової сили, що може бути зумовлено зниженням м'язового тонуусу через порушення функції вестибулярного апарату й гіподинамії дітей із депривацією слуху.

Ключові слова: молодші школярі, депривація слуху, фізичні якості, статична та динамічна рівновага тіла, адаптивне фізичне виховання.

Grygus I. M., Andriichuk O. Ya., Bychuk O. I., Ivanitskyi R. B. Peculiarities of motor skills of younger schoolchildren with hearing deprivation

Systematic physical exercises have a positive impact on the physical fitness of schoolchildren. In particular, there is an improvement in physical development, the level of development of speed, strength, endurance, coordination of movements, flexibility and speed and power qualities, strengthening of the immune system and improvement of the psycho-emotional state of children. The purpose of the study is to study and analyze the state of motor skills of primary school children with hearing loss and compare it with their peers who do not have hearing impairment. Research methods. To realize the goal, we used the following research methods: theoretical analysis and generalization of data from scientific, methodological and special literature, comparison, systematization. Results. The peculiarities of motor skills of schoolchildren with hearing impairment are caused by a whole range of reasons, one of which is the dysfunction of individual body systems. That is why to ensure normal functioning of all body systems of pupils with hearing impairment it is necessary to activate their motor skills. The analysis of the level of physical development of schoolchildren with hearing loss shows that these children have disharmony in physical development, which is manifested in a low level of endurance, speed, speed and strength, and flexibility compared to their peers without hearing loss. A significant lag in static and dynamic balance was also found in these children. A low level of muscle strength is also characteristic as a consequence of vestibular dysfunction and physical inactivity in children with hearing loss. Conclusions. Thus, according to the results of the analysis, it can be stated that primary school children with hearing deprivation have a significant lag, compared to their peers without hearing impairment, in terms of the development of physical qualities such as strength, speed, agility, strength endurance, speed and power qualities. At the same time, there is a sharp lag in static and dynamic balance indicators and a low level of muscle strength, which may be due to a decrease in muscle tone due to impaired vestibular function and hypodynamia in children with hearing loss.

Key words: primary schoolchildren, hearing deprivation, physical qualities, static and dynamic body balance, adaptive physical education.

Постановка проблеми та її актуальність.

Результати досліджень засвідчують, що регулярні заняття фізичними вправами позитивно впливають на фізичну підготовленість школярів. Зокрема, відзначається покращення рівня розвитку швидкості, сили, витривалості, координації рухів, гнучкості та швидкісно-силових якостей. Систематичні заняття фізичними вправами сприяють зниженню рівня захворюваності, зміцненню імунної системи та покращенню психоемоційного стану дітей [5; 10; 11].

Водночас у дітей з депривацією слуху часто спостерігається знижений рівень розвитку фізичних якостей, що може бути пов'язано зі зменшеною м'язовою рецепцією. Діти з депривацією слуху можуть мати труднощі з координацією рухів та просторовою орієнтацією, тому вони повільніше оволодівають руховими навичками. Водночас дослідження розвитку моторики школярів з депривацією слуху розширює можливості для створення адаптованих та індивідуальних програм вдосконалення фізичної підготовленості означеного контингенту.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Аналіз літературних джерел засвідчує, що вдосконалення адаптивного фізичного виховання молодших школярів із депривацією слуху стає нагальною проблемою, оскільки слухові порушення

негативно позначаються на фізичному розвитку дітей та їх фізичній підготовленості, що надалі негативно відбивається на готовності до життя й праці [1; 2; 7; 9].

Так, Н.Г. Байкіна досліджувала проблеми формування рухових функцій у дітей з порушеннями слуху. У процесі досліджень вона з'ясувала, що у таких дітей існують труднощі з координацією рухів, просторовою орієнтацією та швидкістю виконання рухів [2].

Водночас В.Г. Альохіна [1] вивчала вплив депривації слуху на м'язову рецепцію та розвиток фізичних якостей. Вона виявила, що у дітей з депривацією слуху зменшена м'язова рецепція, що призводить до уповільнення розвитку швидкісно-силових якостей та точності рухів.

Варто також зазначити, що Л.Д. Хода досліджувала корекцію рухової сфери школярів із депривацією слуху засобами фізичного виховання. Вона підкреслює важливість адаптивного фізичного виховання для корекції відхилень у фізичному розвитку та підвищення фізичної підготовленості дітей [9].

Мета роботи – вивчити та проаналізувати стан моторики дітей молодшого шкільного віку з депривацією слуху та порівняти його зі станом моторики однолітків, які не мають порушень слуху.

Методи дослідження. Для реалізації поставленої мети ми застосовували такі методи дослідження: теоретичний аналіз та узагальнення даних науково-методичної та спеціальної літератури, порівняння, систематизацію.

Виклад основного матеріалу. Моторика – це рухова активність організму або окремих органів. Вона включає в себе послідовність рухів, необхідних для виконання певних завдань. Особливості моторики школярів із обмеженими можливостями слуху породжуються цілим комплексом причин, однією з яких є порушення функцій окремих систем організму. Саме тому для забезпечення нормального функціонування всіх систем організму школярів із порушенням слуху необхідна активізація їх моторики [2; 5; 7].

У своїх дослідженнях О. Бондарь, В. Джевага, Є. Джевага вивчали розвиток координаційних здібностей дітей молодшого шкільного віку з вадами слуху. Вони встановили, що показники здатності до збереження рівноваги тіла в тесті «Проба Ромберга» з розплющеними очима у хлопчиків і дівчаток 7–10 років з вадами слуху мають статистично достовірні відмінності ($p < 0,05$) порівняно з їхніми практично здоровими однолітками. Статистично достовірні відмінності ($p < 0,05$) між дітьми без вад слуху та дітьми з вадами слуху за показниками амплітуди та частоти коливань ЗЦМ тіла спостерігаються у всіх вікових групах, найбільші вони у хлопчиків 8 років і дівчаток 7 років. Водночас латентний час простої рухової реакції у дітей з вадами слуху та їхніх однолітків без вад слуху має статистично достовірні відмінності не у всіх вікових групах ($p < 0,05$), а лише у хлопчиків 8 років (на 31% гірший) та у дівчаток 10 років (на 14% гірший). Показники здатності до орієнтування в просторі, ритму та управління просторовими і силовими параметрами рухів хлопчиків і дівчаток 7–10 років з вадами слуху та їхніх практично здорових однолітків також мають статистично достовірні відмінності ($p < 0,05$). У дітей з вадами слуху показники відхилення в ходьбі по лінії після виконання трьох перекидів уперед мають значення понад 25 см: у хлопчиків 7–10 років вони коливаються у межах 39,6–37,5 см, у дівчаток – 41,3–37,5 см. Також автори дійшли висновку, що такі діти мають труднощі з координацією рухів, що впливає на їхню здатність виконувати складні рухові дії. Це пов'язано з порушенням сенсорної системи, що ускладнює процес навчання та засвоєння нових рухів [3].

У своїх дослідженнях С. Демчук аналізує рівень розвитку фізичних якостей у школярів із депривацією слуху. Вона зазначає, що у таких дітей спостерігається дисгармонія у фізичному розвитку, яка проявляється в більш низькому рівні розвитку витривалості, швидкості, м'язової сили та гнучкості порівняно із однолітками без порушення слуху [4; 12].

С. Савлюк під час дослідження моторики дітей молодшого шкільного віку з депривацією слуху встановила, що у хлопчиків і дівчаток 6–10 років із депривацією слуху показники динамометрії кисті провідної руки статистично вірогідно нижчі, ніж у їх однолітків без вад слуху. Середня кількість стискання у 6-річних хлопчиків із депривацією слуху становить $4,5 \pm 2,7$ кг, тоді як у однолітків без вад слуху – у 3 рази більше: $13,5 \pm 1,3$ кг. Такі дані спостерігаються за всіма середніми показниками силових якостей у дівчаток і хлопчиків всіх вікових груп із депривацією слуху порівняно з їх однолітками без вад слуху. Водночас у хлопчиків і дівчаток 6–10 років із депривацією слуху показники силового індексу статистично вірогідно нижчі, ніж у однолітків без порушення слуху. Низький рівень м'язової сили багато авторів пояснює зниженням м'язового тону через порушення функції вестибулярного апарату й гіподинамію дітей із депривацією слуху. Показники силової витривалості між дітьми із депривацією слуху і однолітками без порушення слуху мають чітку тенденцію до зростання відмінностей за всіма тестами, а саме зниження показників у 2–3 рази у всіх вікових групах дітей із депривацією слуху порівняно з їх однолітками без порушення слуху [7].

Використання сучасних комп'ютерних технологій дозволяє не лише контролювати моторику школярів з депривацією слуху, але і вдосконалювати її розвиток. Так, групою науковців (Г.А. Лісенчук, І.В. Хмельницька та ін.) було розроблено програмне забезпечення «БіоВідео», яке дає можливість отримувати кінематичні та динамічні характеристики, а також будувати біокінематичні схеми рухових дій. Використання програмного забезпечення дозволило кількісно виміряти координаційні здібності, такі як відчуття ритму та орієнтація у просторі. Аналіз отриманих результатів засвідчив, що досліджувані показники у молодших школярів з депривацією слуху набагато нижчі, ніж у їх однолітків без порушень слуху [6].

Найбільші порушення в координаційній сфері дітей із депривацією слуху виявлено у здібностях до збереження статичної та динамічної рівноваги (до 89%), і відзначено це в молодшому і середньому шкільному віці. У процесі дослідження розвитку координаційних здібностей дітей молодшого шкільного віку з депривацією слуху С. Савлюк встановила, що в хлопчиків і дівчаток віком 6–10 років із депривацією слуху показники статичної рівноваги в тесті «Стойка на одній нозі (із розплющеними і з заплющеними очима)» статистично значуще відрізняються від показників їх однолітків без порушень слуху. Значний діапазон відмінностей був у показниках статичної рівноваги за тестом з розплющеними очима: у дівчаток 10 років із депривацією слуху показник статичної

рівноваги становив 5,1 с, у дівчаток без порушень слуху – 22,3 с, у 10 річних хлопчиків із депривацією слуху показник становив 6,7 с, у хлопчиків без порушень слуху – 23,8 с (відставання майже у чотири рази) [8].

Висновки. Отже, за результатами проведеного аналізу можна стверджувати, що у дітей молодшого шкільного віку з депривацією слуху виявлено значне відставання порівняно з однолітками без порушень слуху за показниками розвитку фізичних якостей, таких як сила, швидкість,

спритність, силова витривалість, швидкісно-силові якості. Водночас відзначається різке відставання за показниками статичної та динамічної рівноваги та низький рівень м'язової сили, що може бути зумовлено зниженням м'язового тону через порушення функції вестибулярного апарату й гіподинамії дітей із депривацією слуху.

Перспективи подальших досліджень полягають у визначенні кореляції між досліджуваними показниками моторики та показниками фізичного розвитку дітей з депривацією слуху.

Література:

1. Альохіна В.Г. Вплив депривації слуху на м'язову рецепцію та розвиток фізичних якостей. *Журнал фізичної культури та спорту*. 2021. Т. 29, № 1. С. 33–40.
2. Байкіна Н.Г. Проблеми формування рухових функцій у дітей з порушеннями слуху. *Фізичне виховання та здоров'я*. 2018. Т. 15, № 2. С. 41–48.
3. Бондарь О., Джевага В., Джевага Є. Розвиток координаційних здібностей дітей молодшого шкільного віку з вадами слуху. *Науковий вісник фізичного виховання*. 2019. № 34 (1). С. 62–66.
4. Демчук С. Особливості розвитку фізичних якостей у школярів із депривацією слуху. *Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві*. 2015. Вип. 3 (31). С. 134–140.
5. Формування моторики людини в процесі онтогенезу : монографія / В.О. Кашуба, О.М. Бондарь, Н.М. Гончарова, Л.М. Носова. Луцьк : Вежа-Друк, 2016. 232 с.
6. Комп'ютерні системи контролю моторики у фізичному вихованні школярів із депривацією слуху / Г.А. Лісенчук, І.В. Хмельницька, С.В. Крупеня, О.М. Литвиненко, Н.О. Борецька. *Запорізький вісник*. 2020. № 2. С. 105–110. DOI: 10.26661/2663-5925-2020-2-08.
7. Савлюк С. Особливості моторики дітей молодшого шкільного віку з депривацією слуху в процесі фізичного виховання = Features motor skills of children of primary school age deprivation hearing in the process physical education. *Journal of Education, Health and Sport*. 2016. Vol. 6 (9). S. 818–831. <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.159358>.
8. Савлюк С. Розвиток координаційних здібностей дітей молодшого шкільного віку з депривацією слуху в процесі фізичного виховання. *Фізична активність, здоров'я і спорт*. 2016. № 3 (25). С. 27–32.
9. Хода Л.Д. Корекція рухової сфери школярів із депривацією слуху засобами фізичного виховання. *Педагогіка та психологія*. 2020. Т. 18, № 3. С. 27–35.
10. Anthropological providing educational services to children with special educational needs / I. Grygus, O. Nagorna, A. Nogas, W. Zukow. *Journal of Human Sport and Exercise*. 2019. № 14 (4). S. 852–866. <https://doi.org/10.14198/jhse.2019.14.Proc4.48>.
11. Technology for correcting postural disorders in primary school-age children with hearing impairment during physical education / V. Kashuba, S. Savliuk, L. Chalii, I. Zakharina, A. Yavorsky, A. Panchuk, I. Grygus, M. Ostrowska. *Journal of Physical Education and Sport*. 2020. Vol 20 (Supplement issue 2). P. 939–945.
12. Implementation of the Algorithm for Corrective and Preventive Measures in the Process of Adaptive Physical Education of Pupils with Special Needs / S. Savliuk, V. Kashuba, V. Romanova, S. Afanasiev, N. Goncharova, I. Grygus, R. Gotowski, I. Vypasniak, A. Panchuk. *Teoriâ Ta Metodika Fizičnogo Vihovannâ*. 2020. № 20 (1). P. 4–11. <https://doi.org/10.17309/tmfv.2020.1.01>.

References:

1. Alohina, V. G. (2021). Vplyv depyvatsii slukhu na miazovu retseptsiiu ta rozvytok fizychnykh yakosteï [The impact of hearing deprivation on muscle reception and physical qualities development]. *Journal of Physical Culture and Sports*, 29(1), 33–40. [in Ukrainian].
2. Baikina, N. G. (2018). Problemy formuvannia rukhovyykh funktsii u ditei z porushenniamy slukhu [Problems of forming motor functions in children with hearing impairments]. *Physical Education and Health*, 15(2), 41–48. [in Ukrainian].
3. Bondar, O., Dzhevaha, V., & Dzhevaha, Y. (2019). Rozvytok koordynatsiinykh zdibnostei ditei molodshoho shkylnoho viku z vadamy slukhu [Development of coordination abilities in primary school children with hearing impairments]. *Scientific Bulletin of Physical Education*, 34(1), 62–66. [in Ukrainian].
4. Demchuk, S. (2015). Osoblyvosti rozvytku fizychnykh yakosteï u shkoliariv iz depyvatsiieiu slukhu [Peculiarities of the development of physical qualities in schoolchildren with hearing deprivation]. *Physical Education, Sport and Health Culture in Modern Society*, 3(31), 134–140. [in Ukrainian].
5. Kashuba, V. A., Bondar, E. M., Goncharova, N. N., & Nosova, L. N. (2016). Formuvannia motoryky liudyny v protsesi ontogenezu [Formation of human motor activity in the process of ontogenesis]. 2016. [in Ukrainian].
6. Lisenchuk, H. A., Khmelnytska, I. V., Krupenya, S. V., Lytvynenko, O. M., & Boretska, N. O. (2020). Kompiuterni systemy kontroliu motoryky u fizychnomu vykhovanni shkoliariv iz depyvatsiieiu slukhu [Computer systems for motor

- control in physical education of schoolchildren with hearing deprivation]. *Zaporizhzhia Bulletin*, 2, 105–110. <https://doi.org/10.26661/2663-5925-2020-2-08> [in Ukrainian].
7. Savlyuk, S. (2016). Osoblyvosti motoryky ditei molodshoho shkilnoho viku z deprivatsiieiu slukhu v protsesi fizychnoho vykhovannia [Features motor skills of children of primary school age with hearing deprivation in the process of physical education. *Journal of Education, Health and Sport*, 6(9), 818–831. <https://doi.org/10.5281/zenodo.159358> [in Ukrainian].
 8. Savlyuk, S. (2016). Rozvytok koordynatsiinykh zdibnostei ditei molodshoho shkilnoho viku z deprivatsiieiu slukhu v protsesi fizychnoho vykhovannia [Development of coordination abilities of primary school children with hearing deprivation in the process of physical education]. *Physical Activity, Health and Sport*, 3(25), 27–32. [in Ukrainian].
 9. Khoda, L. D. (2020). Korektsiia rukhovoï sfery shkoliariv iz deprivatsiieiu slukhu zasobamy fizychnoho vykhovannia [Correction of motor sphere in schoolchildren with hearing deprivation through physical education]. *Pedagogy and Psychology*, 18(3), 27–35. [in Ukrainian].
 10. Grygus, I., Nagorna, O., Nogas, A., & Zukow, W. (2019). Anthropological providing educational services to children with special educational needs. *Journal of Human Sport and Exercise*, 14(4), 852–866. <https://doi.org/10.14198/jhse.2019.14.Proc4.48>.
 11. Kashuba, V., Savliuk, S., Chalii, L., Zakharina, I., Yavorsky, A., Panchuk, A., Grygus, I., Ostrowska, M. (2020). Technology for correcting postural disorders in primary school-age children with hearing impairment during physical education. *Journal of Physical Education and Sport*, Vol 20 (Supplement issue 2), 939–945.
 12. Savliuk, S., Kashuba, V., Romanova, V., Afanasiev, S., Goncharova, N., Grygus, I., Gotowski, R., Vypasniak, I., & Panchuk, A. (2020). Implementation of the Algorithm for Corrective and Preventive Measures in the Process of Adaptive Physical Education of Pupils with Special Needs. *Teoriâ Ta Metodika Fizičnogo Vihovannâ*, 20(1), 4–11. <https://doi.org/10.17309/tmfv.2020.1.01>.
-

УДК 796.012.1+355,5

DOI <https://doi.org/10.32782/NSER/2024-6.08>

ОСОБЛИВОСТІ ФІЗИЧНОГО РОЗВИТКУ ОСОБОВОГО СКЛАДУ ПІДРОЗДІЛІВ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Трачук Сергій Васильович

кандидат наук з фізичного виховання і спорту,
завідувач кафедри теорії і методики фізичного виховання
Національного університету фізичного виховання і спорту України
ORCID ID: 0000-0002-5580-0510

Холодова Ольга Світозарівна

кандидат наук з фізичного виховання і спорту,
доцент кафедри теорії і методики фізичного виховання
Національного університету фізичного виховання і спорту України
ORCID ID: 0000-0002-7939-354

Хмара Вікторія Вікторівна

викладач кафедри теорії і методики фізичного виховання
Національного університету фізичного виховання і спорту України
ORCID ID: 0009-0000-5475-8106

У статті досліджено аспекти фізичної підготовки особового складу підрозділів спеціального призначення. Розглянуто вплив тренувального процесу на розвиток фізичних і психологічних якостей, необхідних для виконання завдань у складних бойових умовах. Аналіз даних засвідчив важливість поєднання загальної та спеціальної фізичної підготовки, яка включає вправи для розвитку витривалості, сили, швидкості, координації та стресостійкості. Встановлено, що індивідуалізація тренувальних програм підвищує ефективність фізичного розвитку та зменшує ризики травматизму. Особливу увагу приділено впливу бойового стресу на фізіологічний стан військовослужбовців, який вимагає інтеграції психофізичних вправ, зокрема йоги, дихальних технік і медитації, для покращення адаптації до стресових ситуацій. Наведено дані антропометричних і фізіологічних показників, що відображають рівень підготовленості досліджуваної групи. Зазначено, що 80% військовослужбовців мають відмінну фізичну форму, що підтверджується результатами тестувань. Дослідження засвідчило, що 80% військовослужбовців мають відмінну фізичну підготовленість, тоді як 20% – добру. Показники індексу маси тіла у всіх обстежених відповідають оптимальним стандартам, а антропометричні характеристики свідчать про високий рівень фізичного розвитку. Під час тестувань зафіксовано середні результати: підтягування – 13,25 разів, згинання та розгинання рук в упорі лежачи – 70,88 разів, човниковий біг 10×10 – 26,06 с. Також визначено переважання гіпокінетичного типу кровообігу, що свідчить про економічність роботи серця та широкий діапазон його адаптації. Результати аналізу стану фізичної підготовленості підкреслюють необхідність розробки індивідуалізованих тренувальних програм і впровадження сучасних методик, що враховують специфіку службової діяльності. Встановлено, що використання інноваційних технологій для моніторингу фізіологічного стану є перспективним напрямом для оптимізації тренувального процесу. Зроблено висновок про необхідність подальших досліджень, спрямованих на вдосконалення методичних підходів до підготовки військовослужбовців.

Ключові слова: фізична підготовка, бойовий стрес, тренувальні програми, функціональна готовність, військовослужбовці.

Trachuk S. V., Kholodova O. S., Khmara V. V. Features of the physical development of special forces personnel

The study explores the current state of physical fitness of personnel in special forces units. The paper examines the impact of the training process on the development of physical and psychological qualities required for performing tasks in extreme conditions. The analysis highlights the importance of integrating general and specific physical training, including exercises aimed at developing endurance, strength, speed, coordination, and stress resistance. Individualization of training programs is shown to enhance physical development efficiency and reduce injury risks. Special attention is paid to the impact of combat stress on the physiological state of service members, emphasizing the need for incorporating psychophysical exercises such as yoga, breathing techniques, and meditation to improve adaptation to stressful environments. The study presents anthropometric and physiological data reflecting the current fitness levels of the sur-

veyed group. It is noted that 80% of the service members demonstrated excellent physical readiness, while 20% showed good results. Key performance indicators include pull-ups (average of 13,25 reps), push-ups (70,88 reps), and the shuttle run 10×10 (26,06 seconds). A predominant hypokinetic type of circulation was identified, indicating the heart's economic operation and a wide range of adaptability. The findings underscore the necessity of developing individualized training programs and implementing modern methodologies tailored to the specifics of military service. The use of innovative technologies for monitoring physiological conditions is suggested as a promising direction for optimizing the training process. Future research should focus on refining methodological approaches to the preparation of service members.

Key words: Physical fitness, combat stress, training programs, functional readiness, service members.

Постановка проблеми. Фізичний розвиток особового складу підрозділів спеціального призначення є одним із ключових елементів бойової готовності, який забезпечує ефективне виконання поставлених завдань у складних і стресових умовах. Високий рівень фізичної підготовленості дозволяє військовослужбовцям витримувати тривалі фізичні навантаження, зберігати стійкість до бойового стресу та швидко адаптуватися до екстремальних умов [1, с. 254].

Сучасні бойові дії характеризуються високою інтенсивністю фізичних і психологічних навантажень, що вимагає інтеграції сучасних методів підготовки військовослужбовців. Проблема фізичного розвитку військових охоплює як загальні питання організації тренувань, так і спеціальні аспекти, пов'язані з адаптацією програм до конкретних умов бойових завдань. Як зазначається у роботах [2, с. 63], впровадження комплексного підходу до фізичної підготовки є важливим кроком до досягнення відповідності стандартам НАТО.

Під час виконання службових обов'язків особовий склад зазнає впливу несприятливих факторів, таких як фізичне виснаження, нестача сну, кисневе голодування, підвищені психологічні навантаження. У цих умовах ефективна фізична підготовка є основою для забезпечення належної функціональності організму. Зокрема, за даними [3, с. 13], систематична фізична підготовка дозволяє підвищити витривалість, силу та швидкість реакції, які є критичними для виживання в бойових умовах.

Наукові дослідження свідчать про те, що фізична підготовка військовослужбовців підрозділів спеціального призначення є багатокомпонентною системою, яка включає:

- загальну фізичну підготовку (ЗФП);
- спеціальну фізичну підготовку (СФП);
- розвиток психологічної стійкості;
- адаптацію до екстремальних умов [4, с. 55].

Попри значний прогрес у вивченні даного питання, залишаються невирішеними аспекти, що стосуються впровадження інноваційних технологій у тренувальний процес, адаптації програм до різних категорій військовослужбовців, включаючи жінок і осіб старшого віку [4, с. 56; 5, с. 46]. Також актуальним є питання інтеграції психологічної підготовки в загальну структуру фізичних тренувань [1, с. 255].

Мета дослідження – визначити особливості фізичного розвитку особового складу підрозділів спеціального призначення.

Виклад основного матеріалу дослідження. Фізична підготовленість військовослужбовців є фундаментальною складовою частиною їхньої професійної підготовки, особливо в умовах сучасних бойових дій. Високий рівень фізичної витривалості, сили та швидкості реакції не лише забезпечує ефективне виконання службових завдань, але й сприяє зниженню ризику травм і підвищенню загальної стресостійкості організму. Дослідження [3, с. 13] підтверджують, що фізична підготовка дозволяє військовослужбовцям зберігати функціональність в умовах високих фізичних і психологічних навантажень, характерних для бойових дій.

Основним завданням фізичної підготовки є розвиток загальної та спеціальної витривалості, сили, координації та психологічної стійкості. Систематичне впровадження методів інтегрованого тренування сприяє адаптації організму до екстремальних умов. Зокрема, як зазначається у дослідженнях [1, с. 254], сучасні методики тренувань дозволяють значно покращити фізичні показники військовослужбовців, що забезпечує їхню готовність до виконання складних оперативних завдань.

В умовах бойових дій організм військовослужбовця зазнає значних фізичних та психологічних навантажень. Підвищена фізична активність, стрес, недосипання та нерегулярне харчування можуть призвести до виснаження та зниження бойової готовності. Наприклад, тривале перебування у зоні бойових дій суттєво впливає на стан серцево-судинної системи. У таких умовах часто спостерігається зниження толерантності до фізичних навантажень, порушення нормального функціонування нервової системи та загальне виснаження організму [3, с. 13]. Отже, систематична фізична підготовка повинна бути спрямована на підтримання адаптаційних можливостей організму та мінімізацію негативних наслідків стресу.

Фізична підготовленість військовослужбовців підрозділів спеціального призначення визначається низкою факторів, які впливають на ефективність тренувального процесу та результати виконання завдань. До ключових чинників нале-

жать гендерні та вікові відмінності, фізіологічні особливості, психофізіологічні аспекти, а також вплив бойового стресу. Аналіз цих факторів дозволяє адаптувати методики тренувань до конкретних умов служби [5, с. 46].

Гендерні відмінності вимагають розробки адаптованих програм тренувань для чоловіків і жінок. Жінки, як правило, мають більшу витривалість в умовах фізичних навантажень, але меншу швидкість відновлення після інтенсивної діяльності. Водночас чоловіки зазвичай демонструють перевагу у швидкісно-силових якостях, що вимагає застосування методик, які враховують ці біологічні особливості [1, с. 255].

Вікові аспекти також відіграють важливу роль у тренувальному процесі. Молодші військовослужбовці мають вищий потенціал для розвитку швидкісних і силових якостей, тоді як особи старшого віку потребують програм, спрямованих на підтримання витривалості та загального фізичного стану. Як зазначають дослідники [4, с. 55], тренувальні програми для старших військовослужбовців мають враховувати ризик травматизму і включати вправи з акцентом на відновлювальних процесах.

Фізіологічні особливості військовослужбовців, такі як рівень аеробної витривалості, анаеробного порогу та функціональний стан серцево-судинної системи, визначають ефективність виконання фізичних навантажень. Як вказується у роботі [6, с. 101], регулярний моніторинг цих показників дозволяє своєчасно коригувати тренувальні програми та знижувати ризик перевантаження. Ефективна організація фізичної підготовки неможлива без регулярного моніторингу стану здоров'я та фізичної форми військовослужбовців. Сучасні методи контролю дозволяють вчасно виявляти відхилення у стані здоров'я, коригувати тренувальні програми та забезпечувати оптимальні умови для підтримання фізичної готовності [5, с. 45].

У тренувальному процесі широко застосовуються пристрої, які відстежують частоту серцевих скорочень, рівень кисню в крові, витрати калорій та інші фізіологічні параметри. Це дозволяє створювати індивідуалізовані програми підготовки, що враховують рівень підготовленості кожного військовослужбовця [5, с. 46].

Аналізи крові, оцінка рівня VO_2 max та показників анаеробного порогу дають змогу оцінити рівень фізичної витривалості та функціональний стан серцево-судинної системи. За даними [1, с. 254], регулярне проведення таких тестів дозволяє виявляти приховані ризики перевантаження або хронічної втоми.

Застосування простих і доступних тестів, таких як біг на час, підтягування, човниковий біг, дозволяє оперативно оцінювати фізичну під-

готовленість особового складу. За результатами польових тестів можна визначити рівень загальної витривалості, сили, швидкості та координації.

Для вирішення поставленої мети і завдань наукового дослідження було обстежено 30 військовослужбовців, середній вік яких становив 19,3 років. Дослідження проводилося на навчальній базі військової частини. Обробку статистичної інформації здійснювали з використанням комп'ютерного пакета прикладних програм Statistica 10.0 (StatSoft, Inc., США) та Microsoft Excel.

Аналіз отриманих даних дозволив встановити, що середні показники довжини тіла військовослужбовців становили $175,5 \pm 1,10$ см, маси тіла – $71,1 \pm 1,2$ кг. При цьому максимальна величина довжини тіла відповідала 182 см, мінімальна – 165 см; максимальна величина маси тіла – 80 кг, мінімальна – 63 кг.

Окружність грудної клітини вимірювали на вдиху, видиху і під час паузи. Середній показник ОГК під час паузи становив $101,0 \pm 1,81$ см. Екскурсія грудної клітини – це різниця ОГК на вдиху і видиху. У досліджуваній групі дана величина становить $6,2 \pm 0,23$ см.

Показником оптимальності фізичного розвитку є значення індексу маси тіла (індекс Кетле) в межах $20\text{--}25$ кг·м². Усі досліджувані військовослужбовці мали показники ІМТ в зазначених межах. Індекс Брока – Бругша дозволяє знайти належну вагу. У 80% випробовуваних відхилення фактичної ваги від належного значення знаходяться в межах 10% від належної величини, що вважається незначним відхиленням, а вага в цих межах – середньою. Для 13,3% військовослужбовців характерна вага вище середньої, а для 6,7% – висока.

Індекс Пінье (міцності статури) дозволив встановити, що 66,7% обстежених військовослужбовців мали дуже міцну статуру, 26,7% – міцну, 6,6% – середню статуру. Індекс Ерісмана (пропорційності розвитку грудної клітини) вказує на те, що для 80% військовослужбовців характерна широка грудна клітка, для 13,3% – вузька, для 6,7% – середня. Показник обхвату розслабленого плеча становить $29,3 \pm 0,5$ см, напруженого – $33,8 \pm 0,4$ см.

Основні показники серцево-судинної системи військовослужбовців представлені в таблиці 1.

Значення систолічного артеріального тиску становлять $124,7 \pm 1,7$ мм рт.ст., діастолічного – $64,0 \pm 1,3$ мм рт.ст. За величиною систолічного та діастолічного тиску розраховується пульсовий тиск, за яким побічно роблять висновок про ударний обсяг серця. Даний показник у досліджуваній групі дорівнює $60,7 \pm 1,2$ мм рт.ст. Середній показник частоти серцевих скорочень у групі становив $64,5 \pm 0,7$ уд·хв⁻¹.

Таблиця 1

Показники серцево-судинної системи військовослужбовців

Показники	\bar{x}	S
АТ _{сист.} , мм рт.ст.	124,7	1,7
АТ _{діаст.} , мм рт.ст.	64,0	1,3
ПТ, мм рт.ст.	60,7	1,2
ЧСС, уд/хв	64,5	0,7
ППД (індекс подвійного добутку), ум. од.	80,3	1,2
Ударний об'єм, мл	72,4	1,7
Хвилинний об'єм крові, л·хв ⁻¹	4,7	0,1
Серцевий індекс, л/хв ^{m2}	1,9	0,02

У результаті дослідження фізичної підготовленості особового складу спеціальних воєнізованих підрозділів ЗСУ отримано такі дані. Середній показник підтягувань на перекладині склав $13,25 \pm 0,49$ разів. Індивідуальні показники варіювалися від 10 до 17 разів. У тесті згинання та розгинання рук у упорі лежачи середній результат у групі становив $70,88 \pm 1,95$ разів, з максимальним показником 83 рази та мінімальним 60. Човниковий біг 10×10 засвідчив середній результат $26,06 \pm 0,27$ с, а варіація індивідуальних показників становила від 24 до 30 с.

Серед досліджених військовослужбовців 80% показали рівень фізичної підготовленості вище 230 балів, що відповідає відмінній фізичній формі. Інші 20% отримали гарні оцінки. Застосований метод індексів підтвердив відповідність антропометричних та функціональних параметрів оптимальним стандартам. Показники індексу маси тіла (Кетле) у всіх обстежуваних знаходилися в межах 20–25 кг/м², що свідчить про нормальний фізичний стан.

Індекс Брока – Бругша засвідчив, що у 80% військовослужбовців відхилення ваги не перевищують 10% від оптимальної. Індекс Пінье визначив, що 66,7% мають дуже міцну статуру, а 26,7% – міцну. Аналіз серцево-судинних показників підтвердив переважання економічного режиму роботи серця та широкий діапазон адаптації.

Оцінка рівня стресу, концентрації уваги та когнітивних функцій є важливою складовою комплексного підходу до фізичної підготовки. Як зазначають [8, с. 122], впровадження таких методів дозволяє виявляти негативний вплив бойового стресу та своєчасно адаптувати тренувальні програми.

Бойовий стрес є одним із основних чинників, що впливають на фізичну підготовленість військовослужбовців. У роботі [5, с. 46] зазначається, що тривале перебування у стресових умовах призводить до виснаження фізичних ресурсів організму, порушення когнітивних функцій і зниження координації рухів, що підкреслює необхідність включення у тренувальні програми вправ, спрямованих на розвиток стресостійкості.

Ефективною методикою для зниження негативного впливу стресу є впровадження психофізичних вправ, таких як йога, дихальні техніки та медитація. Як зазначають автори [1, с. 255], ці вправи сприяють стабілізації психоемоційного стану та покращують адаптацію до екстремальних умов.

Стресові ситуації викликають фізіологічні реакції, такі як підвищення частоти серцевих скорочень, артеріального тиску та рівня адреналіну, що може призводити до виснаження організму [4, с. 56]. Для підготовки до роботи в стресових умовах застосовуються спеціальні тренування, що імітують бойові ситуації. Як зазначається у дослідженні [5, с. 45], ці тренування підвищують здатність військовослужбовців зберігати концентрацію, приймати рішення та діяти ефективно навіть за умов значного фізичного і психологічного навантаження.

Бойовий стрес є невід'ємною частиною військової служби в умовах конфлікту. Він може викликати гострі стресові реакції, що проявляються у вигляді паніки, страху, тривоги та депресії. Ці реакції значно знижують ефективність виконання завдань, оскільки вони впливають на когнітивні функції, координацію рухів і загальну фізичну витривалість [7, с. 205]. Зниження рівня адаптації до стресових ситуацій призводить до зростання ризику помилок та втрат у бойових умовах, тому фізична підготовка має включати елементи, спрямовані на розвиток стресостійкості, що підтверджено дослідженнями [8, с. 122].

Результати вказують на необхідність подальшого вдосконалення тренувальних програм з урахуванням спеціалізації підрозділів та індивідуальних потреб військовослужбовців. Фізична підготовка військовослужбовців ґрунтується на інтегрованому підході, що поєднує загальну та спеціальну фізичну підготовку. Основними принципами цього процесу є індивідуалізація, поступовість, систематичність і відповідність специфічним завданням, які стоять перед військовими підрозділами. Як зазначається у роботі [1, с. 255], методологічна основа тренувального процесу включає врахування вікових, фізіологічних та

психологічних особливостей військовослужбовців.

Діяльність особового складу підрозділів спеціального призначення часто проходить в екстремальних умовах, які вимагають високого рівня фізичної та психологічної адаптації. Виконання бойових завдань супроводжується тривалим фізичним навантаженням, впливом несприятливих факторів довкілля, таких як високі або низькі температури, кисневе голодування, обмеженість рухів і підвищена вологість [9, с. 145].

Для успішної адаптації до таких умов у тренувальний процес включають різні вправи. Основними з таких є біг на довгі дистанції, вправи з носінням важких вантажів або тривалий маршкідок. Вони дозволяють розвивати стійкість до тривалих фізичних навантажень. Крім того, ефективним є використання смуг перешкод, моделювання дій у обмежених просторах або впливу шумових і димових ефектів. Це сприяє формуванню навичок виконання завдань у стресових умовах. Також часто у тренувальний процес включають завдання у спеціально створених температурних умовах, що імітують жаркі або холодні кліматичні зони [10, с. 34]. Застосування віртуальних тренувальних симуляцій дозволяє імітувати реальні бойові умови, включаючи стресові ситуації, що сприяє розвитку як фізичної витривалості, так і психологічної стійкості [11, с. 229].

Значну увагу слід приділяти розвитку толерантності до кисневого голодування. Як зазначають автори [4, с. 56], вправи, спрямовані на тренування дихальних м'язів та збільшення об'єму легень, є ефективними методами підвищення аеробної витривалості військовослужбовців. Особливе місце займають дихальні техніки, що дозволяють зменшити стресовий вплив під час виконання завдань в умовах обмеженої кількості кисню.

Урахування індивідуальних особливостей військовослужбовців є одним із головних принципів фізичної підготовки. Вікові та гендерні відмінності мають бути інтегровані у тренувальний процес. Наприклад, молодші військовослужбовці зазвичай демонструють більший потенціал для розвитку швидко-силових якостей, тоді як старші потребують більше уваги до витривалості та загального фізичного стану [5, с. 45]. Водночас врахування гендерних аспектів дозволяє розробляти адаптовані програми для жінок, які часто мають вищу витривалість у навантаженнях, але меншу швидкість відновлення після інтенсивної діяльності [1, с. 255].

Ефективність фізичної підготовки значною мірою залежить від періодизації тренувального процесу. Розподіл тренувань на підготовчу, основну та відновлювальну фази дозволяє забезпечити оптимальне навантаження на організм, запобіга-

ючи перенавантаженню та вигоранню. Як зазначається у дослідженні [4, с. 56], регулярне включення вправ для розвитку координації та балансу підвищує ефективність виконання бойових завдань.

Фізична підготовка військовослужбовців повинна бути спрямована на розвиток загальної та спеціальної витривалості, сили, швидкості та гнучкості. Особливу увагу слід приділяти тренуванням, які імітують реальні бойові умови, зокрема подоланню перешкод, перенесенню вантажів та діям у стресових ситуаціях. Інтенсивні тренування за методикою НІТ забезпечує адаптацію серцево-судинної системи до високих навантажень, підвищує аеробну і анаеробну витривалість, що є ключовими компонентами підготовки [12, с. 43].

Регулярне медичне обстеження та моніторинг фізичного стану є невід'ємною частиною підготовки. Дані медичного моніторингу дозволяють своєчасно виявляти можливі відхилення у стані здоров'я, коригувати тренувальні програми та забезпечувати оптимальні умови для підтримання фізичної форми. Інноваційні методи, такі як використання носимих пристроїв для моніторингу фізіологічних показників, забезпечують високий рівень персоналізації тренувального процесу [8, с. 122].

Фізична підготовка військовослужбовців підрозділів спеціального призначення має багатоконпонентну структуру, яка передбачає розвиток як загальних, так і спеціальних фізичних якостей. Відповідно до сучасних досліджень цей процес включає базові компоненти: ЗФП, СФП, методи моніторингу стану здоров'я та підготовку до дій в екстремальних умовах [1, с. 255].

ЗФП спрямована на розвиток базових фізичних якостей, які формують основу для виконання службових завдань. Основними компонентами ЗФП є аеробні вправи для розвитку витривалості, силові тренування, а також вправи для підвищення координації та гнучкості [4, с. 55]. Особливу увагу слід приділяти вправам, що сприяють зміцненню серцево-судинної системи, адже це є ключовим фактором підтримання працездатності під час тривалих фізичних навантажень [5, с. 44].

СФП спрямована на розвиток навичок, безпосередньо необхідних для виконання бойових завдань. У дослідженні [1, с. 255] зазначається, що СФП включає вправи для адаптації до кисневого голодування, техніки рукопашного бою, тренування з подолання перешкод та імітацію бойових дій. Особливий акцент робиться на застосуванні НІТ, які поєднують короткі періоди інтенсивного фізичного навантаження з інтервалами відпочинку. Як доводять результати [4, с. 56], цей підхід дозволяє підвищити як аеробну, так і анаеробну витривалість.

ЗФП є основою для подальшого розвитку спеціальних фізичних якостей. Її метою є зміцнення загального здоров'я, підвищення фізичної витривалості та здатності до виконання довготривалих навантажень. У роботі [4, с. 55] зазначається, що ЗФП має охоплювати такі елементи:

- аеробні вправи для розвитку серцево-судинної системи;
- силові тренування, спрямовані на зміцнення м'язової системи;
- комплексні вправи, які покращують координацію та рівновагу.

СФП зосереджується на формуванні навичок, безпосередньо необхідних для виконання службових завдань. Зміст спеціальної підготовки охоплює:

- розвиток стійкості до стресових умов;
- рукопашну підготовку;
- вправи для подолання перешкод;
- тактичні вправи;

Комплексний підхід до фізичної підготовки, що поєднує ЗФП і СФП, є важливою складовою частиною забезпечення боєздатності особового складу. Правильна організація тренувального процесу дозволяє військовослужбовцям не лише виконувати службові обов'язки, але й зберігати фізичне і психологічне здоров'я в умовах тривалих операцій.

Після завершення бойових дій військовослужбовці потребують комплексної реабіліта-

ції, яка включає фізичну терапію, психологічну підтримку та соціальну адаптацію. Реабілітаційні програми спрямовані на відновлення фізичного та психічного здоров'я, попередження розвитку посттравматичних стресових розладів та повернення до повноцінного життя. За даними [13, с. 37], ефективна реабілітація дозволяє зменшити ризик хронічних розладів та покращити якість життя ветеранів. В Україні впроваджено систему медичної реабілітації військовослужбовців – учасників бойових дій – на місцевому рівні. Однак дослідження свідчать про необхідність розвитку програми комплексної реабілітації на державному рівні, що зумовлено як результатом бойових травм, які призводять до фізичної інвалідності, так і посттравматичного синдрому – інвалідності психологічної.

Висновки. Фізичний розвиток особового складу підрозділів спеціального призначення є багатовимірним процесом, який потребує комплексного підходу. Результати аналізу свідчать про необхідність впровадження сучасних методів і технологій для забезпечення оптимального рівня фізичної підготовленості. Подальші дослідження мають бути спрямовані на вдосконалення методичних підходів до організації тренувань з урахуванням специфіки службової діяльності й індивідуальних особливостей військовослужбовців.

Література:

1. Терентьева Н.О., Радченко Ю.І. Зміст і форми спеціальної фізичної підготовки військовослужбовців сил безпеки і оборони України. URL: https://zenodo.org/records/3905906/files/Terentieva%20et%20al..pdf?utm_source=chatgpt.com.
2. Магера Т.Г., Данило Л.І. Фізична підготовка підрозділів спеціального призначення в різних країнах світу. *Фізична культура і спорт у сучасному суспільстві: досвід, проблеми, рішення* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 20.11.2015 р. Київ, С. 59–64.
3. Кальниш В.В., Мальцев О.В. Віддалені зміни психофізіологічного стану військовослужбовців після тривалого перебування в зоні проведення бойових дій. *Фізіологічний журнал*. 2021, Т. 67. № 2. С. 11–21.
4. Маляренко А.П. Шляхи удосконалення процесу фізичної підготовки військовослужбовців Збройних сил України. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова*. 2018. Вип. 6 (100). С. 54–58.
5. Ковальчук А.М., Антошків Ю.М., Петренко А.М. Оптимізація системи оцінювання фізичної підготовленості працівників оперативно-рятувальної служби цивільного захисту ДСНС України. *Сучасні тенденції та перспективи розвитку фізичної підготовки та спорту Збройних сил України, правоохоронних органів, рятувальних та інших спеціальних служб на шляху євроатлантичної інтеграції України* : тези VI Міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 25 листопада 2022 р. Київ : НУОУ, 2022. С. 42–45.
6. Марченко О.Ю., Холодова О.С. Дослідження рівня фізичного розвитку та фізичної підготовленості особового складу підрозділів Національної поліції України. *Спортивна медицина, фізична терапія та ерготерапія*. 2022. С. 100–104.
7. Пузирьов Є.В., Ізвєков В.В. Бойовий стрес та його наслідки для військовослужбовців. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія «Психологія»*. 2023. Том 34 (73). № 1. С. 203–209.
8. Куценко А., Скарбовська Ю. Формування стресостійкості та психологічної готовності військовослужбовців до участі в бойових діях. *Молодий вчений*. 2024. № 6 (130). С. 120–124. <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2024-6-130-23>.
9. Підтримання фізичної працездатності особового складу механізованих підрозділів в зоні АТО / В.В. Золочевський, В.С. Откидач, М.В. Яровий, А.В. Яцун. *Сучасні тенденції та перспективи розвитку фізичної підготовки та спорту Збройних Сил України, правоохоронних органів, рятувальних та інших спеціальних служб на шляху євроатлантичної інтеграції України* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 29–30 листопада 2017 р. / Національний університет оборони України імені Івана Черняховського ; за заг. ред. В.І. Свистун, О.В. Петрачкова. Київ : НУОУ, 2017. С. 144–146.

10. Лещеня С.В., Орленко І.П., Мелешко А.О. Інструкція з організації фізичної підготовки в Національній гвардії України / за ред. О.Н. Мальцева. Київ : ГУ НГУ, 2014. 141 с.
11. Петренко А.М., Кордяка І.М. Кросфіт – основа загальної фізичної підготовки у становленні майбутніх рятувальників. *Сучасні тенденції та перспективи розвитку фізичної підготовки та спорту Збройних сил України, правоохоронних органів, рятувальних та інших спеціальних служб на шляху євроатлантичної інтеграції України* : тези VI Міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 25 листопада 2022 р. Національний університет оборони України. Київ : НУОУ, 2022. С. 226–239.
12. Витривалість військовослужбовців та методика її розвитку : навчально- методичний посібник / укл. Н.Б. Вербин, Н.Л. Височина, С.Ф. Костів та ін. Київ : НУОУ, 2023. 120 с.
13. Логвиненко І.О., Нестерчук Н.Є. Фізична терапія військовослужбовців, учасників бойових дій, безпосередньо взявших участь в операції об'єднаних сил. *Rehabilitation and Recreation*. 2021. № 8. С. 34–39. URL: <https://health.nuwm.edu.ua/index.php/rehabilitation/article/view/142>.

References:

1. Terentieva, N.O., & Radchenko, Y.I. *Zmist i formy spetsialnoi fizychnoi pidhotovky viiskovosluzhbovtiv syl bezpeky i oborony Ukrainy* [Content and forms of special physical training of military personnel of security and defense forces of Ukraine]. Retrieved from <https://zenodo.org/records/3905906/files/Terentieva%20et%20al.pdf>.
2. Magera, T.G., & Danylo, L.I. (2015, November 20). *Fizychna pidhotovka pidrozdiliv spetsialnoho pryznachennia v riznykh krainakh sviitu* [Physical training of special forces units in different countries]. In *Materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii* [Materials of the International Scientific and Practical Conference] (pp. 59–64). Kyiv: *Fizychna kultura i sport u suchasnomu suspilstvi: dosvid, problemy, rishennia* [Physical culture and sports in modern society: experience, problems, solutions].
3. Kalnysh, V.V., & Maltsev, O.V. (2021). *Viddaleni zminy psykhofiziologichnoho stanu viiskovosluzhbovtiv pislia tryvaloho perebuvannia v zoni provedennia boiovykh dii* [Remote changes in the psychophysiological state of military personnel after prolonged deployment in combat zones]. *Fiziologichnyi zhurnal* [Physiological Journal], 67(2), 11–21.
4. Maliarenko, A.P. (2018). *Shliakhy udoskonalennia protsesu fizychnoi pidhotovky viiskovosluzhbovtiv Zbroinykh Syl Ukrainy* [Ways to improve the physical training process of Armed Forces personnel of Ukraine]. *Naukovyi chasopys NPU imeni M.P. Drahomanova* [Scientific Bulletin of NPU named after M.P. Drahomanov], 6(100), 54–58.
5. Kovalchuk, A.M., Antoshkiv, Y.M., & Petrenko, A.M. (2022, November 25). *Optymizatsiia systemy otsiniuvannia fizychnoi pidhotovlenosti pratsivnykiv operatyvno-riatuvальноi sluzhby tsyvilnoho zakhystu DSNS Ukrainy* [Optimization of the physical fitness assessment system for employees of the State Emergency Service of Ukraine]. In *Contemporary trends and prospects of physical training and sport development of the Armed Forces of Ukraine, law enforcement agencies, rescue and other special services in the context of Euro-Atlantic integration of Ukraine: Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference* (pp. 42–45). Kyiv: National University of Defense of Ukraine.
6. Marchenko, O.Y., & Kholodova, O.S. (2022). *Doslidzhennia rivnia fizychnoho rozvytku ta fizychnoi pidhotovlenosti osobovoho skladu pidrozdiliv Natsionalnoi politsii Ukrainy* [Research on the level of physical development and physical readiness of the personnel of the National Police of Ukraine]. *Sportyvna medytsyna, fizychna terapiia ta erhoterapiia: Nauk. zhurn.* [Sports Medicine, Physical Therapy and Ergotherapy: Scientific Journal], 100–104.
7. Puzyryov, Y.V., & Izvekov, V.V. (n.d.). *Boiovyi stres ta yoho naslidky dlia viiskovosluzhbovtiv* [Combat stress and its consequences for military personnel]. *Vcheni zapysky TNU imeni V. I. Vernadskoho. Serii: Psykholohiia* [Scientific Notes of the Taurida V. I. Vernadsky National University. Series: Psychology].
8. Kutsenko, A., & Skarbovska, Y. (2024). *Formuvannia stresostiikosti ta psykholohichnoi hotovnosti viiskovosluzhbovtiv do uchasti v boiovykh diiakh* [Formation of stress resistance and psychological readiness of military personnel to participate in combat operations]. *Molodyi vchenyi* [Young Scientist], 6(130), 120–124. Retrieved from <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2024-6-130-23>.
9. Zolochovskyi, V.V., Otkydach, V.S., Yarovy, M.V., & Yatsun, A.V. (2017, November 29–30). *Pidtrymannia fizychnoi pratsespryromozhnosti osobovoho skladu mekhanizovanykh pidrozdiliv v zoni ATO* [Maintaining physical performance of mechanized units in the ATO zone]. In *Proceedings of the International Scientific and Practical Conference* (pp. 144–146). Kyiv: National University of Defense of Ukraine named after Ivan Chernyakhovsky.
10. Leshchenia, S.V., Orlenko, I.P., & Meleshko, A.O. (2014). *Instruktsiia z orhanizatsii fizychnoi pidhotovky v Natsionalnii hvardii Ukrainy* [Instruction on organizing physical training in the National Guard of Ukraine]. Kyiv: Main Department of NGU.
11. Petrenko, A.M., & Kordiyaka, I.M. (2022, November 25). *CrossFit as the basis of general physical training in the development of future rescuers*. In *Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference* (pp. 226–239). Kyiv: National University of Defense of Ukraine.
12. Verbyn, N.B., Vysochina, N.L., & Kostiv, S.F., et al. (2023). *Vytryvalist viiskovosluzhbovtiv ta metodyka yii rozvytku: Navchalno-metodychnyi posibnyk* [Endurance of military personnel and methods for its development: Educational and methodological manual]. Kyiv: NUOU.
13. Lohvynenko, I.O., & Nesterchuk, N.Ye. (2021). *Fizychna terapiia viiskovosluzhbovtiv, uchasnykiv boiovykh dii, bezposeredno vzialykh uchast v operatsii obiednanykh syl* [Physical therapy for military personnel who directly participated in joint forces operations]. *Rehabilitation and Recreation*, 8, 34–39. Retrieved from <https://health.nuwm.edu.ua/index.php/rehabilitation/article/view/142>.

УДК 37:5(477)

DOI <https://doi.org/10.32782/NSER/2024-6.09>

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ АНАЛІЗУ ТАКТИЧНИХ СТРАТЕГІЙ У ФУТБОЛІ

Ярмошук Олена Олександрівна

кандидат наук з фізичного виховання і спорту, доцент,
доцент кафедри медико-біологічних дисциплін
Національного університету водного господарства та природокористування
ORCID ID: 0000-0002-3684-9714

Василюк Василь Миколайович

кандидат педагогічних наук, доцент,
професор кафедри теорії і практики фізичної культури і спорту
Рівненського державного гуманітарного університету
ORCID ID: 0000-0002-8569-7518

Мельник Ольга Степанівна

старший викладач кафедри фізичного виховання
Національний університет «Львівська політехніка»
ORCID ID: 0009-0006-2558-1544

Проведений аналіз показав, що високий рівень техніко-тактичної підготовки є одним із ключових факторів переваги над суперником і досягнення перемоги. Для вибору ефективної тактики на матч слід враховувати низку ключових факторів власної команди: антропометричні дані гравців, збалансованість складу, універсалізація футболістів, рівень їхньої фізичної та технічної підготовки тощо. Важливими є також характеристики суперника: особливості його антропометрії, стиль гри, який практикує команда, та рівень технічної і фізичної підготовки гравців. Додатково враховується місце проведення матчу – на своєму полі чи на виїзді. У сучасному футболі, де рівень майстерності гравців часто є практично однаковим, вирішальним фактором у підсумковому результаті стає вдало обрана тактична схема та система розташування гравців на полі. У процесі роботи були узагальнені наукові дослідження, що стосуються впливу тактичних стратегій на ефективність гри. Вивчено роль інноваційних технологій (big data, відеоаналіз, машинне навчання) у процесі тактичного аналізу.

У ході роботи авторами описано потенційне рішення щодо побудови моделей і поєднання різних джерел даних, а саме використання технології великих даних (big data). Відповідно, великі дані характеризуються за допомогою трьох складників: обсяг, різноманітність і швидкість. Стосовно тактичної аналітики у футболі ці поняття можна відобразити таким чином: обсяг відноситься до розміру наборів даних у футболі; різноманітність стосується різних форматів даних і джерел даних; швидкість описує швидкість, з якою генеруються нові дані. У футболі швидкість широко варіюється між потоками в реальному часі від фізіологічних і позиційних даних до відкладених даних звичайного аналізу під час тренувань і змагань. Технології великих даних спрямовані саме на обробку та зберігання високошвидкісних даних.

Адаптація технологій великих даних (big data) у дослідженні футболу відкриває нові можливості для вирішення ключових проблем тактичного аналізу в елітному спорті. Завдяки сучасним методам обробки даних можна розробити більш глибокі теоретичні моделі, що відображатимуть складність тактичних рішень і гри команд. Однак це вимагає міждисциплінарного підходу, який об'єднує спортивних аналітиків, тренерів, біомеханіків і спеціалістів із комп'ютерних наук для спільного аналізу та інтерпретації даних.

Ключові слова: тактика, стратегія, великі дані, футбол, моделі, міждисциплінарний підхід.

Yarmoshchuk O. O., Vasylyuk V. M., Melnyk O. S. Innovative approaches and prospects for analyzing tactical strategies in football

The conducted analysis revealed that a high level of technical and tactical preparation is one of the key factors for gaining an advantage over the opponent and achieving victory. To select an effective match strategy, several crucial factors of the team must be considered: players' anthropometric data, squad balance, player versatility, and levels of physical and technical preparation. Equally important are the opponent's

characteristics, such as their anthropometric features, playing style, and levels of technical and physical readiness. Additionally, the venue of the match—whether it is a home or away game—plays a significant role.

In modern football, where player skill levels are often nearly equal, the decisive factor in determining the outcome is a well-chosen tactical formation and player positioning on the field. This study consolidates scientific research regarding the impact of tactical strategies on game efficiency and explores the role of innovative technologies (big data, video analysis, machine learning) in the process of tactical analysis.

The authors propose a potential solution for constructing models and integrating various data sources using big data technologies. Big data is characterized by three key elements: volume, variety, and velocity. Regarding tactical analytics in football, these aspects can be interpreted as follows: volume pertains to the size of football data sets; variety refers to the different formats and sources of data; velocity describes the speed at which new data is generated. In football, velocity varies significantly between real-time streams of physiological and positional data and delayed data from traditional analysis conducted during training and competitions. Big data technologies are specifically designed to process and store high-velocity data.

The adaptation of big data technologies in football research opens new possibilities for addressing key issues in tactical analysis at the elite sports level. Modern data processing methods enable the development of deeper theoretical models that reflect the complexity of tactical decisions and team play. However, this requires an interdisciplinary approach that combines the expertise of sports analysts, coaches, biomechanists, and computer scientists for comprehensive data analysis and interpretation.

Key words: tactics, strategy, big data, football, models, interdisciplinary approach.

Постановка проблеми та її актуальність.

Одним з ключових рішень футбольних тренерів є визначення тактичної побудови команди як частини стратегії на весь матч. Тактична побудова створює колективну організацію, яка визначає просторове розташування гравців, групуючи їх зазвичай у чотири тактичні лінії (воротар, захисники, півзахисники та нападники) [7, с. 11–13].

Хоча вибір конкретної тактичної побудови не передбачає впровадження певного стилю гри, він є важливим ключовим аспектом для будь-якого тренера, оскільки він дозволяє розташувати гравців на позиції на полі, де вони можуть максимізувати свою індивідуальну результативність.

У цьому сенсі метою кожної тактики є створення синергії та позитивної взаємодії між гравцями. Фактично вибір конкретної тактичної побудови є відправною точкою, з якої гравці можуть рухатися та взаємодіяти один з одним залежно від стилю гри, прийнятого тренером, і поведінки команди-суперника.

З цієї причини вибір тактичної побудови від матчу до матчу відіграє вирішальну роль у професійному футболі. Крім того, ідентифікація тактики є однією з перших речей, що оцінюють футбольні аналітики під час матчів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Проблема вдосконалення тактики гри у футболі активно досліджувалася багатьма науковцями. К.Л. Полуренко, Д.М. Поліщук, Р.О. Сушко у своїх роботах пропонують модельно-цільову програму для техніко-тактичної підготовки футбольних команд. Г.С. Лалаков, В.В. Козін та В.А. Блінов підкреслюють важливість посилення організації гри в центральній зоні поля для підвищення тактичного рівня команди. Є.А. Стрикаленко розглядає особливості тактичної побудови гри провідних європейських футбольних клубів. М.А. Рум'янцев, М.М. Царьов, О.О. Мітова

звертають увагу на використання інформаційних технологій у навчанні тактики. Вони пропонують застосовувати графічну мову для опису ігрових епізодів, яка дозволяє деталізувати широкий спектр можливих ігрових ситуацій. Це сприяє більш раціональній організації тренувань, формуванню базових схем дій для окремих гравців і їхніх груп.

Мета статті – дослідити тактичні стратегії з використанням сучасних технологій та сформулювати перспективні напрямки застосування інноваційних підходів аналізу тактики у футболі.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Сучасний золотий стандарт оцінки тактичної поведінки і командної гри в цілому в елітному футболі зазвичай базується на індивідуальних спостереженнях за грою. Експерт (тренер, скаут) спостерігає за грою і оцінює тактику команди відповідно до свого особистого досвіду. Хоча зазвичай використовується спеціальний посібник з кодування, загальний консенсус щодо відповідних змінних наразі відсутній, а даним часто бракує об'єктивності та надійності. Оскільки ігрові взаємодії є дуже динамічними, а контекстуальні обставини постійно змінюються, дискутується питання про те, наскільки взагалі можна досягти надійних вимірювань. Детальний аналіз ігор, заснований на спостереженні, дуже трудомісткий, що обмежувало його застосування в минулому. Отже, попит на більш кількісно орієнтовані (автоматичні) підходи до аналізу тактичної поведінки в елітному футболі зростає [2; 8; 11; 18].

Тоді як процеси, що лежать в основі тактики в елітному футболі, з роками посилювалися, наукові підходи розвивалися не з такою ж швидкістю. У зв'язку з цим останніми роками спостерігається значне зростання глобальної статистики ігрових подій для комерційної аудиторії, регулярно публікуються детальні ігрові дані [8].

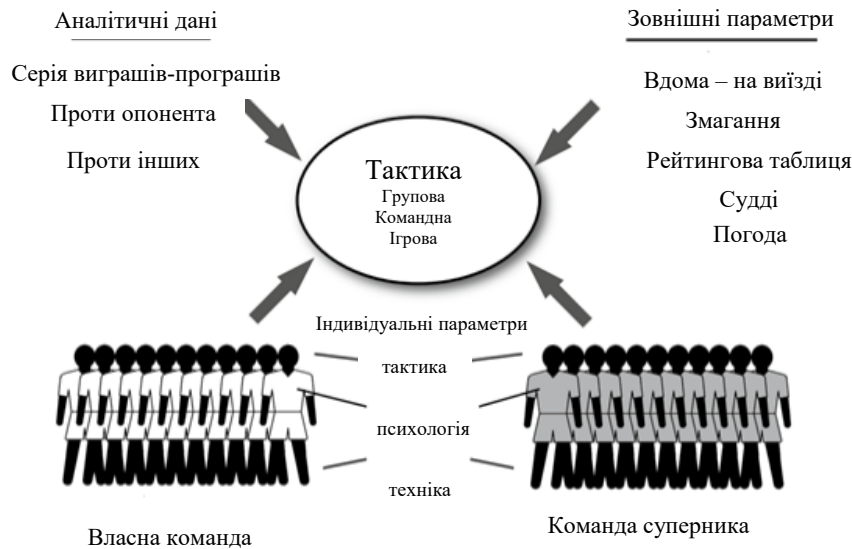


Рис. 1. Фактори, що впливають на тактику у футболі

Причиною такого зростання доступності ігрових даних значною мірою є прогрес, досягнутий у технологіях відстеження гравців. Нещодавно ФІФА – керівний орган міжнародних змагань з футболу – вирішила дозволити використання бездротових сенсорних технологій для відстеження позицій і фізіологічних параметрів гравців під час змагань. Це сприятиме подальшому збільшенню доступності детальних даних про ігрові показники в елітному футболі. Наслідком цієї поширеної практики серед професійних команд став збір фізіологічних даних під час тренувань і товариських матчів для управління тренувальним процесом [3; 5; 6].

Нині на ринку доступні кілька різних систем відстеження, включаючи системи на основі технічного зору, системи глобального позиціонування (GPS) та радіохвильові системи відстеження. Позаяк раніше якість і надійність даних були проблемою, останніми роками системи розвинулися до такої міри, що дані тепер мають достатню якість, щоб задовольнити наукові стандарти.

Таким чином, сучасні дані трекінгу дозволяють аналізувати технічні, тактичні та фізичні вимоги в елітному футболі. Загалом, схоже, з'являється тенденція, коли аналіз футбольних матчів у державних ЗМІ також стає дедалі більш інформаційно насиченим. Одним із прикладів у цьому відношенні є збільшення кількості безкоштовних інтернет-блогів, які повідомляють про детальний аналіз ігор. Використовуючи методи спостереження за даними телевізійних трансляцій, а також загальнодоступні бази даних про футбол в Інтернеті, ці блоги пропонують нові підходи до аналізу результатів у футболі. Нещодавно з'явилися

дослідження, в яких використовувався аналіз настроїв з твітер-стрічок для виявлення, наприклад, подій з високим рівнем впливу під час ігор, а також прогнозування результатів ігор [1; 16].

У зв'язку з цим кількісні ініціативи можуть забезпечити майбутні можливості для отримання цінних даних для наукових досліджень. Таким чином, нестача надійних даних для проведення тактичного аналізу в елітному футболі стає все меншою проблемою, а нові джерела даних постійно відкриваються і розвиваються.

Традиційно однією з галузей, в якій було проведено велику кількість досліджень, що вивчають футбольні показники, є фізіологічні вимоги в змагальному футболі [5; 9; 11; 13]. Були виявлені зв'язки між фізіологічними вимогами і тактичною поведінкою в елітному футболі. Як було зазначено раніше, успіх тактики залежить від здатності окремих гравців фактично реалізовувати необхідні дії. Очевидно, що це вимагає, щоб гравці відповідали необхідним фізіологічним вимогам, наприклад, під час гри у вид гри «володіння м'ячем». О.О. Мітова та ін. [4; 12] досліджували загальні бігові дистанції та час, витрачений на різні категорії швидкості бігу (від бігу з місця до спринту). Результати показали значний вплив рівня суперників та ігрової позиції. Р. Агуїно та ін. досліджували зміни фізіологічних показників в англійській Прем'єр-лізі протягом кількох сезонів, і результати показали значне збільшення показників проходження дистанції, пов'язане зі змінами в командній тактиці [10].

В.М. Костюкевич [13] дослідив вплив тактичної побудови суперника на фізіологічні змінні продуктивності і виявив збільшення дистанції бігу при грі 4–2–3–1 порівняно з 4–4–2. А. Пер-

цухов та ін. [5] досліджували вплив дисбалансу часу і темпу гри на фізіологічні вимоги під час гри 5×5 , коли один гравець вилучався з будь-якої сторони, щоб створити умови переваги або меншовартості. Результати показали, що дисбаланс у команді впливає на час, проведений у різних зонах, що свідчить про те, що команді, яка програє, доводиться працювати більше. Таким чином, ці результати вказують на те, що тактична поведінка і фізіологічні змінні пов'язані між собою. Відповідно, наразі незрозуміло, як поєднати інформацію про фізіологію гравця, отриману під час тренувань і змагань, з командною тактикою, а зв'язку між індивідуальними технічними показниками і командною тактикою досі не було виявлено. Традиційно аналіз тактики спирався на підходи, засновані на середніх статистичних даних і підрахунках. Показники включають, наприклад, змінні пасу, володіння м'ячем, відбір м'яча або стиль гри. Основним обмеженням традиційного підходу є те, що майже вся контекстна інформація відкидається, ці показники показали слабку пояснювальну силу з обмеженим прийняттям практиками.

Щоб обійти цю проблему, все частіше використовують багатоваріантні підходи. Д.М. Поліщук та ін. [6] досліджували вплив різних режимів забивання м'яча на тип і місце відбору м'яча, ігрову конфігурацію та стан захисту у юних футболістів. Результати показали, що більше відборів м'яча було зроблено при використанні центральних воріт, а більшість відборів м'яча була результатом розіграшу в захисній третині поля. Молодші гравці також виконували більш витягнуті форми в напрямку гри, тоді як старші команди виконували більш плоскі форми з більшим розкидом у напрямку, ортогональному до напрямку гри. Бріто Соуза та ін. [11] дослідили вплив десяти різних змін на володіння м'ячем на основі відеоданих 163 матчів з іспанської чоловічої професійної ліги. Результати показали, що співвідношення шансів на взяття воріт зростало, коли атакуюча команда володіла м'ячем протягом тривалого часу, починала атаку з останньої третини або використовувала проникаючий пас проти захисту. Однак контратаки, володіння м'ячем з останньої третини, тривале володіння м'ячем, довгі передачі та проникаючі паси збільшували співвідношення шансів проти незбалансованого захисту. Є.А. Стрикаленко та ін. [7] використовували 19 показників ефективності для визначення різних стилів гри.

Результати показали, що кілька факторів, таких як володіння м'ячем, бокові передачі та передачі з захисної третини в атакуючу, є важливими для визначення стилів гри. Одним з підходів, який все частіше використовується для вивчення командної тактики, є метод командного центроїду.

Тут для аналізу поведінки всієї команди використовується поведінка командного центроїда – геометричного центру позицій усіх гравців команди. Результати цього напрямку досліджень вказують на сильний зв'язок між центроїдами команди під час гри, зміни міжцентроїдних відстаней через варіації розміру поля, а ключові ігрові події, такі як голяові удари, супроводжуються підвищеною варіабельністю міжкомандного зв'язку.

Дослідження центроїда було розширено шляхом обчислення наближеної ентропії (ApEn), нелінійного методу вимірювання часових рядів для кількісної оцінки закономірності в даних часових рядів. Результати, отримані за допомогою ApEn-аналізу, свідчать про підвищення регулярності поведінки центроїда після тактичного тренування у гравців-початківців [11].

Дж. Гонгалес та ін. [12] досліджували координату під час 11-сторонньої гри між і всередині підгруп захисників, півзахисників і нападників, використовуючи ApEn. Результати показали, що рухи гравців були більш регулярними відносно центроїда своєї групи порівняно з іншими групами. Також під час дослідження впливу чисельного дисбалансу між атакуючою та захисною командами в малих двосторонніх іграх у професійних та аматорських гравців було з'ясовано, що кількість гравців варіювалася між 4 проти 3, 4 проти 5 і 4 проти 7 [17].

Більш сучасна група підходів до вивчення командної тактики фокусується на контролі простору. У цьому підході використовується, наприклад, площа поверхні команди, розрахована на основі опуклої оболонки, яка охоплює всіх гравців однієї команди. Результати цього напрямку досліджень вказують на те, що команди, які атакують, охоплюють більшу площу порівняно з командами, які захищаються. Аналогічно більш досвідчені гравці також покривають більшу площу порівняно з менш досвідченими гравцями.

Інші науковці досліджували індивідуальну ігрову зону гравця під час матчів 11×11 , обчислюючи найбільший прямокутник, що охоплює всіх гравців на полі, поділений на кількість гравців. Результати показали, що індивідуальні ігрові зони стають меншими, коли м'яч переміщується в центральну частину поля [17].

Зрештою, ще один підхід базується на визначенні чисельної переваги на певній ділянці поля. Разом ці результати вказують на те, що контроль простору є центральним аспектом футбольної тактики, і ще більше підкреслюють інтерактивну природу, що лежить в основі футбольних матчів.

Інший новий підхід до аналізу командної тактики досліджує поведінку команд під час пасу з використанням мережевих підходів. Основне обґрунтування цього підходу полягає в моделюванні гравців команди як вузлів, а пасів, що відбу-

ваються між ними, як зважених вершин, де кількість пасів між двома гравцями визначає вагу [18].

Таке представлення командної пасової поведінки дозволяє легко ідентифікувати ключових гравців у команді, оскільки вони демонструють більше зв'язків з іншими вершинами, що супроводжується більшою вагою вершини. Нещодавні мережеві аналізи, які включали, крім інформації про гравців, також інформацію про позицію пасу, змогли передбачити результати гри та остаточний рейтинг найкращих команд, використовуючи класифікатор К-найближчого сусіда [18]. Досліджуючи внесок окремих гравців у кожну тактичну схему, автори також змогли визначити індивідуальний внесок гравців у кожну тактичну схему. Разом ці результати свідчать про те, що взаємодія гравців, опосередкована пасовою поведінкою в поєднанні з просторовою інформацією, надає нові цікаві підходи до аналізу тактичної поведінки в елітному футболі, тим самим надаючи набагато більше інформації порівняно з традиційними підходами до нотаційного аналізу.

Усе частіше прийняття тактичних рішень в елітному футболі досліджується за допомогою алгоритмів машинного навчання (ML) на основі даних про ігрову позицію. Алгоритми машинного навчання дозволяють ідентифікувати певні закономірності у великих масивах даних шляхом побудови апріорно невідомої моделі на основі даних.

Хоча цей підхід обговорювався в спортивних дослідженнях протягом певного часу, лише нещодавно успішні застосування стали більш поширеними. Наприклад, застосування алгоритму максимізації математичної надійності з даними про позиції за весь сезон англійської Прем'єр-ліги дозволило автоматично ідентифікувати командні розстановки. Результати також показали, що команди використовували більше захисні побудови під час виїзних матчів. Автори використовували двоетапний алгоритм, де тактичні побудови визначалися тільки після того, як кожному гравцеві була призначена певна роль. Такий підхід дозволив авторам обійти проблему того, що ролі гравців не є постійними протягом гри, а змінюються залежно від контексту, що виключає можливість простого використання ідентифікатора кожного окремого гравця для ідентифікації командних тактичних побудов.

Друга група підходів, які широко представлені у футбольній літературі, використовує нейромережеве моделювання. Тут, зокрема, карти особливостей Кохонена (Kohonen Feature Maps, KFM) були використані для вивчення тактичних моделей. Наприклад, Т. Модріч та ін. [14] використовували ієрархічно та динамічно керовану мережу KFM для автоматичної ідентифікації командних формуваль.

Численні дослідження машинного навчання використовували футбольні дані для вивчення процесу прийняття тактичних рішень з невеликою кількістю рекомендацій для нефаківців. Спільним для цих підходів є те, що здебільшого досліджувався певний аспект командної тактики, а саме переважно командні побудови. Відповідно, наразі бракує інформації про те, як об'єднати інформацію з різних тактичних сфер. Наприклад, незрозуміло, як групові побудови взаємодіють з індивідуальними техніко-тактичними навичками гравців, оскільки зрозуміло, що різні тактичні позиції в команді мають різні фізіологічні вимоги. Не було проведено жодного дослідження, яке б розглядало те, як ця інформація може бути використана в поєднанні з тактичними формаціями, що використовуються атакуючими і захисними командами.

Щодо ієрархії тактик, представленої вище, ці підходи працюють на рівні командної тактики. Відповідно, яким чином командні утворення впливають на групові тактики підгруп та індивідуальні тактики, поки що не досліджувалося. Цікавою особливістю представлених досліджень є той факт, що більшість аналізів ML-футболу виконується дослідницькою групою комп'ютерних науковців з незначною участю спортивних науковців. Цей короткий огляд показує, що, незважаючи на наявність багатьох цікавих досліджень, їм бракує концептуального зв'язку між собою. Відповідно, виявляється, що основною перешкодою для вивчення командної тактики є відсутність теоретичної моделі. Одна з моделей, яка неодноразово пропонувалася в літературі, ґрунтується на теорії динамічних систем. Хоча цей підхід має великий потенціал, однак вже зараз бракує базового визначення відповідного фазового простору. У теоретичних підходах до динамічних систем фазовий простір є ключовим поняттям, яке описує теоретичні абстракції, що математично описують простір, в якому перебуває система, і які дають змогу змістовно відобразити динаміку системи. Поточні пропозиції щодо відповідних змінних фазового простору в командній грі широко варіюються.

У зв'язку з цим поширеним підходом, наприклад, є використання відносної фази як міри для фіксації явищ координації між гравцями. Відносні фазові підходи походять з галузі фізичних динамічних систем, де осцилятори, як правило, складають будівельні блоки систем. Відповідно, питання про те, чи є припущення про осцилятор виправданим для моделювання командних ігор, наразі залишається відкритим. Таким чином, спроби моделювання футбольних ігор як динамічної системи, що виходять за межі суто феноменологічного опису, наразі не є доступними. Відсутність опису динаміки футбольної команди вищого

порядку також заважає сучасним аналітичним підходам реально впливати на практику.

Одним із викликів для тактичного аналізу матчів в елітному футболі є робота над створенням пояснювальної теоретичної моделі, здатної інтегрувати інформацію з різних галузей, включаючи тактику, фізіологію і рухові навички. У зв'язку з цим нові підходи в дослідженнях штучного інтелекту (ШІ) можуть забезпечити перспективні шляхи до розробки теоретичної моделі прийняття тактичних рішень в елітному футболі. Зокрема, так звані мережі глибокого навчання стають все більш потужними в моделюванні галузей, які раніше вважалися обчислювально нерозв'язними.

Проте ці підходи покладаються на великі навчальні набори даних для визначення параметрів мережі, які наразі не використовуються в тактичному аналізі у футболі. У зв'язку з цим останні моделі машинного навчання з використанням нейронних мереж були розширені таким чином, щоб дозволити включити в моделі апріорну інформацію. Це може мати велике значення для розробки нового підходу до моделювання тактичної поведінки команди, оскільки, наприклад, знання, отримані в результаті досліджень, описаних вище, можуть бути використані для обмеження зусиль мережевого моделювання і водночас дозволити зв'язок між фізіологічною, тактичною інформацією та інформацією, пов'язаною з навичками. Відповідно, сучасний алгоритм зі штучного інтелекту може виявитися дуже корисним для тактичного аналізу в елітному футболі і відповідати попереднім пропозиціям.

Потенційним рішенням щодо побудови моделей і поєднання різних джерел даних може стати нещодавній розвиток технологій великих даних (big data), які, як уже зазначалося, визначатимуть майбутнє аналізу ефективності в сучасному футболі. Оскільки феномен точних даних (big data) з'явився відносно недавно, спочатку буде надано визначення відповідних понять. Як не дивно, загальноприйнятого визначення великих даних не існує. Великі дані радше описуються за їхніми характеристиками. Відповідно, великі дані характеризуються за допомогою трьох складників: 1) обсяг, 2) різноманітність і 3) швидкість. Обсяг описує величину даних, різноманітність стосується неоднорідності даних, а швидкість описує швидкість вироблення даних. Стосовно тактичної аналітики у футболі ці поняття можна відобразити так.

(1) Обсяг відноситься до розміру наборів даних у футболі. Наприклад, поточний набір даних для позиційних даних, які зазвичай кодуються за допомогою розширеної мови розмітки (XML), становить від 86 до 300 мегабайт (Мб). Таким чином, зберігання даних про позиції, події

та відео з одного повного сезону Бундеслиги дає 400 гігабайт даних для відстеження.

Відповідно, обсяг даних збільшується з додаванням інших джерел, включаючи, наприклад, фізіологічні дані або дані про події. Сам по собі цей обсяг далекий від петабайтних даних, які зазвичай асоціюються з великими даними, проте основна проблема полягає в тому, щоб забезпечити структурований доступ до даних. Поширені рішення з використанням таблиць Excel не дуже добре масштабуються з цими значеннями. Технології великих даних, навпаки, пропонують спеціальні рішення для зберігання таких наборів даних і роблять їх доступними через спеціальні користувацькі інтерфейси та інтерфейси прикладного програмування (API).

(2) Різноманітність стосується різних форматів даних і джерел даних. Різноманітність можна поділити на: (а) структуровані, (б) напівструктуровані та (в) неструктуровані дані. Структуровані дані мають чітко визначену схему, що описує дані. Структуровані дані дозволяють просту навігацію та пошук у даних, де канонічним прикладом є система реляційних баз даних. На протигагу цьому неструктуровані дані не мають чіткої схеми, типовими прикладами їх є відеодані та текстові повідомлення.

Відповідно, напівструктуровані дані знаходяться між цими двома крайнощами і складаються з даних, які не мають наперед визначеної структури, але можуть мати змінну схему, яка часто є частиною самих даних. Сучасні типи даних XML, що використовуються для відстеження даних, є прикладами в цьому відношенні (IPTC 2001). Так, у футболі різноманітність даних стосується позиції, відео, фізичної форми, тренувань, виконання навичок і нотаційних метаданих поряд з медичними записами і даними про натовп з блогів. Оскільки доступ до даних і моделі обробки даних різняться залежно від типу даних, технології великих даних надають специфічні рішення для об'єднання інформації, розподіленої між такими наборами даних.

(3) Швидкість описує швидкість, з якою генеруються нові дані. У футболі швидкість широко варіюється між потоками в реальному часі від фізіологічних і позиційних даних до відкладених даних звичайного аналізу під час тренувань і змагань. Технології великих даних спрямовані саме на обробку та зберігання високошвидкісних даних.

Таким чином, всі три ключові концепції, що характеризують точні дані, є дуже важливими для тактичного аналізу в елітному футболі, а технологічні стеки великих даних пропонують конкретні рішення для кожної з цих сфер. Потенційний технологічний потік точних даних для аналізу футбольної тактики повинен бути організований на декількох рівнях.

По-перше, необхідна інфраструктура для збору даних, що охоплює фізіологічні дані та дані відстеження на додаток до відео та даних спостережень. По-друге, необхідна система зберігання, що дозволяє ефективно зберігати дані та мати до них доступ. Зрештою, необхідно створити конвеєр обробки для вилучення відповідної інформації з даних і подальшого об'єднання інформації для побудови пояснювальної та/або прогностичної моделі. Для всіх цих рівнів обробки необхідні можливості звітування та візуалізації для моніторингу різних етапів обробки та передачі результатів.

Для створення описаної системи потрібен значний обсяг експертних знань [1]. Однією зі сфер, яка стикається з подібними проблемами в цьому відношенні, є сектор охорони здоров'я. У медичній сфері так звана персоналізована (стратифікована) медицина все частіше розглядається як ключовий напрямок досліджень, спрямованих на поліпшення поточної практики.

Таким чином, для того, щоб персоналізована медицина стала реальністю, необхідні технології великих даних. Однією з ключових проблем у цій сфері є те, як дані зберігаються та обмінюються між установами. Наразі дані про стан здоров'я збираються і зберігаються державними, комерційними та громадськими науково-дослідними установами. Це призводить до серйозних обмежень щодо доступу та можливостей обміну даними між цими установами через проблеми конфіденційності та безпеки.

Це стосується і футбольних даних, які збираються комерційними установами, приватними клубами та державними дослідницькими установами. Відповідно, необхідно вирішувати питання конфіденційності, оскільки, наприклад, детальні профілі окремих гравців можуть мати значні наслідки для їхньої кар'єри, а професійні футбольні команди можуть неохоче ділитися даними і, можливо, втратити конкурентні переваги. Отже, питання управління даними мають бути вирішені до того, як підходи з використанням великих даних стануть життєздатними для дослідження футболу. У медичному секторі досліджуються різні рішення, включаючи стандартизовані відкриті механізми захисту конфіденційності, які шифрують окремі елементи даних. Проте навіть коли доступ до даних відкритий, дослідники стикаються з проблемою, що обробка даних є дуже

складною і не піддається управлінню за допомогою загальних конвеєрів обробки.

Досвід біомедичних секторів показує, що, зокрема, невеликим дослідницьким групам не вистачає необхідного знання та фінансування для створення необхідної інфраструктури обробки та аналізу. Наразі незрозуміло, як забезпечити доступність технологій і процедур для дослідників, які не мають необхідного досвіду в галузі інформатики для побудови власних серверів даних. Це вже є проблемою для багатьох методів ML, описаних вище. Оскільки обчислювальні підходи стають дедалі складнішими, питання відтворюваності буде ставати все більш важливим.

Висновки. Отже, адаптація технологій точних даних (big data) для дослідження футболу може допомогти вирішити деякі з ключових проблем, описаних вище. Так, завдяки новим методам аналізу даних можна створити більш комплексну теоретичну модель для розуміння тактичної гри команд в елітному футболі. Це, однак, означає, що майбутні дослідження футболу повинні охоплювати більш сильний міждисциплінарний підхід. Спортивним аналітикам, фахівцям з фізичних вправ, біомеханіки, а також тренерам-практикам варто працювати разом, щоб зрозуміти сенс цих складних наборів даних. Як уже зазначалося, більшість представлених підходів до машинного навчання була розроблена дослідницькими групами в галузі комп'ютерних наук. Відповідно, майбутня співпраця між комп'ютерними та спортивними науковцями може стати ключем до застосування цих складних підходів у більш релевантний спосіб. Усе більше покладання на складніші методи аналізу даних також створить нові виклики для майбутніх спортивних науковців, тому університетські навчальні програми повинні бути доповнені так, щоб забезпечити майбутнім студентам необхідну базову підготовку, щоб вони могли не тільки використовувати ці методи, але й мати хоча б деяке розуміння їх теоретичних і обчислювальних основ. Щоб зробити нові знання релевантними для практики, необхідна тісна взаємодія з фахівцями-практиками. Нарешті, якщо поглянути на проблему великих даних і спортивної науки ширше, то запропонована модель тактичного аналізу в елітному футболі може виявитися корисною і для інших галузей спортивної науки, де обсяги даних також зростатимуть, і, відповідно, виникатимуть подібні проблеми.

Література:

1. Василюк В.М., Ярмошук О.О., Лук'яненко М.І. Детермінанти формування спортивно-аналітичних компетентностей фахівців галузі фізична культура і спорт. *Науковий часопис Національного педагогічного університету ім. М.П. Драгоманова. Серія 15 «Науково-педагогічні проблеми фізичної культури»*. 2021. Вип. 6 К (135). С. 42–47.
2. Сучасні підходи до аналізу змінної діяльності футболістів із застосуванням інноваційних технологій / І. Дорошенко, А. Святьєв, Е. Соболев, О. Черненко, І. Шаповалова, Е. Дорошенко. *Спортивна наука та здоров'я людини*. 2023. № 2 (9). С. 76–87. DOI: <https://doi.org/10.28925/2664-2069.2023.26>.

3. Костюкевич В.М. Теорія і методика тренування спортсменів високої кваліфікації : навчальний посібник. Київ : Освіта України, 2009. 279 с.
4. Мітова О.О. Уніфікований алгоритм комплексного контролю підготовленості спортсменів у командних спортивних іграх. *Наука в олімпійському спорті*. 2019. № 2. С. 16–28.
5. Перцухов А., Шаленко В. Модельні характеристики провідних футболістів різного ігрового амплуа. *Слобожанський науково-спортивний вісник*. 2021. № 1 (81). С. 47–58. DOI: <http://doi.org/10.15391/snsv.2021-1.007>.
6. Полицук Д.М., Сушко Р.О. Вплив селекційної роботи у футболі на ефективність змагальної діяльності команд. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Серія 15. «Науково-педагогічні проблеми фізичної культури»*. 2020. № 3 (123). С. 113–119. DOI: [https://doi.org/10.31392/NPUnc.series15.2020.3\(123\).22](https://doi.org/10.31392/NPUnc.series15.2020.3(123).22).
7. Стрикаленко Є.А. Особливості тактичної побудови гри провідних європейських футбольних клубів. *Педагогіка, психологія і медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту*. 2009. № 10. С. 237–241.
8. Сушко Р., Дорошенко Е. Глобалізація в сучасному світі та її вплив на спорт вищих досягнень. *Спортивний вісник Придніпров'я*. 2016. № 2. С. 140–145.
9. Шинкарук О. Теорія і методика підготовки спортсменів: управління, контроль, відбір, моделювання та прогнозування в олімпійському спорті. Київ : Поліграф експрес, 2013. 136 с.
10. Influence of Situational Variables, Team Formation, and Playing Position on Match Running Performance and Social Network Analysis in Brazilian Professional Soccer Players / R. Aquino, C. Carling, L.H. Palucci Vieira, G. Martins, G. Jabor, J. Machado, P. Santiago, J. Garganta, E. Puggina. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2020. № 34 (3). P. 808–817. DOI: <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002725>.
11. A new paradigm to understand success in professional football: analysis of match statistics in LaLiga for 8 complete seasons / D. Brito Souza, R. López-Del Campo, H. Blanco-Pita, R. Resta, J. del Coso. *International Journal of Performance in Sport*. 2019. № 19 (4). P. 543–555. DOI: <https://doi.org/10.1080/24748668.2019.1632580>.
12. González-Ródenas J., Aranda R., Aranda-Malaves R. The effect of contextual variables on the attacking style of play in professional soccer. *Journal of Human Sport and Exercise*. 2021. № 16 (2). P. 399–410. DOI: <https://doi.org/10.14198/JHSE.2021.162.14>.
13. Kostiukevych V., Shchepotina N., Vozniuk T. Monitoring and Analyzing of the Attacks of the Football Team. *Physical Education Theory and Methodology*. 2020. № 20 (2). P. 68–76. DOI: <https://doi.org/10.17309/tmfv.2020.2.02>.
14. Modric T., Versic S., Sekulic D. Position Specific Running Performances in Professional Football (Soccer): Influence of Different Tactical Formations. *Sports (Basel, Switzerland)*. 2020. № 8 (12). P. 1–10. DOI: <https://doi.org/10.3390/SPORTS8120161>.
15. A Review of Competitive Balance in European Football Leagues before and after Financial Fair Play Regulations. *Sustainability* / G. Ramchandani, D. Plumley, A. Davis, R. Wilson. *MDPI*. 2023. № 15 (5). P. 4284. DOI: <https://doi.org/10.3390/su15054284>.
16. Formation of National Teams Taking into Account the Factors of Football Players' Club Migration / E. Sobol, A. Svatyev, I. Doroshenko, S. Kokareva, N. Korzh, E. Doroshenko. *Physical Education Theory and Methodology*. 2021. № 21 (4). P. 389–396. DOI: <https://doi.org/10.17309/tmfv.2021.4.15>.
17. Key team physical and technical performance indicators indicative of team quality in the soccer Chinese super league / G. Yang, A. Leicht, C. Lago, M. Gómez. *Research in Sport Medicine*. 2018. № 26 (2). P. 158–167. DOI: <https://doi.org/10.1080/15438627.2018.1431539>.
18. Živanović V. European Football Championship 2020/2021: Analysis of Goals Scored and Evaluation of Statistically Parameters in Matches. *SPORT – Science & Practice*. 2022. № 12 (2). P. 61–70. <https://doi.org/10.5937/snp12-2-42151>.

References:

1. Vasyliuk, V. M., Yarmoshchuk, O. O., & Lukianchenko, M. I. (2021). Determinanty formuvannya sportyvno-analitychnykh kompetentnosti fakhivtsiv haluzi fizychna kultura i sport [Determinants of the formation of sports-analytical competencies in specialists in the field of physical culture and sports]. *Naukovyi Chasopys Natsionalnoho Pedagogichnoho Universytetu imeni M. P. Drahomanova. Seriya № 15. Naukovo-Pedahohichni Problemy Fizychnoi Kultury*. 6(135), 42–47. [in Ukrainian].
2. Doroshenko, I., Svatyev, A., Sobol, E., Chernenko, O., Shapovalova, I., & Doroshenko, E. (2023). Suchasni pidkhody do analizu zminnoi diialnosti futbolistiv iz zastosuvanniam innovatsiinykh tekhnolohii [Modern approaches to the analysis of variable activities of football players using innovative technologies]. *Sportyvna nauka ta zdorovia liudyny*. 2(9). 76–87. <https://doi.org/10.28925/2664-2069.2023.26> [in Ukrainian].
3. Kostiukevych, V. M. (2009). *Teoriia i metodyka trenuvannya sportsmeniv vysokoi kvalifikatsii: Navchalnyi posibnyk [Theory and methodology of training high-performance athletes]*. Kyiv: Osvita Ukrainy. 2009. 279 s. [in Ukrainian].
4. Mitova, O. O. (2019). Unifikovanyi alhorytm kompleksnoho kontroliu pidhotovlenosti sportsmeniv u komandnykh sportyvnykh ihrakh [Unified algorithm for comprehensive monitoring of athletes' preparedness in team sports]. *Nauka v Olimpiiskom Sporte*, 2, 16–28. [in Ukrainian].
5. Pertsukhov, A., & Shalenko, V. (2021). Modelni kharakterystyky providnykh futbolistiv riznoho ihrovoho amplua [Model characteristics of elite football players in different playing positions]. *Slobozhanskyi Naukovo-Sportyvnyi Visnyk*, 1(81), 47–58. <http://doi.org/10.15391/snsv.2021-1.007>. [in Ukrainian].

6. Polishchuk, D. M., & Sushko, R. O. (2020). Vplyv selektsiinoi roboty u futboli na efektyvnist zmalhalnoi diialnosti komand [The impact of selection work in football on the effectiveness of teams' competitive performance]. *Naukovyi Chasopys NPU imeni M. P. Drahomanova. Seriiia 15: Naukovo-Pedahohichni Problemy Fizychnoi Kultury*, 3(123), 113–119. [https://doi.org/10.31392/NPUnc.series15.2020.3\(123\).22](https://doi.org/10.31392/NPUnc.series15.2020.3(123).22). [in Ukrainian].
 7. Strykalenko, E. A. (2009). Osoblyvosti taktychnoi pobudovy hry providnykh yevropeiskykh futbolnykh klubiv [Peculiarities of tactical game structures in leading european football clubs]. *Pedahohika, Psykhohohiia i Medyko-Biolohichni Problemy Fizychnoho Vykhovannia i Sportu*, 10, 237–241. [in Ukrainian].
 8. Sushko, R., & Doroshenko, E. (2016). Hlobalizatsiia v suchasnomu sviti ta yii vplyv na sport vyshchyykh dosiahen [Globalization in the modern world and its impact on elite sports]. *Sportyvnyi Visnyk Prydniprovia*, 2, 140–145. [in Ukrainian].
 9. Shynkaruk, O. (2013). *Teoriia i metodyka pidhotovky sportsmeniv: upravlinnia, kontrol, vidbir, modeliuvannia ta prohnozuvannia v olimpiiskomu sporti [Theory and methodology of athlete preparation: management, monitoring, selection, modeling, and forecasting in olympic sports]*. Kyiv: Polihraf Ekspres. 2013. 136 c. [in Ukrainian].
 10. Aquino, R., Carling, C., Palucci Vieira, L. H., Martins, G., Jabor, G., Machado, J., Santiago, P., Garganta, J., & Pugina, E. (2020). Influence of situational variables, team formation, and playing position on match running performance and social network analysis in Brazilian professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(3), 808–817. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002725>.
 11. Brito Souza, D., López-Del Campo, R., Blanco-Pita, H., Resta, R., & del Coso, J. (2019). A new paradigm to understand success in professional football: Analysis of match statistics in LaLiga for 8 complete seasons. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 19(4), 543–555. <https://doi.org/10.1080/24748668.2019.1632580>.
 12. González-Ródenas, J., Aranda, R., & Aranda-Malavés, R. (2021). The effect of contextual variables on the attacking style of play in professional soccer. *Journal of Human Sport and Exercise*, 16(2), 399–410. <https://doi.org/10.14198/JHSE.2021.162.14>.
 13. Kostiukevych, V., Shchepotina, N., & Vozniuk, T. (2020). Monitoring and analyzing the attacks of the football team. *Physical Education Theory and Methodology*, 20(2), 68–76. <https://doi.org/10.17309/tmfv.2020.2.02>.
 14. Modric, T., Versic, S., & Sekulic, D. (2020). Position-specific running performances in professional football (soccer): Influence of different tactical formations. *Sports* (Basel, Switzerland), 8(12), 1–10. <https://doi.org/10.3390/SPORTS8120161>.
 15. Ramchandani, G., Plumley, D., Davis, A., & Wilson, R. (2023). A review of competitive balance in European football leagues before and after financial fair play regulations. *Sustainability*, 15(5), 4284. <https://doi.org/10.3390/su15054284>.
 16. Sobol, E., Svatyev, A., Doroshenko, I., Kokareva, S., Korzh, N., & Doroshenko, E. (2021). Formation of national teams taking into account the factors of football players' club migration. *Physical Education Theory and Methodology*, 21(4), 389–396. <https://doi.org/10.17309/tmfv.2021.4.15>.
 17. Yang, G., Leicht, A., Lago, C., & Gómez, M. (2018). Key team physical and technical performance indicators indicative of team quality in the soccer Chinese super league. *Research in Sport Medicine*, 26(2), 158–167. <https://doi.org/10.1080/15438627.2018.1431539>.
 18. Živanović, V. (2022). European Football Championship 2020/2021: Analysis of goals scored and evaluation of statistically parameters in matches. *SPORT – Science & Practice*, 12(2), 61–70. <https://doi.org/10.5937/snp12-2-42151>.
-

ПРИРОДНИЧІ НАУКИ

Біологія і біохімія

УДК 581.1:633.11:577.175.1:632.3

DOI <https://doi.org/10.32782/NSER/2024-6.10>

ФІТОГОРМОНАЛЬНИЙ СТАТУС ТА ФЕРМЕНТАТИВНА АКТИВНІСТЬ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ЗА ДІЇ ВІРУСНОГО УРАЖЕННЯ

Богдан Михайло Михайлович

кандидат сільськогосподарських наук,
науковий співробітник лабораторії інновацій і трансферу технологій
Інституту мікробіології і вірусології імені Д.К. Заболотного
Національної академії наук України
ORCID ID: 0000-0002-4786-8558
Scopus author ID: 57221805192
Researcher ID: V-1330-2017

Стаття присвячена дослідженню формування зернової продуктивності пшениці за дії штучного інфікування вірусом смугастої мозаїки пшениці (ВСМП) на функціональні ланки рослинного організму: вміст фітогормонів ІОК і АБК та їх співвідношення, активність антиоксидантних ферментів в листках рослин осіннього і весняного висіву пшениці дворучки (озимої і ярої), структурні показники урожаю. Методи досліджень: мікробіологічні, молекулярно-генетичні, електронно-мікроскопічні, біометричні, статистичні. Результати. Наявність вірусу смугастої мозаїки пшениці в листках пшениці з ВСМП-симптомами підтверджено методом полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР). Виявлено, що співвідношення фітогормонів ІОК/АБК в листках змінювалося залежно від осіннього чи весняного посіву пшениці та інфікування ВСМП. Встановлено, що як за осіннього, так і весняного посіву пшениці м'якої спостерігалася загальна динаміка змін – збільшення активності антиоксидантних ферментів з 14 до 21 доби і зменшення на 28 добу в здорових і заражених рослинах. Дослідженнями встановлено істотне пригнічення величини основних структурних показників продуктивності пшениці м'якої за впливу ураження ВСМП – зменшення кількості продуктивних пагонів, висоти стебел, кількості колосків у колосі, довжини і кількості зерен у головному колосі, маси зерен головного і бокового колосу, маси 1000 зерен. Висновки. Встановлено, що здорові і вірус-інфіковані рослини пшениці озимо-ярої дворучки за різного способу посіву – осіннього або весняного – мали подібну динаміку змін вмісту фітогормонів у листках і активності антиоксидантних ферментів, але відрізнялося їх співвідношення. Виявлено, що за впливом на елементи продуктивності пшениці м'якої рослини, вирощені за різних сезонів посіву – навесні або восени, мали різну чутливість до вірусного ураження. Більшу толерантність до ураження ВСМП виявили рослини пшениці осіннього посіву (озимої).

Ключові слова: *Triticum aestivum L.*, ВСМП, фітогормони, каталаза, пероксидаза, елементи продуктивності.

Bohdan M. M. Phytohormonal status and enzymatic activity of common wheat under the action of virus infection

The article is devoted to the study of the formation of wheat grain productivity under the influence of artificial infection with wheat streak mosaic virus (WSMV) on the functional links of the plant organism: the content of phytohormones IAA and ABA and their ratio, the activity of antioxidant enzymes in the leaves of autumn and spring sowing of emmer wheat (winter and spring), structural indicators of the yield. Research methods: Microbiological, molecular genetics, electron microscopic, biometric, statistical. Results. The presence of wheat streak mosaic virus in wheat leaves with WSMV symptoms was confirmed by the polymerase chain reaction (PCR). It was found that the ratio of phytohormones IAA/ABA in the leaves changed depending on autumn or spring sowing of wheat and WSMV infection. It was established that both in autumn (winter) and spring (spring) sowing of common wheat, a general dynamic of changes was observed – an increase in the activity of antioxidant enzymes from 14 to 21 days and a decrease on day 28 in healthy and infected plants. The studies established a significant suppression of the value of the main structural indicators of productivity of common wheat under the influence of WSMV infection: a decrease in the number of productive shoots, stem height, number of spikelets in the spike, length, and number of grains in the main

spike, mass of grains of the main and lateral spike, mass of 1000 grains. Conclusions. It was established that healthy and virus-infected plants of winter-spring wheat under different sowing methods – autumn or spring – had similar dynamics of changes in the content of phytohormones in leaves and the activity of anti-oxidant enzymes but differed in their ratio. It was found that, in terms of the effect on productivity elements of common wheat grown in different sowing seasons – in spring or autumn – had different sensitivity to viral infection. Greater tolerance to infection by WSMV was found in autumn-sown (winter) wheat plants.

Key words: *Triticum aestivum L., WSMV, phytohormones, catalase, peroxidase, productivity elements.*

Постановка проблеми та її актуальність.

Відомо, що процеси росту і розвитку рослин відбуваються завдяки тісній взаємодії різних регуляторних систем. Змінами фітогормонального статусу – співвідношення активуючих та інгібуючих фітогормонів – опосередковується також вплив певних чинників на фізіологічні процеси в рослинах, зокрема пшениці. До гормонів стимулюючої природи, що регулюють ріст і морфогенез тканин належать ауксини і цитокиніни [6]. Індоліл-3-оцтова кислота (ІОК) стимулює ріст розтяганням, утворення додаткових коренів, регулює апікальну домінанту та виконує інші важливі функції. Відома участь ауксинів у процесах росту, диференціації клітин, активації росту розтяганням ізольованих листків, регуляції азотного живлення, посиленні інтенсивності фосфорилування, синтезі АТФ, стимуляції синтезу Рубіско та активуванні фотосинтезу [4, 6].

Як правило, рання реакція на дію стресорів різної природи виявляється майже одночасним збільшенням вмісту в клітинах сигнальних посередників активних форм кисню (АФК) і стресових фітогормонів та гормоноподібних сполук (абсцизова кислота (АБК), саліцилова, жасмонова кислоти, етилен) [7]. АБК вважається одним із основних гормонів стресу, виконує роль інгібітора ростових процесів [11], але також бере участь у формуванні кореневої системи та насіннєвому дозріванні та проростанні. Встановлено, що у багатьох випадках посилення синтезу стресових фітогормонів є наслідком індукованої стресором активації сигнальних систем. Водночас передача гормонального сигналу у геном здійснюється за допомогою сигнальних посередників [7]. Варто також підкреслити важливу роль фітогормонів в індукції та інтеграції захисних реакцій рослин як на дію фітопатогенів, так і у реакції рослин на біотичні і абіотичні стреси [2].

Вперше роль АБК за вірусного ураження була досліджена в контексті її впливу на накопичення ВТМ у *Nicotiana tabacum* і томатах. Показано, що АБК спричинює збільшення утворення калози, внаслідок чого рух вірусу обмежується [7]. З літературних джерел відомо, що АБК опосередковує захист рослин від вірусних інфекцій [8].

Одним із основних механізмів системної фітостійкості вважається утворення АФК, у тому числі пероксиду водню, який є субстратом для антиоксидантних ферментів, що забезпечують підтри-

мання фізіологічно нормального рівня окисних процесів у клітині [9, 24, 25].

Вірусне інфікування запускає низку змін, які суттєво порушують метаболізм рослини-хазяїна, що візуально виявляється у специфічних для даного вірусу симптомах хвороби [19, 26]. У цьому процесі фітогормони відіграють важливу роль. Виявлено, що вірусні симптоми часто нагадують фенотипи мутантів із порушенням біосинтезу, передачі сигналів або транспорту гормонів [7]. Alazem & Lin виявили, що саліцилова кислота, цитокиніни та брасіностероїди переважно діють позитивно на захист рослин від вірусів, тоді як ауксини, етилен та жасмонова кислота впливають негативно [7]. У роботі de Haro et al. було виявлено, що деякі фітогормони викликають вірусоподібні симптоми [15].

Продуктивність пшениці та поліпшення окремих її елементів залежить як від вмісту мінеральних поживних компонентів у ґрунті, погодно-кліматичних умов, так і від ураженості посівів фітопатогенними мікроорганізмами, у тому числі вірусами [3]. Важливо, що у разі вірусного ураження немає ефективних заходів захисту рослин, тому вірусні хвороби частіше всього попереджають шляхом контролю комах-шкідників, бур'янів – резерваторів вірусних хвороб, посіву чистого насіння і стійкості сорту, хоча це не дає стовідсоткового результату [1]. Так, у роботі Perry et al. було виявлено, що зростання величини захворюваності вірусом жовтої карликовості ячменю (ВЖКЯ) корелювало зі зниженням врожайності трьох сортів м'якої червоної озимої пшениці при зараженні вірусом. Передбачувані втрати врожайності в дослідженнях у всіх сортах варіювали від 27 до 45 кг/га або від 0,34 до 0,55% на кожний відсоток зростання вірусної інфекції [23].

У дослідженні Choudhury et al. було показано значний вплив на фізіологічні і морфологічні ознаки та врожайність рослин пшениці за ураження ВЖКЯ, інюляцію яким проводили у фазу 2 справжніх листків, що найбільше діяло на три сприятливі генотипи, ніж на стійкий сорт [10]. У зв'язку із цим важливим фактором оцінки уражених рослин є параметри продуктивності рослин пшениці.

Тому метою нашої роботи є дослідження впливу ураження ВСМІП на вміст і співвідношення ІОК і АБК, активність антиоксидантних

ферментів та елементи продуктивності пшениці м'якої за різних строків посіву.

Методи дослідження. Рослини пшениці *Triticum aestivum* L. сорту Зимоярка вирощували на дослідних ділянках Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного як осінній і весняний посів пшениці, оскільки сорт поєднує два типи розвитку – озимий та ярий – і є дворучкою. Схема досліду була такою. Дослід 1 (посів як озимої форми): 1 – здорові рослини (контроль); 2 – інфіковані рослини ВСМП. Дослід 2 (посів як ярої форми): 1 – інтактні рослини (контроль); 2 – інфіковані рослини ВСМП. Повторність досліду була 3-кратна.

Діагностику на наявність ВСМП проводили методом полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР). Загальну РНК екстрагували з 0,5 г листової тканини рослин із використанням комерційного набору AUGC-Gain. Постановку зворотної транскрипції з полімеразною ланцюговою реакцією (ЗТ-ПЛР) проводили з використанням Thermo Scientific RevertAid Reverse Transcriptase згідно з рекомендаціями виробника. Використовували WSMV – специфічні олігонуклеотидні праймери для ампліфікації фрагмента генів білка оболонки ВСМП: WSMV 1 (5'TGCGGAACTTATCGACAACA3'), WSMV 2 (5'AATCACACGCTGCCACAATA3'). Праймери призначені для ампліфікації продукту ДНК довжиною 404 п.н. Для ПЛР 2 мкл матричної геномної ДНК ампліфікували в 25 мкл загального об'єму, що містить 1 × реакційний буфер, 5 пмоль кожного праймера, 0,3 мМ dNTP, 1,25 U TaqDNA полімерази та воду без нуклеази. Реакції проводили за таких умов: 3 хв денатурація при 95°C, термоциклування протягом 35 циклів (1 хв при 94 °C, 1 хв при 60 °C і 1 хв 30 с при 72 °C), закінчуючи остаточним розширенням при 72 °C протягом 10 хв. Продукти ПЛР візуалізували в 1,5% агарозному гелі з ДНК-маркерами з ТВЕ-буфером і броміду етидієм (0,5 мг мл⁻¹) і візуалізували в УФ-світлі [21].

Дослідження морфології і модальної величини вірусних часток в очищених вірусних рослинних екстрактах рослин пшениці проводили з використанням трансмісійного електронного мікроскопу (JEM 1400 JEOL Ltd., Японія). Вірусомісний матеріал наносили на мідні сіточки з формваровою плівкою і після 60 с адсорбції відмивали у краплі дистильованої води. Потім висушували протягом 1 хв за кімнатної температури та контрастували 1% водним розчином ураніл-ацетату.

Зараження проводили методом механічної інокуляції листків свіжоприготовленим вірусомісним матеріалом із попереднім опудрюванням карборундом. Виділення вірусного матеріалу проводили шляхом гомогенізації свіжозрізаних листків хворих рослин з чіткими симптомами ВСМП із додаванням 0,1 М фосфатного буферу рН 7,0.

Рослинний гомогенат фільтрували через капронове сито та використовували для механічного зараження рослин. Інфікування рослин здійснювали пальцями в одноразових рукавичках, змочених в інокулюмі. Надлишок інокулюму змивали водою.

Для визначення вмісту фітогормонів – ІОК і АБК – використовували метод кількісної спектроденситометричної тонкошарової хроматографії. Відцентрифуговані екстракти випарювали під вакуумом при 40–45 °C, сухий залишок розчиняли в 1–2 мл етанолу, переносили в мікропробірки і знову центрифугували. Попереднє очищення і концентрування фітогормонів проводили на пластинках із силікагелем марки «Сорбфіл» ПТСХ-АФ-А-УФ у суміші розчинників, застосованих послідовно: хлороформ, 12,5% водний аміак, етилацетат: оцтова кислота (20 : 1). Очищені таким чином екстракти індольних сполук розділяли на пластинках з силікагелем на фользі Supelco, № 56524, F254 (Sigma-Aldrich, Німеччина). Використовували суміш хлороформ : етилацетат : оцтова кислота (100 : 100 : 1). Кількісне детектування фітогормонів здійснювали за допомогою скануючого спектросенситометра «Сорбфіл» [5].

Дослідження фітогормонального статусу рослин пшениці озимої ми проводили у фази колошіння, цвітіння, молочної стиглості, а пшениці ярої – кушіння, вихід у трубку, колосіння через 14, 21 і 28 діб після інфікування рослин ВСМП.

Активність антиоксидантних ферментів у листках пшениці визначали: каталази (КФ 1.11.1.6) – титрометричним методом і виражали у кількості O₂, що утворюється в результаті дії ферменту за 1 хв на 1 г сирової речовини (мл O₂ · г⁻¹ · хв⁻¹), а пероксидази (КФ 1.11.1.7) – за методом Бояркіна, виражали в умовних одиницях на 1 г⁻¹ · с⁻¹ сирової речовини тканини [17].

Елементи продуктивності урожаю досліджували у фазу повної стиглості зерна пшениці.

Статистичну обробку одержаних результатів виконували з використанням комп'ютерної програми Microsoft Excel. На діаграмах представлені похибки середньої арифметичної.

Результати дослідження. Методом ПЛР проведено аналіз наявності вірусу смугастої мозаїки пшениці в листках пшениці з ВСМП-симптомами (рис. 1), які використовували для інокуляції рослин. Очікувані розміри ампліфікованих фрагментів ДНК для ВСМП були 404 п.н.

Методом трансмісійної електронної мікроскопії в листках пшениці виявлено ниткоподібні вірусні частки розміром 700 × 14 нм (рис. 2).

Нашими дослідженнями встановлено, що на 14 добу після зараження рослин пшениці осіннього посіву (дворучки) вміст ІОК у листках інфікованих рослин ВСМП зростав у 1,3 раза порів-

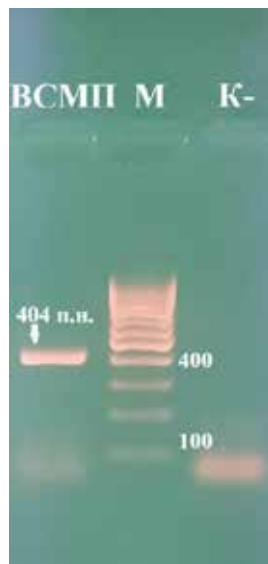


Рис. 1. Виявлення вірусу ВСМП методом ПЛР (в режимі ЗТ-ПЛР) у рослинах пшениці: ВСМП (з листків пшениці, польовий дослід, ВСМП); М – молекулярний маркер (CSL-MDNA-50BP DNA Ladder RTU); К- – негативний контроль

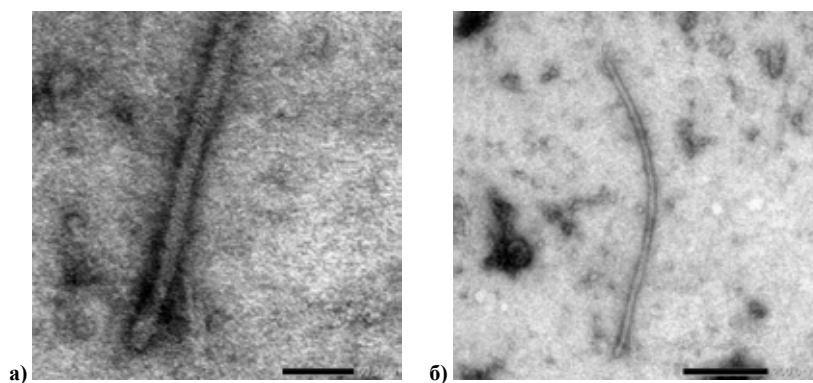


Рис. 2. Електроннограма віріонів, виявлених у листках пшениці: 50 nm (а) і 200 nm (б) (JEM 1400 JEOL Ltd., Японія)

няно зі здоровими рослинами (рис. 3 а). Проте через 21 і 28 діб після інфікування ВСМП ми спостерігали поступове зниження вмісту ІОК у 2,1 та 4,4 раза відповідно (рис. 3 б). Вміст АБК на варіантах із зараженням ВСМП був більшим порівняно зі здоровими рослинами у 4,39 раза через 14 діб і на 7,1% через 21 добу, проте на 28 добу знижувався в 2 рази.

У листках пшениці весняного посіву ВСМП-інфікованих рослин порівняно з контролем збільшення вмісту ІОК спостерігалось протягом всього часу досліджень – 14, 21 і 28 діб після інфікування, а саме у 2,8, 3,62 і 1,94 раза відповідно (рис. 4 а).

Вміст АБК був більшим у листках інфікованих рослин на 14 і 21 добу після інфікування ВСМП у 3,0 і 2,4 раза та знижувався у 1,24 раза на 28 добу (рис. 4 б). Варто також відмітити, що у заражених

рослин з часом проявилися симптоми карликовості.

Отже, різний спосіб посіву озимо-ярої пшениці істотно впливав на динаміку вмісту ІОК у листках вірус-інфікованих рослин (був більшим за весняного посіву) та мав подібну тенденцію стосовно вмісту АБК, проте на 21 добу його вміст був суттєво більшим у рослин пшениці за весняного посіву. Імовірно, процес яровизації при осінньому посіві робить рослини більш толерантними до вірусної інфекції.

У роботі [15] виявлено, що в рослинах пшениці, ураженої MRCV з симптомами карликовості, зафіксовано зменшення транскриптів, що кодують ARFs, переносники ауксину PIN5, WATs та ін., дисбаланс фітогормонів, зокрема високий рівень ауксину, а також високі рівні сахарози у листках. Стосовно рівня АБК в роботі Davis et

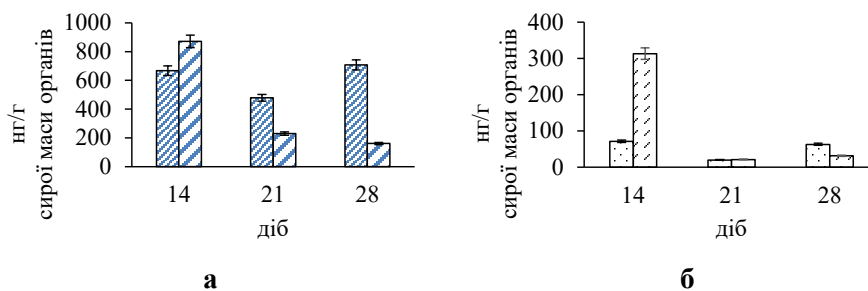


Рис. 3. Вплив інфікування рослин ВСМП пшениці (озимої) осіннього посіву на вміст (а) ІОК, (б) АБК: 1 – здорові рослини (контроль); 2 – інфіковані рослини ВСМП; (польовий дослід, 2017–2018 рр.)

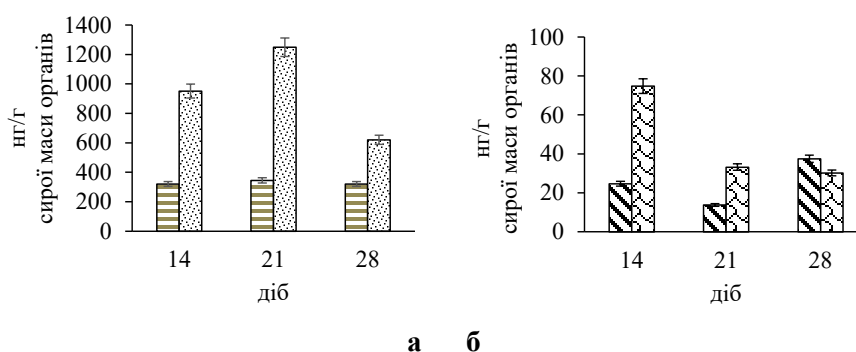


Рис.. 4. Вплив інфікування ВСМП рослин пшениці (ярої) весняного посіву на вміст (а) ІОК, (б) АБК: 1 – здорові рослини (контроль); 2 – інфіковані рослини ВСМП (польовий дослід, 2018 р.)

al було виявлено зростання рівня АБК за ураження рослин *T. aestivum* вірусами BYDV [13]. В іншому дослідженні [22] в чутливих рослинах ячменю, інокульованих BYDV, через 6 тижнів після зараження виявлено істотне збільшення АБК в листках, проте цього не виявлено в листках толерантного сорту ячменю. Було передбачено, що зниження росту рослин сприйнятливої сорту ячменю є наслідком накопичення АБК [22]. Крім того, АБК може діяти як фактор сприйнятливості до захворювань, спричинених збудниками пшениці та ячменю. Однак треба враховувати його сигнальну роль у захисних реакціях проти фітопатогенів або шкідників пшениці та ячменю [16]. Варто зазначити, що АБК призводить до надмірного продукування АФК, пригнічення росту рослин, старіння листків та змін у флоемі та ксилемі через зміни поглинання та провідності води, що може посилювати стійкість рослин до інфекції шляхом посилення негативних наслідків стресу або шляхом ініціації системної відповіді [12, 14, 16]. Однак виявлено, що АБК бере участь у стійкості до замерзання і висушування внаслідок низьких температур [20].

Встановлено, що співвідношення фітогормонів ІОК/АБК в листках змінювалося залежно від

осіннього чи весняного посіву пшениці та інфікування ВСМП. Співвідношення фітогормонів у листках пшениці осіннього посіву становило 9,4 : 1 проти 8,5 : 1 весняного посіву, тоді як за інфікування ВСМП співвідношення ІОК/АБК істотно знижувалося у листках озимої пшениці – до 2,8 : 1 і значно зростало в листках ярої пшениці – 20,5 : 1 (рис. 5).

Імовірно, відмінності у співвідношенні фітогормонів у листках за осіннього або весняного посіву пов'язані з тим, що за осіннього посіву пшениця проходила холододову акліматизацію протягом зимових місяців, що позначилося на її метаболізмі. Відомо, що при холододовій акліматизації в клітинах відбуваються значні фізіолого-біохімічні зміни, для зменшення осмотичного потенціалу клітин накопичуються значна кількість асимілятів (цукри, цукрові спирти, четвертинні амонійні сполуки, поліаміни, пролін), у мембрані зростає відсоток ненасичених жирних кислот, а в цитоплазмі і ядрі накопичуються специфічні структурні протеїни [18].

Наступним етапом нашого дослідження було визначення активності антиоксидантних ферментів у тканинах листків – каталази і пероксидази.

Відомо, що основним ферментом, що каталізує

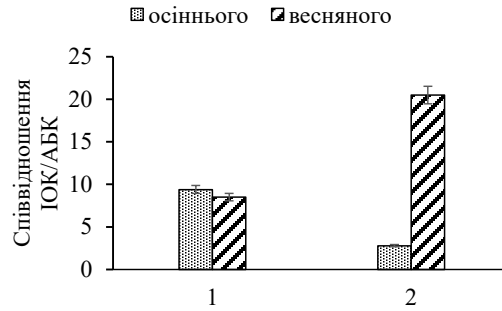


Рис. 5. Співвідношення ІОК/АБК у листках залежно від осіннього чи весняного посіву пшениці (озимої і ярої) та інфікування ВСМП: 1 – здорові рослини; 2 – інфіковані ВСМП (фаза колосіння, польовий дослід)

видалення АФК шляхом їх дисмутації на O_2 і H_2O_2 , є СОД. Далі каталаза (КФ 1.11.1.6) перетворює H_2O_2 на воду та O_2 , а пероксидаза (КФ 1.11.1.7) поглинає H_2O_2 в позаклітинному просторі, регулюючи окисно-відновний баланс клітин і підтримуючи їх життєздатність [24].

У наших дослідженнях виявлено збільшення активності обох антиоксидантних ферментів з 14 до 21 доби і зменшення на 28 добу. Це було загальною тенденцією щодо здорових і заражених рослин пшениці озимого посіву. Проте відмічено, що загальна ферментативна активність антиоксидантних ферментів вірус-інфікованих рослин була нижчою, ніж здорових рослин (рис. 6).

При цьому з 14 до 21 доби каталазна активність здорових рослин збільшувалася у 1,29 раза, а у вірус-інфікованих рослин – у 4,1 раза, що втричі більше. Через 28 діб каталазна активність вірус-інфікованих рослин була більшою у 1,73 раза, ніж через 14 діб, а здорових рослин – знижувалася (рис. 6 а), тоді як величина пероксидазної активності здорових рослин на 21 добу порівняно із 14 була більшою у 1,7 раза, ніж вірус-інфікованих, проте знижувалася на 28 добу (рис. 6 б).

Як і у випадку осіннього посіву пшениці, на

рослинах весняного посіву спостерігалася подібна загальна тенденція – динаміка збільшення активності антиоксидантних ферментів з 14 до 21 доби і зменшення на 28 добу (рис. 7).

У 1,15 раза і 3,9 раза відповідно збільшувалася каталазна активність листків здорових і вірус-інфікованих рослин з 14 до 21 доби, тоді як через 28 діб каталазна активність інтактних рослин знижувалася майже однаково: у 1,19, а вірус-інфікованих – у 1,21 раза (рис. 7 а). Пероксидазна активність на контролі зростала з 14 до 21 доби у 2 рази, а за вірусного інфікування – у 1,2 раза. На 28 добу пероксидазна активність на контролі була на рівні 14 доби, а за вірусного інфікування ВСМП знижувалася у 1,73 разів (рис. 7 б).

Надалі ми досліджували вплив осіннього чи весняного посіву та інфікування ВСМП на параметри продуктивності рослин пшениці м'якої (озимої і ярої).

Варто зазначити, що за вірусного зараження рослин пшениці (озимої) осіннього посіву істотно знизилася кількість продуктивних стебел (на 14,3%), кількість колосків головного колосу (на 21,4%), кількість зерен головного колосу (на 12,5%), маса зерен головного колосу (на 34,1%),

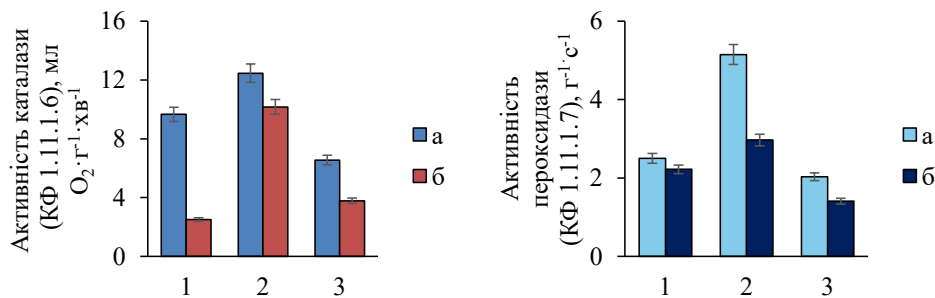


Рис. 6. Каталазна і пероксидазна активність клітин листків рослин пшениці (озимої) осіннього посіву за інфікування ВСМП: а – здорові рослини (контроль), б – інфіковані ВСМП; (фази: 1 – вихід у трубку; 2 – поч. колосіння; 3 – колосіння (польовий дослід, 2018 р.))

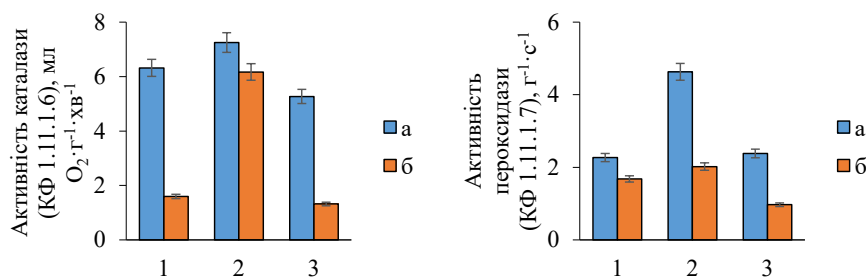


Рис. 7. Каталазна і пероксидазна активність клітин листків рослин весняного посіву (ярої) пшениці за інфікування ВСМП: а – здорові рослини (контроль), б – ВСМП; (фази: 1 – вихід у трубку; 2 – поч. колосіння; 3 – колосіння, мікропольовий дослід, 2018 р.).

Таблиця 1

Елементи продуктивності пшениці (озимої) осіннього посіву за вірусного ураження (польовий дослід, фаза повної стиглості зерна, 2017–2018 рр.)

Варіант дослід	Здорові рослини (контроль)	ВСМП
Висота пагонів, см	73,0 ± 2,2	68,7 ± 2,1*
Кількість продуктивних стебел, шт.	2,8 ± 0,1	2,4 ± 0,07
Кількість колосків гол. колосу, шт.	14,0 ± 0,56	11,0 ± 0,44
Довжина гол. колосу, см	7,0 ± 0,28	6,7 ± 0,27*
Кількість зерен гол. колосу, шт.	28,0 ± 1,12	24,5 ± 0,98
Маса зерен гол. колосу, г	0,82 ± 0,03	0,54 ± 0,02
Маса 1000 зерен	31,6 ± 1,26	23,9 ± 0,94

Примітка: * – різниця з контролем достовірна при $P \leq 0,05$.

маса 1000 зерен (на 24,4%) (табл. 1).

Дослідженнями впливу вірусного ураження на елементи продуктивності пшениці м'якої за весняного посіву (ярої) виявлено істотне зниження висоти пагонів (на 11,13%), кількості продуктивних пагонів (на 13,6%), кількості колосків головного колосу (на 13,6%), довжина головного колосу (на 31,4%), кількість зерен головного колосу (у 2,4 раза), маса зерен головного колосу (у 3,1 раза), маса 1000 зерен (на 25,2%) (табл. 2).

Таким чином, вірусне ураження більш значно пригнічувало елементи продуктивності рослин

пшениці весняного посіву (ярої). Тобто рослини осіннього посіву (озимої) пшениці виявилися більш стійкі до вірусного інфікування.

Висновки. Встановлено, що здорові і вірус-інфіковані рослини пшениці озимо-ярої дворучки за різного способу посіву – осіннього або весняного – мали подібну динаміку змін вмісту фітогормонів у листках і активності антиоксидантних ферментів, але відрізнялося їх співвідношення.

Виявлено, що за впливом на елементи продуктивності пшениці м'якої рослини, вирощені за різних сезонів посіву – навесні або восени – мали

Таблиця 2

Елементи продуктивності пшениці (ярої) весняного посіву за дії вірусного ураження (польовий дослід, фаза повної стиглості зерна, 2018 р.)

Варіант дослід	Здорові рослини (контроль)	ВСМП
Висота пагонів, см	77,3 ± 3,1	68,7 ± 2,75
Кількість продуктивних стебел, шт.	2,2 ± 0,08	1,9 ± 0,07*
Кількість колосків гол. колосу, шт.	15,9 ± 0,64	10,2 ± 0,41
Довжина гол. колосу, см	8,6 ± 0,34	5,9 ± 0,24
Кількість зерен гол. колосу, шт.	32,3 ± 1,29	13,2 ± 0,52
Маса зерен гол. колосу, г	1,31 ± 0,05	0,42 ± 0,02
Маса 1000 зерен	32,1 ± 1,28	24,8 ± 0,99

Примітка: * – різниця з контролем достовірна при $P \leq 0,05$.

різну чутливість до вірусного ураження. Більшу стійкість до ураження ВСМП виявили рослини пшениці осіннього посіву.

Подяка. Автор висловлює глибоку подяку д.б.н., пров.н.с. відділу антибіотиків І.В. Драгозову і д.б.н., ст.н.с. відділу загальної і ґрунтової мікробіології ІМВ ім. Д.К. Заболотного мікроскопу.

Л.О. Білявській за консультативну допомогу у визначенні фітогормонального статусу рослин. К.б.н., н.с. лабораторії біологічних полімерних сполук ІМВ ім. Д.К. Заболотного М.С. Харчуку в допомозі з визначенням наявності віріонів в очищеній тканині листка уражених вірусом рослин за допомогою трансмісійного електронного

Література:

1. Біотехнологічні методи захисту козлятника східного від фітопатогенних мікроорганізмів : наук.-метод. рек. НАН України, Ін-т мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного, Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. Київ : Компринт, 2021. 34 с.
2. Войтенко Л.В., Косаківська І.В. Поліфункціональний фітогормон абсцизова кислота. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія «Біологія»*. 2016. № 1(37). С. 27–41.
3. Комплексні хелатовані добрива у посівах пшениці: науково-методичні рекомендації. Київ : ТОВ «ЦП «КОМПРИНТ», 2016. 32 с.
4. Гормональна система рослин за дії важких металів / І.В. Косаківська, В.А. Васюк, Л.В. Войтенко, М.М. Щербатюк. Київ : Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного, 2022. 176 с.
5. Білявська Л.О., Надкернична О.В., Копилова О.Б. Біосинтез фітогормонів ґрунтовими грибами *Cladosporium cladosporioides*. *Мікробіологія*. 2017. № 79 (3). С.3–13.
6. Ярошенко М., Бреммер К., Шонбергер Х. Фітогормони та фітогормональна регуляція рослин. *Агроном : науково-виробничий журнал*. 2012. № 2. С. 40–43.
7. Alazem M., Lin N.S. Roles of plant hormones in the regulation of host-virus interactions. *Mol Plant Pathol*. 2015. № 16 (5). P. 529–540. doi: 10.1111/mpp.12204.
8. Alazem M., Lin N.S. Antiviral roles of abscisic acid in plants. *Front Plant Sci*. 2017. № 8. P. 1–10.
9. Bolwell G.P. Wojtaszek P. Mechanisms for the generation of reactive oxygen species in plant defense – a broad perspective. *Physiol. Mol. Plant Pathol*. 1997. Vol. 51. P. 347–366.
10. Choudhury Sh., Larkin Ph., Meinke H., Hasanuzzaman M.D., Johnson P., Zhou M. Barley yellow dwarf virus infection affects physiology, morphology, grain yield and flour pasting properties of wheat. *Crop and Pasture Science*. 2019. 70. P. 16–25. <https://doi.org/10.1071/CP18364>.
11. Chen K., Li G.-J., Bressan R.A., Song C.-P., Zhu J.-K., Zhao Y. Abscisic acid dynamics, signaling, and functions in plants. *J. Integr. Plant Biol*. 2020. № 62. P. 25–54. <https://doi.org/10.1111/jipb.12899>.
12. Choudhury S., Hu H., Meinke H., Shabala S., Westmore G., Larkin P., Zhou M. Barley yellow dwarf viruses: Infection mechanisms and breeding strategies. *Euphytica*. 2017. № 213. P. 168. doi: 10.1007/s10681-017-1955-8.
13. Davis T.S., Bosque-Pérez N.A., Popova I., Eigenbrode S.D. Evidence for additive effects of virus infection and water availability on phytohormone induction in a staple crop. *Front. Ecol. Evol*. 2015. № 3. doi: 10.3389/fevo.2015.00114.
14. Dey S., Wenig M., Langen G., Sharma S., Kugler K.G., Knappe C., Hause B., Bichlmeier M., Babaeizad V., Imani J., et al. Bacteria-triggered systemic immunity in barley is associated with WRKY and ethylene responsive factors but not with salicylic acid. *Plant Physiol*. 2014. № 166. P. 2133–2151. doi: 10.1104/pp.114.249276.
15. de Haro LA, Arellano SM, Novák O, Feil R, Dumón AD, Mattio MF, Tarkowská D, Llauger G, Strnad M, Lunn JE, Pearce S, Figueroa CM, Del Vas M. Mal de Río Cuarto virus infection causes hormone imbalance and sugar accumulation in wheat leaves. *BMC Plant Biol*. 2019. № 19 (1). P. 112. doi: 10.1186/s12870-019-1709-y.
16. Gietler M, Fidler J, Labudda M, Nykiel M. Abscisic Acid-Enemy or Savior in the Response of Cereals to Abiotic and Biotic Stresses? *Int J Mol Sci*. 2020. № 21 (13). P. 4607. doi: 10.3390/ijms21134607.
17. Huliaieva H., Tokovenko I., Maksin V., Kaplunenko V. and Kalinichenko A. Effect of nanoaquacitrates on physiological parameters of fodder galega infected with phytoplasma. *Ecol Chem Eng S*. 2018. № 25 (1). P. 153–168. doi: 10.1515/eces-2018-0011.
18. Kosovák., Prášil I.T., Vítámvás P. The relationship between vernalization- and photoperiodically-regulated genes and the development of frost tolerance in wheat and barley. *Biologia Plantarum*, 2008. № 52 (4). P. 601–615. doi: 10.1007/s10535-008-0120-6
19. Mandadi K.K., Scholthof K.-BG. Plant immune responses against viruses: how does a virus cause disease? *Plant Cell*. 2013. № 25 (5). P. 1489–1505. doi: 10.1105/tpc.113.111658.
20. Mantyla E., Lang V., Palva E.T. Role of Abscisic Acid in Drought-Induced Freezing Tolerance, Cold Acclimation, and Accumulation of LT178 and RAB18 Proteins in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Physiol*. 1995. № 107 (1). P. 141–148. doi: 10.1104/pp.107.1.141.
21. Mishchenko L.T., Dunich A.A., Mishchenko I.A., Petrenkova V.P., Mukha T.I. Monitoring of Economically Important Wheat Viruses under Weather Conditions Change in Ukraine and Investigation of Seed Transmission of Wheat Streak Mosaic Virus. *Bulg. J. Agri. Sci*. 2018. № 24. P. 660–669.
22. Paulmann M.K., Kunert G., Zimmermann M.R., Theis N., Ludwig A., Meichsner D., Oelmüller R., Gershenzon J., Habekuss A., Ordon F., et al. Barley yellow dwarf virus infection leads to higher chemical defense signals and lower electrophysiological reactions in susceptible compared to tolerant barley genotypes. *Front. Plant Sci*. 2018. № 9. P.

145. doi: 10.3389/fpls.2018.00145.
23. Perry K.L., Kolb F.L., Sammons B., Lawson C., Cisar G., Ohm H. Yield Effects of Barley yellow dwarf virus in Soft Red Winter Wheat. *Phytopathology*. 2000. № 90(9). P. 1043–8. doi: 10.1094/PHTO.2000.90.9.1043.
24. Rajput V.D., Singh R.K., Verma K.K., Sharma L., Quiroz-Figueroa F.R., Meena M., Gour V.S., Minkina T., Sushkova S., Mandzhieva S. Recent Developments in Enzymatic Antioxidant Defence Mechanism in Plants with Special Reference to Abiotic Stress. *Biology* (Basel). 2021. № 10 (4). P. 267. doi: 10.3390/biology10040267.
25. Sachdev S., Ansari S.A., Ansari M.I., Fujita M., Hasanuzzaman M. Abiotic Stress and Reactive Oxygen Species: Generation, Signaling, and Defense Mechanisms. *Antioxidants*. 2021. № 10 (2). P. 277. <https://doi.org/10.3390/antiox10020277>.
26. Wang A. Dissecting the molecular network of virus-plant interactions: the complex roles of host factors. *Annu Rev Phytopathol*. 2015. № 53. P. 45. doi: 10.1146/annurev-phyto-080614-120001.

References:

1. Biotekhnolohichni metody zakhystu kozliatnyka skhidnoho vid fitopatohennykh mikroorhanizmiv (2021) [Biotechnological methods for protecting oriental goat's-foot trefoil from phytopathogenic microorganisms]: nauk.-metod. rek. NAN Ukrainy, In-t mikrobiolohii i virusolohii im. D. K. Zabolotnoho, Nats. un-t bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Kyiv : Komprynt, 34 s. [in Ukrainian]
2. Voitenko, L.V., & Kosakivska, I.V. (2016). Polifunktsionalnyi fitohormon abtsyzova kyslota. [Polyfunctional phytohormone abscisic acid]. *Visnyk Kharkiv. nats. ahrar. un-tu. Ser. Bioloheia*, 1(37), S. 27–41 [in Ukrainian].
3. Kompleksni khelatovani dobrovya u posivakh pshenytsi (2016) [Complex chelated fertilizers in wheat crops] naukovometodychni rekomendatsii. K.: TOV "TsP "KOMPRYNT", 32 s. [in Ukrainian].
4. Kosakivska, I.V., Vasiuk, V.A., Voitenko, L.V., & Shcherbatiuk, M.M. (2022). Hormonalna systema roslyn za dii vazhkykh metaliv [Hormonal system of plants under the influence of heavy metals]. Kyiv: Instytut botaniky im. M. H. Kholodnoho, 176 s. [in Ukrainian].
5. Biliavska, L.O., Nadkernychna, O.V., & Kopylova, O.B. (2017). Biosyntezy fitohormoniv gruntovymy hrybamy *Cladosporium cladosporioides* [Biosynthesis of phytohormones by soil fungi *Cladosporium cladosporioides*] Mikrobiol. Z. 79(3), 3–13. [in Ukrainian].
6. Yaroshenko, M., Bremmer, K., & Shonberher, Kh. (2012). Fitohormony ta fitohormonalna rehuliatyia roslyn [Phytohormones and phytohormonal regulation of plants]. *Ahronom : naukovo-vyrobnychy zhurnal*, 2, 40–43 [in Ukrainian].
7. Alazem, M., & Lin, N.S. (2015). Roles of plant hormones in the regulation of host-virus interactions. *Mol Plant Pathol*, 16(5), 529–540. doi: 10.1111/mp.12204.
8. Alazem, M., & Lin, N.S. (2017). Antiviral roles of abscisic acid in plants. *Front Plant Sci*. 8(October), 1–10.
9. Bolwell, G. P., & Wojtaszek, P. (1997). Mechanisms for the generation of reactive oxygen species in plant defense – a broad perspective. *Physiol. Mol. Plant Pathol*. Vol. 51. P. 347–366.
10. Choudhury, Sh., Larkin, Ph., Meinke, H., Hasanuzzaman, M. D., Johnson, P., & Zhou, M. (2019). Barley yellow dwarf virus infection affects physiology, morphology, grain yield and flour pasting properties of wheat. *Crop and Pasture Science*, 70, 16–25. <https://doi.org/10.1071/CP18364>.
11. Chen, K., Li, G.-J., Bressan, R.A., Song, C.-P., Zhu, J.-K. and Zhao, Y. (2020). Abscisic acid dynamics, signaling, and functions in plants. *J. Integr. Plant Biol*, 62, 25–54. <https://doi.org/10.1111/jipb.12899>.
12. Choudhury, S., Hu, H., Meinke, H., Shabala, S., Westmore, G., Larkin, P., & Zhou, M. (2017). Barley yellow dwarf viruses: Infection mechanisms and breeding strategies. *Euphytica*, 213, 168. doi: 10.1007/s10681-017-1955-8.
13. Davis, T.S., Bosque-Pérez, N.A., Popova, I., & Eigenbrode, S.D. (2015). Evidence for additive effects of virus infection and water availability on phytohormone induction in a staple crop. *Front. Ecol. Evol.* 3 doi: 10.3389/fevo.2015.00114.
14. Dey, S., Wenig, M., Langen, G., Sharma, S., Kugler, K.G., Knappe, C., Hause, B., Bichlmeier, M., Babaeizad, V., Imani, J., et al. (2014). Bacteria-triggered systemic immunity in barley is associated with WRKY and ethylene responsive factors but not with salicylic acid. *Plant Physiol*. 166, 2133–2151. doi: 10.1104/pp.114.249276.
15. de Haro, L.A., Arellano, S.M., Novák, O., Feil, R., Dumón, A.D., Mattio, M.F., Tarkowská, D., Llauger, G., Strnad, M., Lunn, J.E., Pearce, S., Figueroa, C.M., Del Vas M., Mal de Río (2019). Cuarto virus infection causes hormone imbalance and sugar accumulation in wheat leaves. *BMC Plant Biol*. 22, 19(1), 112. doi: 10.1186/s12870-019-1709-y.
16. Gietler, M., Fidler, J., Labudda, M., & Nykiel, M. (2020). Abscisic Acid-Enemy or Savior in the Response of Cereals to Abiotic and Biotic Stresses? *Int J Mol Sci*. 29, 21(13), 4607. doi: 10.3390/ijms21134607.
17. Huliaieva, H., Tokovenko, I., Maksin, V., Kaplunencko, V., & Kalinichenko, A. (2018). Effect of nanoaquacitrates on physiological parameters of fodder galega infected with phytoplasma ECOL CHEM ENG S. 25(1), 153–168. doi: 10.1515/eces-2018-0011.
18. Kosovák., Prášil I.T., & Vítámvás, P. (2008). The relationship between vernalization- and photoperiodically-regulated genes and the development of frost tolerance in wheat and barley. *Biologia Plantarum*, 52 (4), 601–615. DOI: 10.1007/s10535-008-0120-6.
19. Mandadi, K.K., & Scholthof, K.-BG. (2013). Plant immune responses against viruses: how does a virus cause disease? *Plant Cell*, 25(5), 1489–1505. doi: 10.1105/tpc.113.111658.
20. Mantyla, E., Lang, V., & Palva, E.T. (1995). Role of Abscisic Acid in Drought-Induced Freezing Tolerance, Cold Acclimation, and Accumulation of LT178 and RAB18 Proteins in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Physiol*, 107(1),

- 141–148. doi: 10.1104/pp.107.1.141.
21. Mishchenko, L.T., Dunich, A.A., Mishchenko, I.A., Petrenkova, V.P., & Mukha, T.I. (2018). Monitoring of Economically Important Wheat Viruses under Weather Conditions Change in Ukraine and Investigation of Seed Transmission of Wheat Streak Mosaic Virus. *Bulg. J. Agri. Sci.*, 24, 660–669.
 22. Paulmann, M.K., Kunert, G., Zimmermann, M.R., Theis, N., Ludwig, A., Meichsner, D., Oelmüller, R., Gershenzon, J., Habekuss, A., Ordon F., et al. (2018). Barley yellow dwarf virus infection leads to higher chemical defense signals and lower electrophysiological reactions in susceptible compared to tolerant barley genotypes. *Front. Plant Sci.* 9, 145. doi: 10.3389/fpls.2018.00145
 23. Perry, K. L., Kolb, F. L., Sammons, B., Lawson, C., Cisar, G., Ohm, H. (2000). Yield Effects of Barley yellow dwarf virus in Soft Red Winter Wheat. *Phytopathology*, 90(9), 1043–8. doi: 10.1094/PHTO.2000.90.9.1043.
 24. Rajput, V.D., Harish, Singh R.K., Verma, K.K., Sharma, L., Quiroz-Figueroa, F.R., Meena, M., Gour, V.S., Minkina, T., Sushkova, S., & Mandzheva, S. (2021). Recent Developments in Enzymatic Antioxidant Defence Mechanism in Plants with Special Reference to Abiotic Stress. *Biology (Basel)*. 26, 10(4), 267. doi: 10.3390/biology10040267.
 25. Sachdev, S., Ansari, S. A., Ansari, M. I., Fujita, M., & Hasanuzzaman, M. (2021). Abiotic Stress and Reactive Oxygen Species: Generation, Signaling, and Defense Mechanisms. *Antioxidants*, 10(2), 277. <https://doi.org/10.3390/antiox10020277>.
 26. Wang, A. (2015). Dissecting the molecular network of virus-plant interactions: the complex roles of host factors. *Annu Rev Phytopathol.* 53, 45. doi: 10.1146/annurev-phyto-080614-120001.
-

УДК 582.675.3:581.45(477.63)
DOI <https://doi.org/10.32782/NSER/2024-6.11>

МОРФОЛОГІЧНЕ РІЗНОМАНІТТЯ ВЕГЕТАТИВНИХ ОРГАНІВ *BERBERIS THUNBERGII* DC. У КРИВОРІЗЬКОМУ БОТАНІЧНОМУ САДУ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

Шкута Світлана Іванівна

провідний інженер відділу оптимізації техногенних ландшафтів
Криворізького ботанічного саду Національної академії наук України
ORCID ID: 0000-0002-0874-2522
Scopus author ID: 57203817184
Researcher ID: LXW-1727-2024

Юхименко Юлія Станіславівна

кандидат біологічних наук,
науковий співробітник відділу інтродукції та акліматизації рослин
Криворізького ботанічного саду Національної академії наук України
ORCID ID: 0000-0001-9510-9153
Scopus author ID: 58798955000
Researcher ID: LXW-2756-2024

Красова Ольга Олександрівна

кандидат біологічних наук,
старший науковий співробітник відділу оптимізації техногенних ландшафтів
Криворізького ботанічного саду Національної академії наук України
ORCID: 0000-0003-3035-5614
Scopus Author ID: 57222364637
Researcher ID: HNP-4005-2022

У статті висвітлено результати дослідження морфометричних показників вегетативної сфери *Berberis thunbergii* DC., які зростають в умовах Криворізького ботанічного саду Національної академії наук України. Підкреслено, що наразі відсутня систематизована інформація щодо специфіки вирощування культурварів *Berberis L.* у конкретних регіонах, тому залишаються актуальними подальші дослідження їх адаптивних можливостей та декоративних властивостей. Метою публікації є виявлення морфометричних особливостей вегетативної сфери рослин виду *B. thunbergii* та його декоративних культурварів в умовах Криворіжжя. З'ясовано, що за висотою культурари розподіляються на три групи: високі (вище 1,5 м), середньорослі (1,0–1,5 м) та карликові (нижче 1,0 м); за формою крони – на подушкоподібні, колоноподібні та розлогі; за забарвленням крони – на жовті, зелені, червоно-пурпурові та строкаті. Виявлено, що середні показники річного приросту бокових пагонів у *B. thunbergii* та його культурварів змінювалися в межах від 2,8 см у 'Tiny Gold' до 41,9 см у 'Red Chief'. Найдовше листя, яке досягало 3,30 см, відмічено у 'Atropinifera'. Найменша довжина листка – 0,60 см – була у культурвару 'Tiny Gold'. Найбільша середня площа листка – 1,30 см² – спостерігалася у культурвару 'Rosy Rocket'. Найменшу середню площу мали листки культурварів 'Tiny Gold' – 0,34 см², 'Red Rocket' – 0,59 см², 'Red Chief' – 0,65 см² відповідно. За результатами кореляційного аналізу виявлено, що між усіма морфопараметрами листків є тісний зв'язок. Зокрема, відношення кількості пучків до кількості листків має високу кореляцію ($r=0,80$). Розглянуті культурари відрізняються за величиною приросту однорічних пагонів, забарвленням та розміром листя.

Встановлення розмірних та якісних характеристик вегетативних органів, які притаманні рослинам виду *B. thunbergii* та його сортам при зростанні в екологічно складних умовах Криворіжжя, допоможуть вдосконалити проектування поліхромних мікроландшафтних дендрокомпозицій при їх створенні в насадженнях регіону.

Ключові слова: *Berberis thunbergii*, Криворіжжя, культурари, морфометричні параметри, поліхромні мікроландшафтні дендрокомпозиції.

Shkuta S. I., Yukhimenko Yu. S., Krasova O. O. Morphological diversity of vegetative organs of *Berberis thunbergii* DC. in the Kryvyi Rih Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine

The article highlights the results of the study of morphometric indicators of the vegetative sphere of *Berberis thunbergii* DC. and its cultivars growing in the conditions of the Kryvyi Rih Botanical Garden of the

National Academy of Sciences of Ukraine. It is emphasized that currently there is no systematic information on the specifics of growing *Berberis L. cultivars* in specific regions, therefore further studies of their adaptive capabilities and decorative properties remain relevant. The purpose of the publication is to identify morphometric features of the vegetative sphere of plants of the species *B. thunbergii* and its decorative cultivars in the conditions of Kryvyi Rih. We revealed that cultivars are divided into three groups by height: tall (above 1.5 m), medium-sized (1.0–1.5 m) and dwarf (below 1.0 m); by crown shape – into pillow-shaped, columnar and spreading, by crown color – into yellow, green, red-purple and variegated. It was ascertained that the average annual growth rates of lateral shoots in *B. thunbergii* and its cultivars varied from 2.8 cm in ‘Tiny Gold’ to 41.9 cm in ‘Red Chief’. The longest leaves were observed in ‘Atropurpurea’, which reached 3.30 cm. The smallest leaf length (0.60 cm) was in the cultivar ‘Tiny Gold’. The largest average leaf area (1.30 cm²) was observed in the cultivar ‘Rosy Rocket’. The smallest average leaf area was in the cultivars ‘Tiny Gold’ (0.34 cm²), ‘Red Rocket’ (0.59 cm²), and ‘Red Chief’ (0.65 cm²), respectively. According to the results of the correlation analysis, we revealed a close relationship between all morphological parameters of the leaves, in particular, the ratio of the number of bundles to the number of leaves has a high correlation ($r=0.80$). The cultivars considered differ in the amount of growth of annual shoots, color and size of leaves.

Defining the dimensional and qualitative characteristics of vegetative organs that are inherent in plants of the species *B. thunbergii* and its varieties which grow in the environmentally difficult conditions of Kryvyi Rih will help improve the design of polychrome microlandscape dendrocompositions when creating them in green spaces of the region.

Key words: *Berberis thunbergii*, Kryvyi Rih, cultivars, morphometric parameters, polychrome microlandscape dendrocompositions.

Постановка проблеми та її актуальність.

Зелені насадження відіграють виняткову роль у формуванні екологічно сприятливого міського середовища, оскільки саме рослинність робить урбоекосистему повноцінною, а наявність мережі зелених насаджень у місті стає умовою виживання людини [9, с. 36]. Існування сучасного міста постійно вимагає нових моделей та способів озеленення, збереження й розвитку комплексу природних і штучно озелених територій, що виконують природоохоронні, ландшафтоутворюючі, середовищестабілізуючі й оздоровчі функції [18, с. 7]. Нині для потреб зеленого будівництва дедалі ширше використовують кущові рослини, які водночас є красивоквітучими і декоративно-листяними. Саме вони забезпечують досягнення максимального декоративного ефекту протягом вегетаційного періоду або в окремі пори року [3, с. 79]. Сучасний склад урбанодендрофлори доцільно формувати з використанням видів та культиварів, стійких до несприятливих природно-кліматичних умов та промислового забруднення середовища. У такому плані провідну роль у мобілізації, збагаченні та дослідженні генофонду різних груп декоративних рослин, за рахунок яких і відбувається збагачення асортименту міських зелених насаджень, відіграють ботанічні сади [5, с. 33].

Одним з таких видів, на основі якого створені численні декоративні форми, є *Berberis thunbergii*. Природний ареал цього листопадного куща – Японія та Китай. В Україні культивується з 1897 року [4, с. 73]. У Криворізькому ботанічному саду Національної академії наук України (КБС), що функціонує як центр збереження фіто-різноманіття на теренах Правобережного Степу,

інтродукційне випробовування проходить 41 вид та 25 культиварів родового комплексу *Berberis*; з них 18 – сорти *B. thunbergii*.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. *B. thunbergii* є одним із найпоширеніших представників роду *Berberis*, інтродукованих у ботанічних садах на всій території України [15, с. 57], і саме його культивари вважаються найціннішими для використання в зеленому будівництві [20, с. 44]. Суттєва частка наукових публікацій щодо дослідження цього виду та його культиварів присвячена фізіологічним та біохімічним аспектам функціонування рослин: умісту [16, с. 368] та динаміці фотосинтетичних пігментів [8, с. 63], оцінці життєвості на основі особливостей фотосинтезу та фітопатології [14, с. 140], ідентифікації форм з використанням методів порівняльного генетичного аналізу [21, с. 56–57]. Детальна морфолого-анатомічна характеристика декоративної форми *B. thunbergii* ‘Rose Glow’ в умовах півдня України надана співробітниками Херсонського державного університету [12, с. 509–510].

Особливий інтерес становить *B. thunbergii* як лікарська рослина, що відрізняється високим умістом цінних біологічно активних сполук, серед яких є алкалоїди, фенольні сполуки тощо [13, с. 168].

Іншим напрямком досліджень є специфіка використання культиварів *B. thunbergii* у галузі ландшафтного дизайну. Нові розробки в цьому плані фокусують увагу на можливості створення нових візуальних кодів міста, що оновлюватимуть композиційно-стильову та колористичну організацію міського ландшафту. Оскільки тривалість життя зазначених культиварів за умов виконання необхідного мінімального догляду може дося-

гати 50 років, це буде сприяти створенню сталих композицій, які здатні зберігати свої декоративні характеристики протягом тривалого часу [2, с. 119].

Слід підкреслити, що на сьогодні відсутня систематизована інформація щодо специфіки вирощування культиварів *Berberis* L. у конкретних регіонах, тому залишаються актуальними подальші дослідження їх адаптивних можливостей та декоративних властивостей. При цьому дослідження розмірних характеристик рослин є доцільним з огляду на те, що вони можуть використовуватись як діагностичні для визначення життєвості особин [7, с. 120].

Мета статті – виявлення морфометричних особливостей вегетативної сфери рослин виду *B. thunbergii* та його декоративних культиварів в умовах Криворіжжя (на прикладі Криворізького ботанічного саду НАН України).

Матеріали та методи. Територія КБС у системі фізико-географічного районування України розташована в Північностеповій підзоні в межах Південнопридніпровської схилово-височинної області Дністровсько-Дніпровського краю [10, с. 18]. Характерними рисами клімату території досліджень є недостатня зволоженість та значні теплові ресурси. За новим агрокліматичним зонуванням території України з урахуванням зміни клімату територія досліджень належить до середньопосушливої зони [1, с. 12]. Кліматодіаграми, що характеризують річну динаміку температурного режиму та кількості опадів на території КБС, побудовані на основі даних метеостанції “Davis 6152 C Vantage Pro 2”, що знаходиться в межах КБС, за методом Госсена – Вальтера [11, с. 22].

Об’єктом досліджень були рослини виду *Berberis thunbergii* та його дванадцяти культиварів, що пройшли інтродукційне випробування в дендрарії КБС. Матеріали для аналізу відбирали протягом трьох років (2019–2021) з трьох куців кожного таксону. Облік метричних показників

(довжина пагона та листка) проводився з використанням лінійки, площу листків визначали за їх верхньою поверхнею [6, с. 47–48]. В останньому випадку використовували метод відбитків, який зазвичай застосовують для листків із стандартною формою. Статистичне оброблення отриманих морфометричних показників виконували із застосуванням пакету Microsoft Excel. Кореляційний аналіз здійснювали за методичними вказівками посібника з біометрії [17, с. 32–34].

Виклад основного матеріалу дослідження. Що стосується умов культивування *Berberis thunbergii*, то локальні особливості мікроклімату крайньої північної частини Криворіжжя, де розташований ботанічний сад, не є оптимальними для росту і розвитку значної частки видів колекційного фонду КБС. Імовірно, місцевий перерозподіл опадів спричинений техногенною трансформацією оточуючої КБС території: тут функціонують два потужних кар’єри, п’ять залізрудних відвалів та хвостосховище Північного гірничо-збагачувального комбінату, площа водного дзеркала якого становить кілька сотень гектарів. Як видно з кліматодіаграм 2019–2021 років, для вегетаційного періоду характерні тривалі посухи (рис. 1), що вкрай несприятливо позначаються на перебігу життєвих процесів у інтродукованих рослин.

Проведені дослідження показали велику різноманітність морфологічних ознак вегетативної сфери культиварів *Berberis thunbergii*, які за висотою можна розподілити на три групи: високі (вище 1,5 м) – *B. t.* ‘Red Chief’, середньорослі (1,0–1,5 заввишки) – *B. thunbergii*, *B. t.* ‘Golden Ring’, *B. t.* ‘Aurea’, *B. t.* ‘Maria’, *B. t.* ‘Atropurpurea’, *B. t.* ‘Red Rocket’, *B. t.* ‘Golden Torch’, *B. t.* ‘Harlequin’, *B. t.* ‘Pow Wow’, *B. t.* ‘Green Ornament’, а також карликові (нижче 1,0 м) – *B. t.* ‘Tiny Gold’.

За формою крони дослідні рослини розподіляються на подушкоподібні (*B. t.* ‘Tiny Gold’), колоноподібні (*B. t.* ‘Red Rocket’, *B. t.* ‘Maria’, *B. t.* ‘Pow Wow’, *B. t.* ‘Golden Torch’), розлогі (*B. thunbergii*,

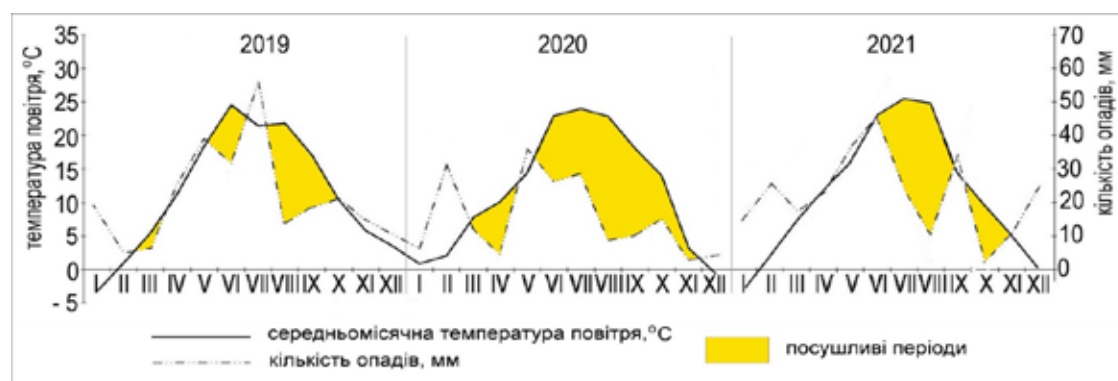


Рис. 1. Кліматодіаграми 2019–2021 років

B. t. 'Aurea', B. t. 'Atropurpurea', B. t. 'Harlequin', B. t. 'Green Ornament'), за забарвленням крони – на жовті (*B. t. 'Aurea', B. t. 'Maria', B. t. 'Tiny Gold', B. t. 'Golden Torch'*), зелені (*B. thunbergii, B. t. 'Green Ornament', B. t. 'Pow Wow'*), червоно-пурпурові (*B. t. 'Golden Ring', B. t. 'Atropurpurea', B. t. 'Red Chief'*) та строкаті (*B. t. 'Harlequin'*).

Форма та забарвлення листків культиварів *B. thunbergii* та вихідного виду, їх розмірні величини характеризуються значним різноманіттям.

Найбільша довжина листка відмічена в культиварів 'Green Ornament', 'Atropurpurea' та 'Harlequin' відповідно: 3,05±0,44 см; 2,35±0,43 см та 2,22±0,56 см. Найкоротшими листками характеризувались сорти 'Tiny Gold' (1,05±0,21 см), 'Red Chief' (1,43±0,24 см), 'Red Rocket' (1,48±0,27 см). Найвужчі листки при таманні культиварам 'Red Chief' та 'Tiny Gold', їх ширина є практично однаковою і становить 0,58±0,12 см та 0,58±0,14 см відповідно; най-

ширші – 'Green Ornament' (1,12±0,22 см). Найвищий показник площі листової поверхні зафіксовано у сорту 'Rosy Rocket' (1,30±0,05 см²); найменшою величиною площі характеризуються листки 'Tiny Gold' (0,34±0,01 см²) (табл. 1).

За результатами кореляційного аналізу виявлено, що між усіма морфопараметрами листків виявляється тісний зв'язок: між довжиною та шириною – 0,87, між довжиною та площею поверхні – 0,75, між шириною і площею поверхні – 0,74.

За забарвленням листової пластинки виділяються чотири групи культиварів: із листками зеленого ('Pow Wow', 'Green Ornament'), жовтого ('Golden Torch', 'Aurea', 'Maria', 'Tiny Gold'), червоного ('Red Rocket', 'Atropurpurea', 'Rosy Rocket') та пурпурового ('Red Chief', 'Golden Ring', 'Harlequin') кольорів (рис. 2, 3).

Слід зазначити, що листкорозташування у *B. thunbergii* та його сортів відзначається своєрідністю. Листки зібрані пучками по кілька штук

Таблиця 1

Характеристика листків культиварів *Berberis thunbergii*

Вид, культивар	Довжина листка, см	Ширина листка, см	Площа листової поверхні, см ²	Форма та колір листя
<i>B. thunbergii</i>	$\frac{1,67 \pm 0,27}{39,92}$	$\frac{0,78 \pm 0,14}{45,25}$	$\frac{0,85 \pm 0,03}{30,36}$	ромбічно-овальне, зверху яскраво-зелене, знизу сизе; восени – яскраво-червоне та рожеве
<i>B. t. 'Red Rocket'</i>	$\frac{1,48 \pm 0,27}{43,78}$	$\frac{0,65 \pm 0,13}{50,32}$	$\frac{0,59 \pm 0,06}{70,80}$	округле, червоне; восени – помаранчеве
<i>B. t. 'Golden Torch'</i>	$\frac{1,93 \pm 0,38}{48,04}$	$\frac{0,87 \pm 0,19}{52,45}$	$\frac{0,96 \pm 0,04}{31,69}$	невелике, округле, жовте навесні; восени – червоне
<i>B. t. 'Red Chief'</i>	$\frac{1,43 \pm 0,24}{41,08}$	$\frac{0,58 \pm 0,12}{48,69}$	$\frac{0,65 \pm 0,04}{48,66}$	еліптичне, блискуче, темно-пурпурове; восени – червоне, помаранчеве, золотисте
<i>B. t. 'Aurea'</i>	$\frac{1,62 \pm 0,25}{38,01}$	$\frac{0,60 \pm 0,11}{44,72}$	$\frac{0,66 \pm 0,03}{32,58}$	яйцеподібне, лимонно-жовте; восени – помаранчево-жовте
<i>B. t. 'Golden Ring'</i>	$\frac{1,53 \pm 0,27}{32,56}$	$\frac{0,71 \pm 0,12}{40,03}$	$\frac{0,74 \pm 0,04}{56,54}$	яйцеподібне, насичено-пурпурове, із золотистим обідком по краях, восени – насичено-червоне
<i>B. t. 'Maria'</i>	$\frac{1,78 \pm 0,42}{58,00}$	$\frac{0,80 \pm 0,26}{78,66}$	$\frac{0,85 \pm 0,04}{37,01}$	округле або довгасте золотисто-жовте з карміново-червоною облямівкою по краях; восени – яскраво-помаранчеве
<i>B. t. 'Atropurpurea'</i>	$\frac{2,35 \pm 0,43}{44,45}$	$\frac{0,88 \pm 0,23}{64,60}$	$\frac{1,04 \pm 0,06}{39,41}$	округле, пурпурово-червоне; восени – коралово-червоне
<i>B. t. 'Tiny Gold'</i>	$\frac{1,05 \pm 0,21}{48,47}$	$\frac{0,58 \pm 0,14}{60,77}$	$\frac{0,34 \pm 0,01}{37,21}$	обернено-яйцевидне, дрібне, лимонно-жовте; восени – помаранчеве
<i>B. t. 'Harlequin'</i>	$\frac{2,22 \pm 0,56}{62,15}$	$\frac{1,05 \pm 0,29}{68,35}$	$\frac{0,86 \pm 0,05}{54,14}$	яйцеподібне, пурпурове з білими плямами; восени не змінює забарвлення
<i>B. t. 'Pow Wow'</i>	$\frac{1,70 \pm 0,41}{59,18}$	$\frac{0,92 \pm 0,14}{38,67}$	$\frac{0,99 \pm 0,06}{33,90}$	яйцеподібне, салатове з кремово-білими плямами; восени – яскраво-червоне та помаранчево-золотисте
<i>B. t. 'Green Ornament'</i>	$\frac{3,05 \pm 0,44}{35,48}$	$\frac{1,12 \pm 0,22}{48,20}$	$\frac{1,08 \pm 0,04}{40,20}$	округло-овальне, світло-зелене, строкате; восени – помаранчево-жовте
<i>B. t. 'Rosy Rocket'</i>	$\frac{2,05 \pm 0,33}{39,24}$	$\frac{0,85 \pm 0,18}{52,48}$	$\frac{1,30 \pm 0,05}{33,15}$	яйцеподібне, яскраво-червоне або помаранчеве, з жовтим кантом, восени – червоне

Примітка: середнє значення з похибкою ($M \pm m$) – у чисельнику; коефіцієнт варіації ($Cv, \%$) – у знаменнику

(2–10) на вкорочених пагонах в пазухах простих або трироздільних колючок, при цьому пучки мають чергове розміщення.

Значна варіативність притаманна і морфологічній будові однорічних пагонів сортів *B. thunbergii*. Так, довжина їх знаходиться в діапазоні від $2,8 \pm 0,54$ см ('Tiny Gold') до $41,9 \pm 2,60$ ('Red

Chief'). Кількість пучків, у яких зібрані листки, збільшується від $3,7 \pm 0,42$ у 'Tiny Gold' до $26,5 \pm 0,64$ в 'Harlequin'.

Найменшою загальною кількістю листків на пагоні характеризується 'Tiny Gold' ($12,0 \pm 1,15$ шт.), а найбільшою – 'Green Ornament' ($138,0 \pm 6,59$ шт.) (табл. 2).



Рис. 2. Культивари *Berberis thunbergii* з зеленими та жовтими листками в дендрарії КБС:
а – *B. t.* 'Green Ornament'; б – *B. t.* 'Pow Wow'; в – *B. t.* 'Aurea'; г – *B. t.* 'Tiny Gold'



Рис. 3. Культивари *B. thunbergii* з червоно-пурпуровими листками в дендрарії КБС:
а – *B. t.* 'Golden Ring'; б – *B. t.* 'Atropurpurea'; в – *B. t.* 'Red Rocket'; г – *B. t.* 'Red Chief'

Параметри пагонів культиварів *Berberis thunbergii*

Вид, культивар	Довжина однорічного пагона, см	Кількість пучків листків на однорічному пагоні, шт.	Загальна кількість листоків на однорічному пагоні, шт.
<i>B. thunbergii</i>	$16,6 \pm 1,85$ 18,8	$18,5 \pm 1,63$ 16,8	$60,7 \pm 3,25$ 42,5
<i>B. t.</i> 'Red Rocket'	$16,6 \pm 1,58$ 21,5	$15,3 \pm 1,75$ 8,3	$46,2 \pm 3,10$ 45,4
<i>B. t.</i> 'Golden Torch'	$16,0 \pm 1,62$ 21,4	$20,0 \pm 1,30$ 14,7	$66,0 \pm 5,22$ 64,2
<i>B. t.</i> 'Red Chief'	$41,9 \pm 2,60$ 30,4	$24,1 \pm 3,97$ 29,6	$62,0 \pm 2,55$ 33,0
<i>B. t.</i> 'Aurea'	$12,7 \pm 1,88$ 24,4	$11,4 \pm 1,33$ 3,9	$38,1 \pm 3,16$ 51,3
<i>B. t.</i> 'Golden Ring'	$32,9 \pm 1,27$ 25,8	$23,9 \pm 1,74$ 5,2	$97,1 \pm 4,35$ 44,1
<i>B. t.</i> 'Maria'	$15,5 \pm 1,40$ 15,6	$18,2 \pm 1,22$ 13,6	$56,9 \pm 3,59$ 47,6
<i>B. t.</i> 'Atropurpurea'	$22,5 \pm 3,75$ 28,4	$16,8 \pm 4,61$ 8,6	$53,9 \pm 4,52$ 61,7
<i>B. t.</i> 'Tiny Gold'	$2,8 \pm 0,54$ 25,7	$3,7 \pm 0,42$ 19,0	$12,0 \pm 1,15$ 33,5
<i>B. t.</i> 'Harlequin'	$25,8 \pm 0,64$ 8,3	$26,5 \pm 0,64$ 12,6	$85,9 \pm 1,82$ 19,6
<i>B. t.</i> 'Pow Wow'	$11,5 \pm 0,62$ 23,4	$14,6 \pm 0,48$ 15,6	$37,1 \pm 3,59$ 58,9
<i>B. t.</i> 'Green Ornament'	$26,7 \pm 0,62$ 10,5	$23,0 \pm 0,72$ 10,6	$138,0 \pm 6,59$ 56,1
<i>B. t.</i> 'Rosy Rocket'	$28,3 \pm 1,55$ 29,0	$22,9 \pm 1,91$ 19,4	$76,3 \pm 4,58$ 52,3

Примітка: середнє значення з похибкою ($M \pm m$) – у чисельнику; коефіцієнт варіації (C_v , %) – у знаменнику

Кореляційний аналіз щодо відношень довжини однорічного пагона з кількістю пучків листків на ньому виявив, що цей зв'язок має високу кореляцію ($r=0,84$), як і кількість пучків із кількістю листків ($r=0,80$). Однак довжина пагона та загальна кількість листків на ньому мають лише середній рівень кореляції ($r=0,64$).

Здійснене нами вивчення морфологічних характеристик вегетативних органів вихідного виду та культиварів *Berberis thunbergii*, очевидно, має знайти застосування у сфері ландшафтного дизайну, адже різноманітність морфологічних ознак листків та пагонів визначає основний аспект декоративного ефекту при поєднанні кількох культиварів барбарису у ландшафтних композиціях. Окрім того, серед декоративно-листяних кущів (*Cotinus coggygia* Scop., низки видів *Cotoneaster* Medik, сортів багатьох видів *Spiraea* L. тощо), культивари *B. thunbergii* мають чи не найменші розміри листової пластинки, що робить їх незамінними для створення переднього плану в багатовидових композиційних рішеннях. Створення нових

мікроландшафтних поліхромних дендроконпозицій у Кривому Розі та інших промислових містах Правобережного Степу сприятиме підвищенню комфортності та якості життя людини в урбаністичному середовищі [19, с. 69].

Висновки. Проведені дослідження показали, що культивари *Berberis thunbergii* в колекції КБС мають велику різноманітність морфологічних ознак вегетативної сфери за розмірами та забарвленням. За висотою досліджені культивари розподіляються на три групи (високі, середньорослі та карликові), за формою крони – на три групи (подушкоподібні, колоноподібні та розлогі), за забарвленням листків – на чотири групи (жовті, зелені, червоно-пурпурові та строкаті). Розмірні та кількісні характеристики вегетативних органів, які притаманні рослинам виду *B. thunbergii* та його сортам при зростанні в екологічно складних умовах Криворіжжя, допоможуть вдосконалити проектування поліхромних мікроландшафтних дендроконпозицій при їх створенні в насадженнях регіону.

Література:

1. Адаменко Т.І. Агрокліматичне зонування території України з врахуванням зміни клімату. Біла Церква : ТОВ «РІА» БЛПЦ, 2014. 16 с.
2. Гололобова О.О., Гололобов В.В. Сучасні підходи до використання культиварів *Berberis thunbergii* для сталого ландшафтного дизайну. *Людина і довкілля. Питання неоекології*. 2024. Вип. 41. С. 112–122.
3. Гончаренко Б.В. Декоративно-листяні види та культивари роду *Forsythia* Vahl. у дендрарії Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України. *Інтродукція рослин*. 2014. № 1. С. 79–83.
4. Дендрофлора України. Дикорослі й культивовані дерева і кущі. Покритонасінні : довідник / за ред. М.А. Кохна. Київ : Фітосоціоцентр, 2002. 448 с.
5. Заїменко Н.В. Про сучасний стан, проблеми і перспективи збереження та збагачення рослинного різноманіття в ботанічних садах і дендропарках України (стенограма наукової доповіді на засіданні Президії НАН України 1 липня 2015 р.). *Вісник Національної академії наук України*. 2015. № 9. С. 33–38.
6. Зубцова І.В. Популяційний аналіз лікарських рослин заплав річок Кролевецько-Глухівського геоботанічного району: дис. ... канд. біол. наук : 03.00.05. Київ, 2020. 485 с.
7. Зубцова І.В. Морфометричні показники популяції *Saponaria officinalis* L. в умовах регіонального ландшафтного парку «Сеймський» (Сумська область, Україна). *Екологічні науки*. 2023. № 1 (46). С. 119–124.
8. Коршиков І.І., Сушинська Н.І. Сезонна динаміка вмісту фотосинтетичних пігментів у строколистих форм *Berberis thunbergii* DC. Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія «Біологія». 2019. № 3 (77). С. 59–64. doi: 10.25128/2078-2357.19.3.8.
9. Коршиков І.І., Сулова О.П., Петрушкевич Ю.М. Деревні рослини в умовах промислових міст степу : монографія / за заг. ред. І.І. Коршикова. Одеса : Гельветика, 2020. 453 с.
10. Удосконалена схема фізико-географічного районування України / О.М. Маринич, О.Г. Пархоменко, О.М. Петренко, П.Г. Шищенко. *Український географічний журнал*. 2003. № 1. С. 16–20.
11. Метод клімадіаграм за Госсеном – Вальтером : практичний порадник / укл. О.І. Спірін. Харків : ХНАМГ, 2012. 38 с.
12. Морфолого-анатомічна характеристика *Berberis thunbergii* DC «Rose Glow» в умовах Півдня України / Н.Р. Павлова, В.М. Овсієнко, В.Ю. Рукасевиц, Н.І. Сушинська. *Чорноморський ботанічний журнал*. 2013. Вип. 9. № 4. С. 507–514.
13. Вивчення поліфенолів у листі барбарису Тунберга / Г.П. Смойловська, О.О. Малоюгіна, Т.В. Хортецька, О.К. Єренко. *Сучасні досягнення фармацевтичної науки в створенні та стандартизації лікарських засобів і дієтичних добавок, що містять компоненти природного походження* : матеріали VI Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., м. Харків, 12 квітня 2024 р. Харків : НФаУ, 2024. С. 168–169.
14. Оцінка життєздатності *Berberis thunbergii* DC. у Києві: фотосинтез і фітопатологія / О. Страшок, М. Землянська, О. Колесніченко, А. Сальнікова, О. Китаєв *Фітологічний журнал*. 2022. Том 14. С. 136–141. doi: 0.25081/jr.2022.v14.7409.
15. Сушинська Н.І. Історія інтродукції видів роду *Berberis* L. в Україні та перспективи використання їх в озелененні. *Інтродукція рослин*. 2006. № 2. С. 57–61.
16. Сушинська Н.І., Коршиков І.І. Вміст фотосинтетичних пігментів у листках різних форм *Berberis thunbergii* в умовах Херсонщини. *Чорноморський ботанічний журнал*. 2019. № 4. (15). С. 362–370.
17. Чепур С.С. Біометрія : методичний посібник / рец. А.Ф. Гамор. Ужгород : Говерла, 2015. 40 с.
18. Чипиляк Т.Ф., Зубровська О.М., Шоль Г.Н. Рослини в урботехногенному середовищі степової зони України. Київ : Талком, 2022. с. 390. ISBN 978-617-8016-73-9.
19. Поліхромні мікроландшафтні дендрокомпозиції в озелененні промислового регіону Правобережного степового Придніпров'я / Ю.С. Юхименко, Л.І. Бойко, І.І. Коршиков, О.В. Красноштан, Н.М. Данильчук, О.В. Лаптева. *Інтродукція рослин*. 2019. № 4. С. 67–74.
20. Якобчук О.М., Пархоменко Л.І. Використання в культурі та сучасний стан інтродукції східноазійських видів роду *Berberis* L. в умовах Правобережного Лісостепу України. *Інтродукція рослин*. 2013. № 1. С. 41–45.
21. Lubell J.D., Brand M.H., Lehrer J.M. AFLP identification of *Berberis thunbergii* cultivars, inter-specific hybrids, and their parental species. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*. 2008. № 83 (1). S. 55–63.

References:

1. Adamenko, T. I. (2014). Agroclimatic zoning of the territory of Ukraine taking into account climate change. Bila Tserkva: LLC "RIA" BLITZ, 16 p.
2. Gololobova, O.O., & Gololobov, V.V. (2024). Suchasni pidkhody do vykorystannia kultyvariv *Berberis thunbergii* dlia staloho landshaftnoho dizainu [Modern approaches to the use of *Berberis thunbergii* cultivars for sustainable landscape design]. *Liudyna i dovkillia. Pytannia neoekolohii*, 41, 112–122. [in Ukrainian].
3. Honcharenko, B.V. (2014). Dekoratyvno-lystiani vydy ta kultyvary rodu *Forsythia* Vahl. u dendrarii Natsionalnogo botanichnoho sadu im. M. M. Hryshka NAN Ukrainy [Decorative-deciduous species and cultivars of the genus *Forsythia* Vahl. in the arboretum of the M. M. Hryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine]. *Introduktsiia roslyn*, 1, 79–83.
4. Dendroflora Ukrainy. Dykorosli y kultyvovani dereva i kushchi. Pokrytonasinni. Chastyna I. Dovidnyk [Wild and cultivated trees and bushes. Cover crops. Part I. Dovidnyk]. Za red. M.A. Kokhna. Kyiv: Fitosotsiotsentr, 2002. 448 s. [in Ukrainian].

5. Zaimenko, N.V. (2015). Pro suchasnyi stan, problem I perspektyvy zberezhennia ta zbahachennia roslynnoho riznomanittia v botanichnykh sadakh I dendroparkakh Ukrainy [On the current state, problems and prospects of preserving and enriching plant diversity in botanical gardens and arboretums of Ukraine]. *Visnyk NAN Ukrainy*, 9, 33–38. [in Ukrainian].
6. Zubtsova, I.V. (2020). Populiatsiyni analiz likarskykh roslyn zaplav richok Krolevetsko-Hlukhivskoho heobotanichnoho raionu [Population analysis of medicinal plants in the floodplains of the rivers of the Krolevets-Hlukhiv geobotanical region]. *Dys. kand. biol. nauk. 03.00.05 – botanika*. Kyiv, 485 s. [in Ukrainian].
7. Zubtsova, I.V. (2023). Morfometrychni pokaznyky populiatsii *Saponaria officinalis* L. v umovakh rehionalnoho landshaftnoho parku “Seimskiy” (Sumska oblast, Ukraina) [Morphometric indicators of *Saponaria officinalis* L. populations in the conditions of the regional landscape park “Seimskiy” (Sumy region, Ukraine)]. *Ekolohichni nauky*, 1 (46), 119–124. [in Ukrainian].
8. Korshykov, I.I., & Sushynska, N.I. (2019). Sezonna dynamika vmistu fotosyntetychnykh pihmentiv u strokatolystykh form *Berberis thunbergii* DC. [Seasonal dynamics of the content of photosynthetic pigments in variegated forms of *Berberis thunbergii* DC.]. *Nauk. zap. Ternop. nats. ped. un-tu*. Ser. biol. № 3 (77). S. 59–64. doi: 10.25128/2078-2357.19.3.8. [in Ukrainian].
9. Korshykov, I.I., Suslova, O.P., & Petrushkevych, Yu.M. (2020). Derevni roslyny v umovakh promyslovykh mist stepu [Tree plants in the conditions of industrial cities of the steppe]. *monohrafiia za zah. red. I.I. Korshykova*. Odesa: Helvetyka, 453 s. [in Ukrainian].
10. Marynych, O.M., Parkhomenko, O.H., Petrenko, O.M., & Shyshchenko, P.H. (2003). Udoskonalena skhema fizyko-heohrafichnoho raionuvannia Ukrainy [Improved scheme of physical and geographical zoning of Ukraine]. *Ukrainskyi heohraf. zhurn* № 1. S. 16–20. [in Ukrainian].
11. Metod klimadiagram za Gossenom-Valterom: praktycnyi poradnyk (2012). Ukladach O.I. Spirin [Climadiagram metod by Gossen-Walter: practical guide]. Kharkiv. 38 p. [in Ukrainian].
12. Pavlova, N.R., Ovsienko, V.M., Rukasevych, V.Yu., & Sushynska, N.I. (2013). Morfoloho-anatomichna kharakterystyka *Berberis thunbergii* DC. ‘Rose Glow’ v umovakh pivdnia Ukrainy [Morphological and anatomical characteristics of *Berberis thunbergii* DC. ‘Rose Glow’ in the conditions of southern Ukraine]. *Chornomorsk. bot. zh.* Vypusk 9. № 4. S. 507–514. [in Ukrainian].
13. Smoilovska, H.P., Maliuhina, O.O., Khortetska, T.V., & Yerenko, O.K. (2024). Vyvchennia polifenoliv u lysti barbarysu Tunberha [Study of polyphenols in the leaves of barberry Thunberg]. *Suchasni dosiahnennia farmatsevtichnoi nauky v stvorenni ta standartyzatsii likarskykh zasobiv i diietychnykh dobavok, shcho mistiat komponenty pryrodnoho pokhodzhennia* : materialy VI Mizhnar. nauk.-prakt. internet-konf. (m. Kharkiv, 12 kvitnia 2024 r.). Kh. : NFaU, S. 168–169 [in Ukrainian].
14. Strashok, O., Zemianska, M., Kolesnichenko, O., Salmikova, A., & Kytaiev, O. (2022). Otsinka zhyttiezdatnosti *Berberis thunbergii* DC. u Kyievi [Assessment of viability of *Berberis thunbergii* DC. in Kyiv: Photosynthesis and phytopathology]. *Fitolohichniy zhurnal*. T. 14. S. 136–141. [in Ukrainian].
15. Sushynska, N.I. [2006]. Istoriia introduktsii vydiv rodu *Berberis* L. v Ukraini ta perspektyvy vykorystannia yikh v ozelenenni [History of the introduction of species of the genus *Berberis* L. in Ukraine and prospects for their use in landscaping]. *Introduktsiia roslyn*, 2, 57–61. [in Ukrainian].
16. Sushynska, N.I., & Korshykov, I.I. (2019). Vmist fotosyntetychnykh pihmentiv u lystkakh riznykh form *Berberis thunbergii* v umovakh Khersonshchyny [The content of photosynthetic pigments in the leaves of different forms of *Berberis thunbergii* in the conditions of the Kherson region]. *Chornomorsk. bot. zh.* № 4. (15). S. 362–370. [in Ukrainian].
17. Chepur, S. S. (2015). Biometriia : metod. posib. [Biometrics: methodological manual]. Rets. : A.F. Hamor. Uzhhorod : Hoverla. 40 s. [in Ukrainian].
18. Chypyliak, T.F., Zubrovska, O.M., & Shol, H.N. (2022). Roslyny v urbotekhnohennomu seredovyshchi stepovoi zony Ukrainy [Plants in the urban-technogenic environment of the steppe zone of Ukraine]. K.: Talkom, 390 s. [in Ukrainian].
19. Yukhimenko, Yu.S., Boyko, L.I., Korshykov, I.I., Krasnoshtan, O.V., Danylchuk, N.M., & Lapteva, O.V. (2019). Polikhromni mikrolandshaftni dendrokompozytsii v ozelenenni promyslovoho rehionu Pravoberezhnoho stepovoho Prydniprovyia [Polychrome microlandscape dendrocompositions in landscaping the industrial region of the Right-bank steppe Dnieper region]. *Introduktsiia Roslyn*, 4, 67–74. [in Ukrainian].
20. Yakobchuk, O.M., & Parkhomenko, L.I. (2013). Vykorystannia v kulturi ta suchasnyi stan introduktsii skhidnoaziyskykh vydiv rodu *Berberis* L. v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Use in culture and current status of introduction of East Asian species of the genus *Berberis* L. in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Introduktsiia roslyn*, 1, 41–45 [in Ukrainian].
21. Lubell, J.D., Brand, M.H., & Lehrer, J.M. (2008). AFLP identification of *Berberis thunbergii* cultivars, interspecific hybrids, and their parental species. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 83 (1), 55–63.

Екологія

УДК 630*2:502.131.1:338.242.2(477)(4-672)
DOI <https://doi.org/10.32782/NSER/2024-6.12>

СТАЛИЙ РОЗВИТОК ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ В КОНТЕКСТІ ПОЛІТИКИ ЄС: ПРИРОДООРІЄНТОВАНЕ ЛІСНИЦТВО, БІОМАСА ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗЕЛЕНОЇ РЕКОНСТРУКЦІЇ

Бондар Олександр Богданович

кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри екології та охорони здоров'я
Західноукраїнського національного університету
ORCID ID: 0000-0002-3448-8943

Погорєлова Оксана Мирославівна

кандидат біологічних наук,
доцент кафедри екології та охорони здоров'я
Західноукраїнського національного університету
ORCID ID: 0000-0002-6839-2253

Гливік Неля Богданівна

кандидат біологічних наук,
доцент кафедри медичної біології
Тернопільського національного медичного університету
ORCID ID: 0000-0002-8568-088X

У статті розглядаються сучасні підходи до управління лісовим господарством в Україні та у країнах Європейського Союзу. Особлива увага приділяється аналізу принципів наближеного до природи лісівництва (НПЛ) та їх впливу на забезпечення стійкості лісових екосистем. Основні акценти зроблено на результатах круглого столу «Деревина у відбудові та розвитку України», організованого FSC®, який став платформою для обговорення ролі деревини у зеленій відбудові країни. Зазначено, що, попри великий потенціал, лісове господарство України стикається з низкою викликів, таких як деградація лісів, значна частка санітарних рубок (60%) та низька частка ділової деревини (49%).

Європейський досвід свідчить про успішність інтеграційного підходу до управління лісами, що поєднує екологічні й економічні цілі. Основні принципи НПЛ, зокрема підтримання різноманітності лісових структур, використання місцевих деревних порід та збереження природних середовищ, сприяють сталому розвитку галузі. Такі стратегії ЄС, як EU Forest Strategy for 2030 та EU Biodiversity Strategy for 2030, можуть бути корисними прикладами для імплементації в Україні, сприяючи збереженню біорізноманіття та адаптації до змін клімату.

На VI Форумі Української лісової платформи обговорювали роль лісової біомаси як стратегічного ресурсу для енергетики та інших галузей. Учасники наголошували на необхідності цифровізації процесів лісовпорядкування, удосконалення моніторингу та гармонізації українського законодавства із нормами ЄС. Планується організація навчальних візитів до Латвії та інших країн, щоб українські фахівці могли перейняти передовий досвід управління лісовими ресурсами.

Результати дослідження показують, що для сталого розвитку лісової галузі Україні необхідно впроваджувати європейські практики, підвищувати ефективність використання лісових ресурсів і розвивати міжнародне співробітництво. У статті подано рекомендації щодо збереження біорізноманіття, зменшення незаконних рубок і вдосконалення системи управління лісами.

Ключові слова: лісове господарство, наближене до природи лісівництво (НПЛ), біорізноманіття, лісова біомаса, стійкість лісових екосистем, зелене відновлення, FSC, циркулярна економіка, реформи лісової галузі, міжнародна підтримка, законодавство ЄС, моніторинг лісів, сталий розвиток.

Bondar O. B., Pohorielova O. M., Hlyvka N. B. Sustainable development of Ukraine's forestry in the context of EU policy: nature-oriented forestry, biomass, and prospects for green reconstruction

Sustainable Development of Ukraine's Forestry in the Context of EU Policy: Nature-Oriented Forestry, Biomass, and Prospects for Green Reconstruction

The article explores modern approaches to forest management in Ukraine and the European Union. Particular attention is paid to analyzing the principles of closer-to-nature forestry (CNF) and their impact on ensuring the sustainability of forest ecosystems. The focus is on the results of the roundtable discussion "Wood in Ukraine's Reconstruction and Development", organized by FSC®, which served as a platform for discussing the role of wood in Ukraine's green reconstruction. It is noted that despite its significant potential, Ukraine's forestry sector faces a number of challenges, including forest degradation, a high share of sanitary logging (60%), and a low share of commercial timber (49%).

European experience demonstrates the effectiveness of an integrated approach to forest management that combines ecological and economic objectives. The key principles of CNF, such as maintaining diverse forest structures, using local tree species, and preserving natural habitats, contribute to the sustainable development of the sector. EU strategies such as the EU Forest Strategy for 2030 and the EU Biodiversity Strategy for 2030 can serve as useful models for implementation in Ukraine, supporting biodiversity conservation and adaptation to climate change.

At the VI Forum of the Ukrainian Forest Platform, the role of forest biomass as a strategic resource for energy and other sectors was discussed. Participants emphasized the need to digitize forest management processes, improve monitoring, and harmonize Ukrainian legislation with EU standards. Plans include organizing study visits to Latvia and other countries, enabling Ukrainian specialists to adopt best practices in forest resource management.

The research findings indicate that to ensure the sustainable development of its forestry sector, Ukraine must adopt European practices, improve the efficiency of resource use, and enhance international cooperation. The article provides recommendations for biodiversity conservation, reducing illegal logging, and improving forest management systems.

Key words: *forestry, closer-to-nature forestry (CNF), biodiversity, forest biomass, forest ecosystem sustainability, green reconstruction, FSC, circular economy, forestry reforms, international support, EU legislation, forest monitoring, sustainable development.*

Актуальність і проблематика. Світ сьогодні стикається з серйозними викликами, пов'язаними зі змінами клімату, деградацією лісів та необхідністю забезпечення сталого розвитку. Україна, яка перебуває на етапі відновлення після значних руйнувань, потребує інноваційних підходів до управління природними ресурсами. Одним із важливих напрямів є впровадження стійкого лісового господарства, що сприятиме збереженню біорізноманіття та адаптації до змін клімату [9].

На особливу увагу заслуговує концепція лісівництва, наближеного до природи. Вона дає змогу зберігати природні екосистеми, раціонально використовувати лісові ресурси й ефективно управляти лісовою біомасою. Проте для реалізації цього підходу в Україні необхідна його адаптація з урахуванням сучасних умов, зокрема в контексті зеленої відбудови та переходу до циркулярної економіки.

Крім того, критично важливим є налагодження ефективного діалогу між усіма зацікавленими сторонами – представниками влади, науковими колами, бізнесом, міжнародними організаціями та громадськістю. Це дасть змогу створити дієву лісову політику, яка відповідатиме сучасним викликам і стане рушієм сталого розвитку країни [9].

Ці актуальні питання були обговорені під час круглого столу «Деревина у відбудові та розвитку

України» та VI Форуму Української лісової платформи, де були окреслені можливі шляхи їх вирішення у сучасних реаліях.

Огляд останніх досліджень та публікацій, на яких ґрунтується авторський підхід, із визначенням невирішених аспектів проблеми. Однією з основних загроз для економіки лісової галузі є значне руйнування лісових ресурсів, спричинене активними бойовими діями в Україні [12]. Крім цього, актуальною є проблема незаконної вирубки лісів, яку можна вирішити шляхом посилення громадського контролю та участі громадськості [7, 8].

Український лісовий сектор має значний потенціал для розвитку, проте його реалізація залежить від активної підтримки Європейського Союзу у процесі відновлення постраждалих регіонів [1, 9]. Ці території після завершення війни можуть стати стратегічно важливими як для експорту деревини, так і для створення комплексних механізмів екологічного й економічного відновлення сільськогосподарських земель на рівні держави та об'єднаних громад.

Світові дослідження значною мірою присвячені питанням стійкого управління лісовими ресурсами та їх відновлення. У численних роботах висвітлюється концепція наближеного до природи лісівництва, що зосереджена на збереженні біорізноманіття, мінімізації екологічних ризиків

і адаптації лісів до кліматичних змін [2, 6, 10]. Окремо розглядаються європейські практики сталого лісокористування, впровадження біорізноманіття у лісову діяльність та інтеграції лісової біомаси в циркулярну економіку.

Зокрема, дослідження Forest Stewardship Council® (FSC®) підкреслюють важливість відповідального управління лісами, яке сприяє розвитку зеленої економіки та запобігає виснаженню природних ресурсів [3, 11]. Аналогічно WWF-Україна звертає увагу на важливість збереження екосистемних послуг, які забезпечують ліси, та їхній внесок у кліматичну адаптацію.

Попри це, є кілька аспектів, які залишаються недостатньо дослідженими:

1) адаптація міжнародного досвіду до українських умов. Хоча європейські підходи є ефективними, їх інтеграція в Україні ускладнена через законодавчі, економічні та соціальні відмінності;

2) роль лісової біомаси в циркулярній економіці. Механізми раціонального використання деревної біомаси для енергетичних потреб і зеленої реконструкції досі мало вивчені;

3) співпраця між зацікавленими сторонами. Нестача налагодженого діалогу між владою, бізнесом, наукою та громадськістю уповільнює процес розробки та реалізації ефективної лісової політики;

4) моніторинг результатів. Необхідні сучасні методики для оцінювання впливу наближеного до природи лісівництва на екосистеми, а також ефективності впроваджених заходів.

У статті розглядаються ці питання, пропонуються практичні рекомендації для їх вирішення та аналізуються висновки, зроблені під час круглих столів і форумів, які стали важливими платформами для формування нових підходів до управління лісами в Україні.

Метою статті є дослідження сучасних підходів до управління лісовим господарством в Україні, зокрема аналіз концепції наближеного до природи лісівництва та оцінка можливостей використання лісової біомаси в рамках циркулярної економіки для сприяння екологічно орієнтованій відбудові країни. Основний акцент робиться на виявленні ключових викликів, які виникають при адаптації європейських практик до українських умов, а також на пошуку шляхів поліпшення взаємодії між владними структурами, науковими установами, бізнесом і громадськістю з метою розробки ефективної лісової політики.

Крім того, стаття спрямована на обґрунтування необхідності створення сучасних методик моніторингу та оцінки заходів у сфері лісівництва. Ці методики мають забезпечити точне оцінювання результатів впроваджених рішень і їхнього впливу на природні екосистеми. У роботі також запропоновано рекомендації, спрямовані на подолання

окреслених проблем, що сприятиме сталому розвитку лісового сектору України.

Виклад основного матеріалу дослідження. 23 липня 2024 року відбувся круглий стіл серії «Деревина у відбудові та розвитку України: державна політика, регулювання та цілі зеленого відновлення». Захід об'єднав широке коло учасників, серед яких були представники державних органів, наукових установ, неурядових організацій, міжнародних донорів, девелоперів та архітекторів. Організатором заходу виступила міжнародна некомерційна організація Forest Stewardship Council® (FSC®), яка активно працює над впровадженням відповідального управління лісами в всьому світі. Метою круглого столу було обговорення можливостей використання деревини у процесах зеленої відбудови та сталого розвитку України в умовах сучасних викликів.

FSC® активно підтримує розвиток зеленої та циркулярної економіки, сприяючи процесам екологічного відновлення. Серед основних спікерів заходу були: кандидат сільськогосподарських наук і дослідник УкрНДІЛГА, директор «FSC Україна» Павло Кравець (рис. 1), спеціаліст з економічного відновлення та сталого розвитку Брайан Мілаковський (рис. 2).

Учасники заходу спільно обговорювали можливості ефективного використання деревини для відбудови України за допомогою об'єднання зусиль представників різних галузей і сфер діяльності.

Порівняння ключових показників лісового господарства Польщі та України демонструє суттєві відмінності в підходах до управління лісовими ресурсами. Це зумовлено різними екологічними, економічними та соціальними факторами обох країн. Розглянемо основні висновки.

Польща має запаси деревини у розмірі 2,73 млрд м³, тоді як в Україні цей показник становить 2,28 млрд м³. Незважаючи на меншу площу, Польща демонструє кращий результат, що може свідчити про ефективніше використання та управління лісовими ресурсами.

У 2021 році Польща заготовила 42,2 млн м³ деревини, що майже удвічі більше, ніж в Україні (17,65 млн м³). Ця різниця вказує на вищий рівень інтенсивності лісокористування в Польщі, стабільний ринок деревини та продуктивніше управління галуззю (табл. 1).

Частка рубок головного користування в Польщі становить 75%, тоді як в Україні цей показник значно нижчий – 40%. Польща більше орієнтована на планове використання лісів для економічних цілей, тоді як в Україні більшу частку займають рубки санітарного характеру.

В Україні частка санітарних рубок сягає 60%, тоді як у Польщі – лише 25%. Це свідчить про значну деградацію лісів в Україні через шкідників,



Рис. 1. Павло Кравець, директор FSC Україна, кандидат сільськогосподарських наук та науковець УкрНДІЛГА [3]



Рис. 2. Брайн Мілаковський, експерт із питань економічного відновлення та сталого розвитку [3]

Таблиця 1

Порівняння показників лісового господарства Польщі та України [9]

Показники	Польща	Україна
Запаси деревини, млрд м ³	2,73	2,28
Обсяг заготівлі деревини у 2021 р., млн м ³	42,2	17,65
Частка рубок головного користування в заготівлі деревини, %	75,0	40,0
Частка санітарних рубок в заготівлі деревини, %	25,0	60,0
Частка ділової деревини в заготівлі ліквідної деревини у 2021 р., %	88,0	49,0
Частка паливної деревини в заготівлі ліквідної деревини у 2021 р., %	12,0	51,0
Обсяг заготовленої ділової деревини у 2021 р., млн м ³	37,1	8,18

хвороби чи інші чинники, які вимагають масштабного очищення лісів.

У Польщі 88% ліквідної деревини є діловою, в той час як в Україні цей показник становить лише 49%. Польща демонструє високий рівень ефективності рубок та якість лісової продукції, тоді як в Україні переважає деревина нижчої якості.

Частка паливної деревини в Україні значно перевищує польський показник – 51% проти 12%. Це вказує на орієнтованість України на викорис-

тання деревини як палива, що може бути викликано енергетичною кризою чи нестачею інфраструктури для переробки ділової деревини.

Обсяг заготовленої ділової деревини в Польщі у 2021 році становив 37,1 млн м³, що майже у п'ять разів більше, ніж в Україні (8,18 млн м³). Це вказує на вищу продуктивність і кращу організацію роботи лісового господарства Польщі.

Україна має значний потенціал для розвитку лісового господарства, але її показники свід-

чать про серйозні проблеми, зокрема деградацію лісів, низьку ефективність використання ресурсів та високий відсоток санітарних рубок. Польща, навпаки, демонструє сталість і ефективність у лісокористуванні. Для України важливо впровадити сучасні технології, адаптувати європейські практики та зосередитись на відновленні лісів, що забезпечить сталий розвиток галузі.

Серед основних спікерів заходу був професор Національного лісотехнічного університету України Орест Кійко. Він акцентував увагу на необхідності розвитку багатоповерхового дерев'яного будівництва та розширення виробництва меблів. Професор підкреслив, що використання деревини як відновлюваного ресурсу сприятиме відновленню житлового фонду, створенню нових робочих місць і забезпеченню стабільного економічного зростання. Крім того, Орест Кійко запропонував ініціювати створення ради лісового сектору при Кабінеті Міністрів України, посилаючись на успішний досвід функціонування подібної структури при Львівській обласній адміністрації.

Під час круглого столу розглянули ключові теми, включаючи державну політику у сфері лісового господарства, шляхи досягнення цілей зеленого відновлення та значення сертифікації FSC у цих процесах. Учасники активно обмінювалися думками, ділилися досвідом і визначили конкретні рекомендації для подальших дій.

10 липня 2024 року за ініціативи громадської спілки «Всесвітній фонд природи «Україна» (WWF-Україна) відбувся VI Форум Української лісової платформи, який отримав назву «Основи сталого використання лісових ресурсів: наближене до природи лісівництво та лісова біомаса».

Захід був організований для створення платформи, що забезпечує конструктивний діалог між владою, громадськістю, науковцями, бізнесом і міжнародними організаціями щодо формування майбутньої лісової політики України.

У форумі взяли участь близько 100 осіб, серед яких були представники Комітету Верховної Ради України з екологічної політики, Держлісагентства, ДП «Ліси України», національних природних парків і наукових організацій.

Перелічимо ключові теми форуму.

1. Впровадження принципів наближеного до природи лісівництва (НПЛ) в Європейському Союзі.

2. Роль НПЛ у відновленні та збереженні біорізноманіття.

3. Оцінка стану використання лісової та деревної біомаси в Україні.

4. Сталий підхід до використання біомаси відповідно до вимог Директиви REDIII.

До участі в обговореннях запросили представників державних установ, громадських організацій, бізнесу, науки, міжнародних інституцій та медіа, а також усіх зацікавлених у реформуванні лісової галузі України.

Українська лісова платформа є незалежним багатостороннім форумом, спрямованим на формування спільних підходів і цілей для розробки майбутньої лісової політики. Додаткову інформацію про платформу та її попередні форуми можна знайти на офіційному ресурсі організації.

Проведення заходу підкреслило значущість лісової біомаси як стратегічного ресурсу для енергетики та інших секторів економіки України. Для подальшого розвитку цього напрямку необхідне впровадження сучасних методів, таких як



Рисунок 3. Виступ професора НЛТУ України Ореста Кійка [4]

наближене до природи лісівництво, а також налагодження ефективного міжсекторного діалогу.

Форум став важливим етапом у формуванні сталої лісової політики України з урахуванням актуальних екологічних викликів. Основні європейські документи, які визначають принципи НПЛ, спрямовані на збереження біорізноманіття та підвищення стійкості лісів до кліматичних змін.

Ключові документи

1. EU Forest Strategy for 2030 (2021) – спрямовує на впровадження сталих лісових практик, зокрема НПЛ, для підтримки біорізноманіття та адаптації до змін клімату.

2. EU Biodiversity Strategy for 2030 (2020) – акцентує увагу на використанні НПЛ для захисту та відновлення лісів у Європі.

3. EU Guidelines on Closer-to-Nature Forest Management (2023) – містить принципи та приклади впровадження НПЛ на різних рівнях лісового управління.

Що стосується лісоуправління в Європейському Союзі, то протягом останніх десятиліть відзначається збільшення площ лісів, що нерідко пов'язано зі створенням штучних монокультур. Проте такі ліси негативно впливають на біорізноманіття. Багатовидові ліси мають значно більшу стійкість, функціональну різноманітність і здатність до адаптації. Держави ЄС активно застосовують підходи, наближені до природних, для підготовки лісів до змін клімату та поліпшення їхніх адаптаційних властивостей.

Крім того, спостерігається тенденція до виключення окремих лісових ділянок з експлуатації шляхом створення заповідників або місць із суворим охоронним режимом. Нові стратегії ЄС також наголошують на необхідності розвитку ланцюгів доданої вартості недеревної лісової продукції та впровадження механізмів оплати екосистемних послуг.

У країнах ЄС у сфері лісового господарства застосовуються два основних підходи до управління лісами.

Розподільчий підхід передбачає виділення окремих зон для природоохоронних цілей, таких як резервати, де втручання людини зведене до мінімуму або повністю виключене, а також території для активного лісокористування.

Інтеграційний підхід спрямований на збереження біорізноманіття у процесі ведення лісового господарства із зосередженням на вирощуванні високопродуктивних насаджень. Цей метод є найпоширенішим серед країн Євросоюзу.

Основні принципи управління лісами в ЄС:

- 1) використання поодиноких і групових методів рубки;
- 2) сприяння природному відновленню лісів;
- 3) створення змішаних насаджень і різновікових деревостанів;
- 4) застосування місцевих видів дерев;

5) збереження старих дерев та важливих природних осередків;

6) організація добровільних «резерватів», де ліси розвиваються природно та без втручання людини;

7) відновлення водно-болотних угідь і поступова відмова від пестицидів.

Концепція наближеного до природи лісівництва (НПЛ) орієнтована на підтримку багатофункціональності лісів, зокрема їхньої здатності забезпечувати різні екосистемні послуги, такі як виробництво деревини, охорона біорізноманіття, захист водно-болотних екосистем та поглинання вуглецю. Для реалізації цих цілей важливо зміцнити екологічну складову частину лісового управління та забезпечити стабільність лісових екосистем.

Цей підхід розглядає ліси як складні екосистеми, що включають взаємодію різноманітних організмів (рослин, тварин, грибів, одноклітинних організмів) із неживими елементами середовища. Для підтримки біорізноманіття необхідно створювати структури лісів, що включають різні стадії розвитку, забезпечуючи різноманітні умови для існування численних видів.

Підходи НПЛ у різних регіонах Європи

1. *Північно-Східна Європа*: використовується метод імітації природних впливів і збереження природних структур лісів.

2. *Центральна та Східна Європа*: НПЛ реалізується за принципами Pro Silva, що передбачає поєднання ринкових та неринкових цілей.

3. *Західна Європа*: застосовується підхід постійного лісового покриву (Continuous Cover Forestry, CCF), орієнтований на підтримання стійкості лісових екосистем.

Основні принципи НПЛ

1. Вивчення природних процесів і створення умов для їх природного розвитку.

2. Підтримання різноманітності лісових структур.

3. Інтеграція екосистемних функцій лісів на різних просторових рівнях.

4. Використання моделей природних порушень у лісогосподарських системах.

5. Застосування методів заготівлі деревини з мінімальним впливом на довкілля.

Тема розвитку лісового господарства України стала центральною під час зустрічі заступника Міністра захисту довкілля та природних ресурсів України Олександра Семеня з представниками Представництва ЄС в Україні та Проекту ЄС «Інституційна та політична реформа дрібномасштабного сільського господарства в Україні».

На зустрічі обговорили прогрес у реформуванні лісового господарства України, заходи з гармонізації українського законодавства зі стандартами ЄС, а також питання подальшої технічної підтримки.

Основні аспекти, висвітлені під час обговорення

1. *Імплементация Регламенту ЄС 2023/1115*: документ регулює торгівлю товарами, пов'язаними зі знелісненням і деградацією лісів, на ринку ЄС. Він спрямований на зменшення незаконних рубок і поліпшення системи відстеження походження деревини.

2. *Розробка нових проєктів за підтримки ФАО*, зокрема цифровізація процесів лісовпорядкування.

3. *Експертна допомога проєкту ЄС*: спільна розробка законодавчих ініціатив, таких як законопроекти «Про торгівлю товарами, що можуть призвести до знеліснення та деградації лісів», «Про залучення інвестицій у лісорозведення», а також створення методики моніторингу лісів.

Сторони домовились організувати навчальний візит до Латвії, щоб українські фахівці могли ознайомитися з досвідом моніторингу, контролю та управління лісовими ресурсами, перейнявши кращі практики.

Олександр Семенець наголосив, що Україна перебуває на фінальному етапі реформування лісового господарства. Підтримка міжнародних партнерів значно сприятиме впровадженню європейських стандартів управління лісами та стане важливим кроком до інтеграції України в ЄС.

Висновки

1. Порівняння України та Польщі показує суттєві відмінності в підходах до управління лісовими ресурсами. У Польщі частка ділової деревини становить 88%, тоді як в Україні – лише 49%, що свідчить про вищу ефективність польських лісгосподарських практик. Для підвищення ефективності Україна повинна впроваджувати сучасні методи управління та переробки деревини.

2. Наближене до природи лісівництво забезпечує сталість екосистем, зокрема їхню здатність поглинати вуглець та зберігати біорізноманіття. Європейські підходи, такі як принципи Pro Silva і постійного лісового покриву (CCF), демонструють високу ефективність. Для України важливо адаптувати ці підходи з огляду на місцеві екологічні умови.

3. Реформування лісового господарства України перебуває на завершальному етапі, але потребує подальшої технічної підтримки. У рамках співпраці з ЄС впроваджуються регламенти, такі як ЄС 2023/1115, та нові проєкти, включаючи цифровізацію лісовпорядкування. Навчальні візити до країн ЄС дадуть можливість українським фахівцям перейняти найкращі практики управління лісами.

Література:

- Бондар О.Б., Мельник Є.Є., Чернишенко О.Я. Синергія ризиків та перспектив: аналіз круглого столу та форуму щодо лісів України в контексті ЄС. *Екологічні науки*. 2023. № 2 (53), С. 209–214.
- Деревина у відбудові та розвитку України: державна політика, регулювання та цілі зеленого відновлення : круглий стіл. URL: <https://greenpost.ua/announcements/kruglyj-stil-derevyna-u-vidbudovi-ta-rozvytku-ukrayiny-derzhavna-polityka-regulyuvannya-ta-tsili-i72611>.
- Деревина у відбудові та розвитку України: державна політика, регулювання та цілі зеленого відновлення в Укрінформі : круглий стіл. URL: <https://photonew.ukrinform.com/stock-photo/quotkruglyy-stilquot-na-temu-quotderevyna-u-vidbudovi-ta-rozvytku-ukrainy-derzhavna-polityka-regulyuvannya-ta-cili-zelenogo-vidnovlennyaquot-v-ukrinformi-164618.html>.
- Ліси для всіх і назавжди: деревина у відбудові та розвитку України. URL: <https://nltu.edu.ua/index.php/novyny/lisy-dlia-vsikh-i-nazavzhdy-derevyna-u-vidbudovi-ta-rozvytku-ukrainy>.
- Лицур І.М., Карпук А.І. Механізм фіскального регулювання лісгосподарювання. *Економіка природокористування і сталий розвиток*. 2018. № 1–2 (20–21). С. 67–72.
- Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України URL: <https://mepr.gov.ua/ukrayina-poglyblyuye-spirvpratsyu-z-yes-dlya-stalogo-rozvytku-lisovogo-gospodarstva/>.
- Павліщук О.П., Кравець П.В. Стратегічні пріоритети лісового господарства України в контексті «зеленої» економіки. *Економічний простір*. 2015. № 103. С. 227–238.
- Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року : Закон України від 28.02.2019 р. № 2697-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19> (дата звернення: 01.01.2020).
- Сошенський О.М. Підходи наближеного до природи лісівництва в ЄС та перспективи впровадження таких підходів в Україні : доповідь на VI Форумі Української лісової платформи «Основи сталого використання лісових ресурсів: наближене до природи лісівництво та лісова біомаса». 10 липня 2024 р. URL: <https://specials.wwf.ua/forest-platform/forum-vi>.
- Основи сталого використання лісових ресурсів: наближене до природи лісівництво та лісова біомаса : форум. URL: <https://uriffm.org.ua/uk/news/620>.
- Фурдичко О.І., Яремко О.П. Нові аспекти лісівництва щодо лісгосподарського виробництва на прикладі економічного регіону Поділля. *Збалансоване природокористування*. 2019. № 3. С. 5–15. <https://doi.org/10.33730/2310&4678.3.2019.185878>.
- Шершун М.Х., Касюхнич В.Ю. Економічна складова розвитку лісової галузі в умовах воєнного стану. *Збалансоване природокористування*. 2023. № 1. С. 45–52.

References:

1. Bondar, O.B., & Melnyk, Ye.Ie., Chernyshenko, O.Ia. Synerhiia ryzykiv ta perspektyv: analiz kruhloho stolu ta forumu shchodo lisiv Ukrainy v konteksti Yes [Synergy of risks and prospects: analysis of the round table and forum on forests of Ukraine in the context of the EU]. *Ekolohichni nauky*, 2 (53), s. 209–214. [in Ukrainian].
2. Kruhlyi stil “Derevyna u vidbudovi ta rozvytku Ukrainy: derzhavna polityka, rehuliuвання ta tsili zelenoho vidnovlennia” [Round table “Wood in the reconstruction and development of Ukraine: state policy, regulation and goals of green recovery”]. Retrieved from: <https://greenpost.ua/announcements/kruglyj-stil-derevyna-u-vidbudovi-ta-rozvytku-ukrayiny-derzhavna-polityka-regulyuvannya-ta-tsili-i72611> [in Ukrainian].
3. “Kruhlyi stil” na temu: “Derevyna u vidbudovi ta rozvytku Ukrainy: derzhavna polityka, rehuliuвання ta tsili zelenoho vidnovlennia” v Ukrinformi [“Round table on “Wood in the reconstruction and development of Ukraine: state policy, regulation and goals of green recovery” in Ukrinform]. Retrieved from: <https://photonew.ukrinform.com/stock-photo/quotkruglyi-stilquot-na-temu-quotderevyna-u-vidbudovi-ta-rozvytku-ukrayiny-derzhavna-polityka-regulyuvannya-ta-tsili-zelenoho-vidnovlenniaquot-v-ukrinformi-164618.html>.
4. Lisy dlya vsikh i nazavzhdy: derevyna u vidbudovi ta rozvytku Ukrainy [Forests for all and forever: wood in the reconstruction and development of Ukraine]. Retrieved from: <https://nltu.edu.ua/index.php/novyny/lisy-dlya-vsikh-i-nazavzhdy-derevyna-u-vidbudovi-ta-rozvytku-ukrainy>.
5. Lytsur, I.M., & Karpuk, A.I. (2018). Mekhanizm fiskal'noho rehuliuвання lisohospodaryuvannya [Mechanism of fiscal regulation of forest management]. *Ekonomika pryrodokorystuvannya i stalyy rozvytok*, № 1-2 (20-21). s. 67–72. Kyiv: DU IEPSR NAN Ukrainy [in Ukrainian].
6. Ministerstvo zakhystu dovkillia ta pryrodnykh resursiv Ukrainy [Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine]. Retrieved from <https://mepr.gov.ua/ukrayina-poglyblyuye-spivpratsyu-z-yes-dlya-stalogo-rozvytku-lisovogo-gospodarstva/> [in Ukrainian].
7. Pavlishchuk, O. P., & Kravets, P. V. (2015). Stratehichni priorytety lisovoho gospodarstva Ukrainy v konteksti “zelenoyi” ekonomiky [Strategic priorities of forestry in Ukraine in the context of the "green" economy]. *Ekonomichnyy prostir*. 103, s. 227–238. [in Ukrainian].
8. Pro Osnovni zasady (stratehiyu) derzhavnoyi ekolohichnoyi polityky Ukrainy na period do 2030 roku: Zakon Ukrainy vid 28.02.2019 r. № 2697-VIII [On the Basic Principles (Strategy) of the State Environmental Policy of Ukraine for the Period up to 2030: Law of Ukraine of 28.02.2019 No. 2697-VIII]. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19> (дата звернення: 01.01.2020). [in Ukrainian].
9. Soshenskyy, O.M. (2024). Pidkhody nablyzhenoho do pryrody lisivnytstva v YES ta perspektyvy vprovadzhennia takykh pidkhodiv v Ukraini (dopovid) [Approaches to close-to-nature forestry in the EU and prospects for the implementation of such approaches in Ukraine (report)]. VI Forum “Ukrayins'koyi lisovoyi platform” – “Osnovy staloho vykorystannya lisovykh resursiv: nablyzhene do pryrody lisivnytstvo ta lisova biomasa” 10 lypnya 2024 r. Retrieved from: <https://specials.wwf.ua/forest-platform/forum-vi> [in Ukrainian].
10. Forum “Osnovy staloho vykorystannya lisovykh resursiv: nablyzhene do pryrody lisivnytstvo ta lisova biomasa” [Forum “Fundamentals of sustainable use of forest resources: close to nature forestry and forest biomass”]. Retrieved from <https://uriffm.org.ua/uk/news/620> [in Ukrainian].
11. Furdychko, O.I., & Yaremko, O.P. (2019). Novi aspekty lisivnytstva shchodo lisohospodars'koho vyrobnytstva na przykladi ekonomichnoho rehionu “Podillya”. [New aspects of forestry in relation to forestry production on the example of the economic region “Podillia”]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannya*, 3, s. 5–15. <https://doi.org/10.33730/2310&4678.3.2019.185878> [in Ukrainian].
12. Shershun, M.KH., & Kasyukhnych, V.YU. (2023). Ekonomichna skladova rozvytku lisovoyi haluzi v umovakh voyennoho stanu [The economic component of the development of the forest industry in the conditions of martial law]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannya*, 1, s. 45–52 [in Ukrainian].

УДК 574.3+581.526.53

DOI <https://doi.org/10.32782/NSER/2024-6.13>

ОНТОГЕНЕТИЧНА СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦІЙ *TRIFOLIUM MONTANUM* L. ТА *STIPA CAPILLATA* L. В ПРИРОДНОМУ ЗАПОВІДНИКУ «МИХАЙЛІВСЬКА ЦІЛИНА»

Коплик Яна Віталіївна

аспірантка кафедри екології та ботаніки
Сумського національного аграрного університету
ORCID ID: 0000-0001-6268-5429

Некрасова Катерина Олександрівна

аспірантка кафедри екології та ботаніки
Сумського національного аграрного університету
ORCID ID: 0000-0002-4799-9806

У статті дано оцінку онтогенетичної структури популяцій *Trifolium montanum* L. та *Stipa capillata* L. природного заповідника «Михайлівська цілина». Обґрунтовано актуальність і значення популяційних досліджень для охорони та збереження лучно-степових видів рослин. Охарактеризовано територію природного заповідника «Михайлівська цілина» та його рослинність. Описано методику встановлення онтогенетичної структури досліджуваних видів.

Дослідженням було охоплено три популяції *Trifolium montanum* L. та три популяції *Stipa capillata* L., які зростали на території природного заповідника «Михайлівська цілина» у складі різних рослинних угруповань. Зазначено про наявні відмінності між режимом користування та загрози для популяцій видів, які досліджуються.

Встановлено, що для популяцій *Trifolium montanum* L. в умовах фітоценозів природного заповідника «Михайлівська цілина» характерними є неповнота онтогенетичних спектрів та їх центрованість. Неповні онтогенетичні спектри у всіх досліджуваних популяціях насамперед пов'язані з відсутністю проростків та віргінільних рослин. У складі деяких популяцій також були відсутні іматурні та пост-генеративні особини. У всіх популяцій виду відмічалися високі індекси віковості, що свідчить про переважання деградаційних процесів. Особливо це характерно для популяції, яка зростала на новій території заповідника, де не відбувається сінокошення.

Для всіх досліджених популяцій *Stipa capillata* L., як і у випадку *Trifolium montanum* L., характерні неповні онтогенетичні спектри. У всіх трьох досліджених популяціях відсутні проростки та сеньльні рослини. Лише для однієї популяції характерна наявність субсеньльних та відсутність ювенільних рослин, що не є характерним для інших двох популяцій *Stipa capillata* L. За ознакою симетричності онтогенетичні спектри двох популяцій, які знаходяться на новій території, є центрованими, а тієї, що зростає на історичній території, – лівобічною. Серед досліджених популяцій одна має найнижчі індекси віковості і зростає на історичній території у складі рідкісного рослинного угруповання.

Проведений аналіз засвідчив, що в онтогенетичній структурі популяцій видів *Trifolium montanum* L. та *Stipa capillata* L. на території «Михайлівської цілини» є низка спільних та відмінних ознак. Прослідковується залежність формування онтогенетичної структури популяцій не лише від едафічних умов та режиму території, але й від фітоценотичного оточення популяцій.

Ключові слова: популяція, онтогенетична структура, онтогенетичні індекси, природний заповідник.

Koplyk Ya. V., Nekrasova K. O. Ontogenetic structure of *Trifolium montanum* L. and *Stipa capillata* L. populations in the Nature Reserve “Mykhailivska Tsilyna”

The article provides an assessment of the ontogenetic structure of the populations of *Trifolium montanum* L. and *Stipa capillata* L. of the Nature Reserve “Mykhailivska Tsilyna”. The relevance and importance of population studies for the protection and preservation of meadow-steppe plant species are substantiated. The territory of the Nature Reserve “Mykhailivska Tsilyna” and its vegetation are characterized. The method of establishing the ontogenetic structure of the studied species is described.

The study covered three populations of *Trifolium montanum* L. and three populations of *Stipa capillata* L., which were growing on the territory of the Nature Reserve “Mykhailivska Tsilyna” as part of different plant groups. It is noted that there are differences between the mode of use and the threats to the populations of the species under study.

*It was found that populations of *Trifolium montanum* L. in the conditions of the phytocenoses of the Nature Reserve "Mykhailivska Tsilyna" are characterized by the incompleteness of the ontogenetic spectra and their centrality. Incomplete ontogenetics in all studied populations is primarily associated with the absence of seedlings and virgin plants. In the composition of some populations, immature and postgenerative individuals were also absent. High age indices were noted in all populations of the species, which indicates the predominance of degradation processes. This is especially characteristic of the population that grew in the new territory of the reserve, where haying does not take place.*

*All studied populations of *Stipa capillata* L., as in the case of *Trifolium montanum* L., are characterized by incomplete ontogenetic spectra. Seedlings and senile plants are absent in all three studied populations. Only one population is characterized by the presence of subsenile plants and the absence of juvenile plants, which is not characteristic of the other two populations of *Stipa capillata* L. According to the sign of symmetry, the ontogenetic spectra of the two populations located in the new territory are centered, and the one growing in the historical territory is left-sided. Among the studied populations, one has the lowest age indices and grows on the historical territory as part of a rare plant group.*

*The conducted analysis proved that the ontogenetic structure of the populations of the species *Trifolium montanum* L. and *Stipa capillata* L. in the territory of Nature Reserve "Mykhailivska Tsilyna" has a number of common and distinctive features. The dependence of the formation of the ontogenetic structure of populations is monitored not only on the edaphic conditions and regime of the territory, but also on the phytocenotic environment of the populations.*

Key words: population, ontogenetic structure, ontogenetic indices, nature reserve.

Постановка проблеми та її актуальність.

Сьогодні в Україні надзвичайно актуальним є питання збереження біорізноманіття степових та лучно-степових фітоценозів, що пов'язано з постійним зростанням антропогенного навантаження на природні комплекси та руйнівним впливом воєнних дій на природу.

Північний варіант різногравних барвистих лучних степів, які репрезентує природний заповідник «Михайлівська цілина», є складником невеликої частки українських степів, які збереглися [3; 10]. Більшість природних степів опинилася або на тимчасово окупованих територіях, або в зоні бойових дій. З огляду на це дослідження та інвентаризація степів є першою і важливою сходинкою до їх збереження.

Все більш широко для оцінки стану фітопопуляцій та дослідження їх ценоструктур застосовується комплексний популяційний аналіз [5].

Результатами тривалих та різнопланових досліджень доведено, що дослідження структури природних популяцій ценозотвірних та рідкісних видів рослин дає розуміння про механізми самопідтримання, самовідтворення видів у різних умовах [13; 16; 20; 22].

Проведення популяційних досліджень є актуальним і для степових фітоценозів. Таке вивчення є не лише важливим інструментом для збереження природних екосистем, а й ключовим елементом сталого управління природними ресурсами. Вони забезпечують основу для розробки науково обґрунтованих стратегій, які спрямовані на адаптацію екосистем до сучасних викликів.

Дослідження онтогенетичної структури популяцій є важливим підходом для оцінки екологічного стану видів та їхньої здатності адаптуватися до змін у середовищі. Воно дає змогу розкрити

глибокі аспекти функціонування популяцій, їхню динаміку та стратегії виживання видів, які досліджуються, а також оцінити реальний ступінь загрози існуванню виду.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження онтогенетичної структури популяцій рослин в Україні проводилися багатьма науковцями в різні періоди. У працях В.Г. Кияка з'ясовано зміст і різницю понять «вікова» й «онтогенетична структура популяції» та низки похідних термінів, щодо яких останнім часом почали формуватися розбіжні тлумачення [8]. Дослідження онтогенетичної структури популяцій в Україні здебільшого присвячені видам рослин, які мають охоронний статус та зростають на територіях природно-заповідного фонду України [8; 13; 14; 17]. Вагома частка досліджень, присвячених вивченню онтогенетичної структури популяцій і загалом комплексних популяційних досліджень, належить науковцям Північно-Східної частини України [1; 3; 4; 6–9; 12; 18–24].

На території природного заповідника «Михайлівська цілина» популяційні дослідження практично не проводились, а відомості про стан популяцій типових фітоценоструктур мають фрагментарний характер і не дають повного уявлення про стан і динаміку популяцій типових та рідкісних видів на цій території. Отже, вивчення онтогенетичної структури фітопопуляцій як частина комплексного популяційного аналізу становить великий інтерес та має на меті відстежити зміни як у популяціях, так і екосистеми в цілому.

Мета статті. Метою роботи є встановлення характерних ознак онтогенетичної структури популяцій *Trifolium montanum* L. та *Stipa capillata* L. (далі – *T. montanum* та *S. capillata*), які зростають у межах природного заповідника «Михайлівська цілина».

Виклад основного матеріалу дослідження.

Природний заповідник «Михайлівська цілина» має площу 882,9 га та умовно поділений на дві частини – так звану історичну (ІТ) та нову (НТ). Історична територія становить ділянку плакорного лучного степу площею 202,4 га, яка є найпівденнішим варіантом північних різнотравних барвистих лучних степів Лісостепу України та охороняється з 1928 року. Нова територія становить різновікові перелogi (2-20 років), які є частиною колишньої охоронної буферної зони навколо історичного ядра площею 680,5 га. Дослідженням було охоплено три популяції *T. montanum* та три популяції *S. capillata*, які зростали як на історичній, так і на новій території заповідника.

Онтогенетичну структуру популяцій визначали з використанням загальноприйнятих методик [2; 5]. У досліджуваних популяціях визначалася частка особин різних онтогенетичних станів. Для цього у межах популяцій закладали ділянки площею 0,25 м², на яких підраховували кількість особин кожного онтогенетичного стану: р – проростки, j – ювенільні рослини, ім – іматурні, v – віргінільні, g1 – молоді генеративні, g2 – середні генеративні, g3 – старі генеративні, ss – субсенільні, s – сенільні рослини. Під час визначення онтогенетичного стану особин опиралися на результати власних досліджень та літературні дані.

На основі отриманих даних визначали повноту онтогенетичних спектрів популяцій. Популяції, що мали у своєму складі особини усіх онтогенетичних станів, визначали як повні за онтогенетичним спектром, а ті, де були відсутні особини того чи іншого онтогенетичного стану, – неповні.

Окрім того, було враховано симетричність онтогенетичних спектрів популяцій. Досліджувані популяції відносили до одного з чотирьох типів: лівобічні – вирізняються домінуванням догенеративних особин; центровані – переважають генеративні особини; правобічні мають високу кількість постгенеративних рослин; бімодальні – ті, що мають два пікових значення.

Для оцінки онтогенетичної структури популяцій використовували індекси І.М. Коваленка [11]. Також дослідження передбачали встановлення певної категорії популяції відповідно до класифікації Т.О. Работнова: інвазійна популяція – у складі переважають догенеративні особини; нормальна – найбільшу частку становлять генеративні рослини; регресивна – переважають постгенеративні особини. Для кожної популяції визначали також індекс віковості (Δ) О.О. Уранова та індекс ефективності (ω) Л.А. Животовського. За співвідношенням величин Δ/ω була встановлена належність популяцій до певної категорії, при цьому використовувались такі критерії визначення приналежності:

- молоді популяції – $\Delta < 0,35$, $\omega < 0,60$;
- перехідні – $\Delta > 0,35$, але $< 0,55$, $\omega < 0,70$;
- зріючі – $\Delta < 0,35$, $\omega > 0,60$;
- зрілі – $\Delta > 0,35$, але $< 0,55$, $\omega > 0,70$;
- старіючі – $\Delta > 0,55$, $\omega > 0,60$;
- старі – $\Delta > 0,55$, $\omega < 0,60$.

Математично-статистичне опрацювання отриманих даних проводили з використанням програмного комплексу ANONS, розробленого Ю.А. Злобіним [5].

Серед досліджених популяцій *T. montanum* дві (П ТМ 1 та П ТМ 2) зростали на ділянках в умовах сінокісного режиму на історичній території заповідника. Перша популяція (П ТМ 1) зростала у складі рослинного угруповання *Poetum angustifoliae chamaecytisetosum ruthenici*, друга – у складі угруповання *Calamagrostietum epigei chamaecytisetosum ruthenici*. Третя популяція виду (П ТМ 3) зростала на новій території у складі рослинного угруповання *Poetum angustifoliae arrhenatheretosum elatii*. На даній ділянці сінокосіння не проводиться.

Що стосується популяцій *S. capillata*, то дві з них (П SC 2 та П SC 3) знаходяться на новій території і ростуть у складі одного рослинного угруповання – *Poetum angustifoliae arrhenatheretosum elatii*. Ці популяції є невеликими за розміром і перебувають на території, яка підлягає сінокосінню в рамках протипожежних смуг. В обох випадках для території, де зростають дані популяції, характерна низка загроз, серед яких в першому випадку (для П SC 2) – заростання самосівом інвазійних видів дерев (*Acer negundo* L., *Fraxinus pennsylvanica* L., *Pyrus communis* L. та *Elaeagnus angustifolia* L.), в другому випадку (для П SC 3) – поширення трав'янистих видів з високим інвазійним потенціалом (*Solidago canadensis* L.). На історичній території зростає лише одна велика популяція *S. capillata* (П SC 1), яка перебуває на території, що не підлягає сінокосінню, в межах рослинного угруповання *Carici humilis - Stipetum capillatae*, яке занесене до Зеленої книги України [15].

Встановлено, що всі досліджувані популяції *T. montanum* були неповними за онтогенетичними спектрами. У складі однієї з популяцій (П ТМ 1) були відсутні проростки, ювенільні, іматурні та сенільні особини, в іншій (П ТМ 2) – проростки, ювенільні та постгенеративні особини. Онтогенетичний спектр популяції, що зростала на ділянці без сінокосіння (П ТМ 3), теж виявився неповним. У популяції були відсутні проростки, ювенільні та іматурні особини. У всіх трьох популяціях були присутні віргінільні та генеративні особини (g1, g2 та g3). Онтогенетичні спектри популяцій *T. montanum* відрізнялися найбільшими частками особин різних станів. У двох популяціях (П ТМ 1) та (П ТМ 3) найбільшою була частка старих гене-

Таблиця 1

Онтогенетична структура ценопопуляцій досліджуваних видів

№ з/п	Ценопопуляція/ особливість	Частка (%) особин різних онтогенетичних станів								
		p	j	im	v	g1	g2	g3	ss	s
<i>Trifolium montanum</i>										
1.	П ТМ 1/ІТ	0	0	0	9,52	9,52	28,57	47,62	4,76	0
2.	П ТМ 2/ ІТ	0	0	4,35	8,70	17,39	39,13	30,43	0	0
3.	П ТМ 3/ НТ	0	0	0	4,55	13,64	18,18	50,00	9,09	4,55
<i>Stipa capillata</i>										
4.	П SC 1/ ІТ	0	3,57	8,93	53,57	3,57	26,79	3,57	0	0
5.	П SC 2/ НТ	0	2,04	6,12	24,49	8,16	48,98	10,2	0	0
6.	П SC 3 /НТ	0	0	3,85	15,38	3,85	15,38	57,69	3,85	0

Примітки: НТ – нова територія; ІТ – історична територія природного заповідника «Михайлівська цілина»

ративних особин, у популяції П ТМ 2 – середніх генеративних особин. За ознакою симетричності онтогенетичні спектри всіх трьох популяцій були центрованими (табл. 1).

Для всіх досліджених популяцій *S. capillata*, як і у випадку *T. montanum*, характерними є неповні онтогенетичні спектри (табл. 1). У всіх трьох популяцій відсутні проростки (p) та сенільні рослини (s). Лише для однієї популяції (П SC 3) характерна наявність субсенільних (ss) та відсутність ювенільних (j) рослин, що не є характерним для інших двох популяцій даного виду (табл. 1). Представленість середніх генеративних рослин коливається у межах від 15,38% (у П SC 3) до 48,98% (у П SC 2).

За ознакою симетричності онтогенетичні спектри двох популяцій *S. capillata*, які знаходяться на новій території, є центрованими (П SC 2 та П SC 3), а та, що зростає на історичній території (П SC 1), є лівобічною.

Досліджувані популяції *T. montanum* відрізнялися за показниками онтогенетичних індексів. Найвищий показник індексу віковості мала популяція, яка зростала на новій території (П ТМ 3), де він становив 14,00%. Індекс віковості інших популяцій (П ТМ 1 та П ТМ 2) був значно ниж-

чим та становив 5,50 та 2,33% відповідно. Найвищий індекс відновлювання мала популяція у складі рослинного угруповання *Calamagrostietum epigei chamaecytisetosum ruthenici* (П ТМ 2), де він становив 13,04%. Найнижчий індекс відновлювання мала популяція у складі рослинного угруповання *Poetum angustifoliae arrhenatheretosum elatii* (П ТМ 3) – 4,55%. Індекс старіння популяції з ділянки без сінокосіння (П ТМ 3) переважав понад удвічі цей самий індекс у популяції, яка зростала в умовах сінокосного режиму (П ТМ 2).

Найвищий індекс ефективності (ω) мала популяція, яка зростала на історичній території в умовах сінокосного режиму (П ТМ 2). У всіх популяцій *T. montanum* відмічалися високі індекси віковості (>1), що свідчить про переважання деградаційних процесів. Особливо це характерно для популяції, яка зростала на новій території заповідника, де не відбувається сінокосіння (П ТМ 3) (табл. 2).

Числові показники індексу віковості, розраховані за методикою І.М. Коваленка, характеризуються різними значеннями у всіх популяціях *S. capillata* (табл. 2). При цьому найбільше виділяється одна популяція (П SC 3), індекс віковості якої досягає найбільшого значення – 3,2%. Ця ж популяція має найвищий індекс старіння та гене-

Таблиця 2

Значення провідних онтогенетичних індексів ценопопуляцій досліджуваних видів

Ценопопуляція	Онтогенетичні індекси					
	за методикою І.М. Коваленка, %				віковості, Δ	ефективності, ω
	віковості	відновлювання	старіння	генеративності		
<i>Trifolium montanum</i>						
П ТМ 1	5,50	9,52	52,38	85,71	0,57	0,80
П ТМ 2	2,33	13,04	30,43	86,96	0,48	0,81
П ТМ 3	14,00	4,55	63,64	81,82	0,62	0,75
<i>Stipa capillata</i>						
П SC 1	0,05	66,07	3,57	33,93	0,24	0,57
П SC 2	0,31	32,65	10,2	67,35	0,37	0,75
П SC 3	3,2	19,23	61,54	76,92	0,56	0,73

ративності, але найменший індекс відновлювання. Найбільший індекс відновлювання – 66,07% – має популяція, яка зростає на історичній території (П SC 1).

Числові показники індексу віковості (Δ) у всіх популяцій *S. capillata* відрізняються, але найбільше його значення становить 0,56% (у П SC 3). Показники індексу ефективності (ω) у популяцій, які зростають на новій території, є вищими, ніж у тієї, яка перебуває на історичній території, найбільше значення даного індексу – 0,75% (у П SC 2).

Загалом показники індексу віковості (Δ) та індексу ефективності (ω) є вищими у популяцій виду *T. montanum*: їхні середні значення становлять 0,55 та 0,78% на противагу середнім значенням 0,39 та 0,68% у популяцій виду *S. capillata* відповідно. У популяцій *T. montanum* та *S. capillata*, які зростають на новій території в межах одного рослинного угруповання (П ТМ 3, П SC 2 та П SC 3), дуже близькі значення індексу ефективності (ω), а окремому випадку – ідентичні (П ТМ 3 та П SC 2), що може свідчити про вплив не лише едафічних умов на формування онтогенетичної структури популяцій, але й режиму території та рослинного угруповання, у складі якого зростає популяція.

Було встановлено, що відповідно до класифікації Т.О. Работнова усі популяції *T. montanum* є нормальними. За співвідношенням значень Δ/ω дві з трьох популяцій (П ТМ 1 та П ТМ 3) були старіючими. Популяція П ТМ 2 виявилася перехідною та мала найвищу щільність (табл. 3). Загалом популяції *T. montanum* за ознаками онтогенетичної структури не вирізняються високою різноманітністю щодо належності до певних груп.

Дві популяції *S. capillata*, які зростають на новій території (П SC 2 та П SC 3), за класифікацією Т.О. Работнова належать до категорії нор-

мальних (табл. 3). Популяція, яка знаходиться на історичній території (П SC 1), є інвазійною і має у своєму складі значну частку рослин передгенеративного стану. З урахуванням співвідношення Δ/ω усі три популяції є різними, репрезентуючи молодий (П SC 1), зрілий (П SC 2) та старіючий (П SC 3) типи. Показник щільності популяцій є різним і коливається у діапазоні значень від 18,66 до 13 особин на м² (табл. 3). Що стосується *S. Capillata*, то спостерігається тенденція зміни якісного типу популяції з урахуванням співвідношення Δ/ω у прямій залежності від числового значення щільності популяцій.

Висновки. Проведений аналіз засвідчив, що в онтогенетичній структурі популяцій видів *T. montanum* та *S. capillata* на території заповідника «Михайлівська цілина» є низка спільних та відмінних ознак. Спільною рисою є те, що у популяцій обох видів, які досліджувалися, онтогенетичні спектри виявились неповними за представленістю рослин різних онтогенетичних станів. У популяцій обох видів відсутні проростки (р), у випадку *T. montanum* відсутні також ювенільні (j) рослини, а у популяцій *S. capillata* – сенільні (s).

Серед усіх досліджених популяцій обох видів лише одна визначена як молода (П SC 1), що свідчить про переважання процесів деградації та старіння у більшості досліджених популяцій. Згідно з класифікацією Т.О. Работнова більшість популяцій належить до нормальних (83,33%) і лише в одній відзначається переважання інвазійних процесів (П SC 1).

За показником значень індексу віковості тенденція до більшого прояву деградаційних процесів проявляється більше у популяцій *T. montanum*, ніж у популяцій *S. capillata*. На тлі тенденцій, характерних для популяцій кожного виду окремо, проявляється також вплив загрози поширення інвазійних видів деревних та трав'янистих рос-

Таблиця 3

Популяційна щільність досліджуваних популяцій та їхня належність до різних онтогенетичних типів

Умовне позначення ценопопуляції	Онтогенетичний тип популяції		Щільність популяції, особин/м ²
	за Т.О. Работновим	за співвідношенням значень Δ/ω	
<i>Trifolium montanum</i>			
П ТМ 1	нормальна	старіюча	3,14
П ТМ 2	нормальна	перехідна	4,26
П ТМ 3	нормальна	старіюча	1,28
<i>Stipa capillata</i>			
П SC 1	інвазійна	молода	18,66
П SC 2	нормальна	зріла	16,33
П SC 3	нормальна	старіюча	13,0

лин, що спостерігається на новій території заповідника. У зв'язку з цим на територіях, де досліджували популяції стикаються з поширенням рослин, які мають високий інвазійний потенціал (переважно *Acer negundo* L. та *Solidago canadensis* L.), процеси старіння популяцій є більш вираженими та підтверджуються більшими значеннями індексів віковості популяції (Δ).

Дослідження також показали, що популяціям *S. capillata*, які зростають на території природного заповідника «Михайлівська цілина», характерна пряма залежність між якісним типом популяції та її щільністю. Загалом популяції *S. capillata* мають більший потенціал для сталого функціонування у

складі фітоценозів «Михайлівської цілини», особливо в межах історичної частини заповідника, ніж популяції виду *T. montanum*. Дослідження підтвердили, що, окрім едафічних умов, які мають безпосередній вплив на формування онтогенетичної структури популяцій, має значення ще і фітоценотичне оточення, в якому зростає популяція.

Інформативність результатів популяційного аналізу, а саме дослідження онтогенетичної структури популяцій, є дуже значущою, тому продовження досліджень є доцільним не лише для бобових і злакових, але й для інших рослин на території природного заповідника «Михайлівська цілина».

Література:

1. Белан С.С. Онтогенетична структура популяцій рідкісного виду *Gladiolus tenuis* на градієнті фенісіциальної дигресії заплавної луки (Сумський геоботанічний округ). *Вісник Сумського аграрного університету. Серія «Агронія і біологія»*. 2014. № 3 (27). С. 20–25.
2. Геоботаніка: методичні аспекти досліджень: навчальний посібник / Б.Є. Якубенко та ін. Київ: Ліра К, 2020. 316 с.
3. Грищенко В.В. *Stipa capillata* L. ex situ на північній межі Правобережного Лісостепу України. *Ukraine, Uman*. 2022. С. 60–68. DOI: <https://doi.org/10.37555/2707-3114.18.2022.269925>.
4. Зибенко О.В. Онтогенетична та віталітетна структури ценопопуляцій *Pseudolysimachion viscosulum* (Клоков) Tzvelev (*Veronicaceae*) у природних фітоценозах на Південному Сході України. *Український ботанічний журнал*. 2013. Т. 70. № 1. С. 22–26.
5. Злобін Ю.А., Скляр В.Г., Клименко Г.О. Біологія та екологія фітопопуляцій: монографія / за ред. Ю.А. Злобіна. Суми: Унів. кн., 2022. С. 290–298.
6. Кирильчук К.С. Періодизація онтогенезу та онтогенетична структура популяцій *Vicia cracca* L. на заплавної луках Північного Сходу України в умовах господарського користування. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агронія і біологія»*. 2016. Вип. 2 (31). С. 35–39.
7. Кирильчук К.С. Популяційна структура *Medicago falcata* L. на заплавної луках Лісостепової зони в умовах пасовищних та сінокісних навантажень. *Вісник Харківського університету*. 2014. Т. 20. № 1100. С. 305–314.
8. Кияк В.Г. Вікова й онтогенетична структура популяції у рослин – необхідність диференціації. *Вісник Львівського університету. Серія «Біологічна»*. 2015. № 70. С. 162–172.
9. Інтегральна оцінка стану популяцій рідкісних видів рослин / Г. Клименко, І. Коваленко, Ю. Лихолат, Н. Хромих, О. Дідур, А. Алексеева. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2017. № 7 (2). С. 201–209.
10. Клименко Г., Шерстюк М. Рідкісні рослини природного заповідника «Михайлівська цілина». *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Серія «Біологічні науки»*. 2019. № 4 (388). С. 30–39.
11. Коваленко І.М. Структура популяцій домінантів трав'яно-чагарникового ярусу лісових фітоценозів Деснянсько-Старогутського національного природного парку. Онтогенетична структура. *Український ботанічний журнал*. 2005. Т. 62, № 5. С. 707–715.
12. Коровякова Т.О. Онтогенетична та віталітетна структури популяцій лучного різнотрав'я на заплавної луках р. Псел в умовах пасовищної дигресії. *Український ботанічний журнал*. 2011. Т. 68. № 5. С. 651–662.
13. Малиновський К.А., Царик Й.В., Жилаєв Г.Г. Структура популяцій. Онтогенез. Структура популяцій рідкісних видів флори Карпат. Київ: Наук. думка, 1998. С. 67–92.
14. Музиченко О.С., Бойко С.А. Динаміка та онтогенетичний стан популяцій *Galanthus nivalis* L. та *Allium ursinum* L. в національному природному парку «Кременецькі гори». *Man and environment. Issues of neoecology*. 2018. № 1–2 (29). С. 64–72.
15. Про затвердження переліків рідкісних і таких, що перебувають під загрозою зникнення, та типових природних рослинних угруповань, які підлягають охороні і заносяться до Зеленої книги України, та природних рослинних угруповань, які вилучені із Зеленої книги України: Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 17.12.2020 р. № 368. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0130-21#Text> (дата звернення: 24.12.2024 р.)
16. Скляр В.Г. Природне поновлення провідних лісоутворювальних видів Новгород-Сіверського Полісся: реалізовані екологічні ніші та їхня динаміка. *Український ботанічний журнал*. 2014. Т. 71, № 1. С. 8–16.
17. Шавріна В.І., Ткач Є.Д. Онтогенетично-популяційний аналіз рідкісного виду *Lilium martagon* L. у структурі сполучених територій екомережі Вінницької області. *Science Rise. «Biological Science»*. 2018. № 2 (11). С. 25–29.
18. Ярошенко Н.П., Скляр В.Г. Оцінка онтогенетичної та віталітетної структур популяцій *Asarum europaeum* L. у Геттінгенському лісі, Нижня Саксонія, Німеччина. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агронія і біологія»*. 2023. № 49 (3). С. 76–81.

19. Growth signs of *Nymphaea candida* in various ecological and cenotic conditions of Desna Basin (Ukraine) / Iu. Skliar, V. Skliar, A. Klymenko, M. Sherstiuk, I. Zubtsova. *AgroLife Scientific Journal*. 2020. Vol. 9, № 1. P. 316–323.
20. Vitality structure and its dynamics in the process of natural reforestation of *Quercus robur* L. / V. Skliar, I. Kovalenko, Iu. Skliar, M. Sherstiuk. *AgroLife Journal*. 2019. № 8 (1). P. 233–241.
21. Ontogenetic structure of populations of forest-forming species of the Left-Bank Polissya of Ukraine / V. Skliar, K. Kyrylchuk, O. Tykhonova, L. Bondarieva, H. Zhatova, A. Klymenko, M. Bashtovyi, I. Zubtsova. *Baltic Forestry*. 2020. № 26 (1). P. 441. DOI: <https://doi.org/10.46490/BF441>.
22. Skliar V., Sherstuk M., Skliar Iu. Algorithm of comprehensive assessment of individual's morphological integration of plants contrast biotopes. QUAERE 2016 (vol. VI.): Interdisciplinary Scientific Conference for PhD students and assistance, The Czech Republic, Praha. 2016. № 23–27. P. 393–403.
23. Analysis of *Setaria glauca* (L.) P. Beauv. population's vital parameters in grain agrophytocenoses / O. Tykhonova, V. Skliar, M. Sherstiuk, A. Butenko, K. Kyrylchuk, M. Bashtovyi. *Journal of Environmental Research, Engineering and Management*. 2021. № 77 (1). P. 36–46.
24. Dimensional features of cenopopulations of some species of medicinal plants in the conditions of North-East Ukraine / I. Zubtsova, L. Penkovska, V. Skliar, Iu. Skliar. Bukharest: *AgroLife Scientific Journal*. 2019. № 8 (2). P. 191–201.

References:

1. Bielán, S.S. (2014). Ontohenychna struktura populatsii rідkisnoho vydu *Gladiolus tenuis* na hradiienti fenisytsialnoi dyhresii zaplavnykh luk (Sumskiy heobotanichnyi okruh) [Ontogenetic structure of populations of the rare species *Gladiolus tenuis* on the gradient of Phoenician digression of floodplain meadows (Sumy Geobotanical District)]. *Visnyk Sumskoho ahrarnoho universytetu: seriia Ahronomiia i biolohiia*. 3 (27), 20–25 [in Ukrainian].
2. Yakubenko, B.Ye., Popovych, S.Yu., Ustymenko, P.M., Dubyna, D.V., & Churilov, A.M. (2020). Heobotanika: metodychni aspekty doslidzhen [Geobotany: methodological aspects of research]. Kyiv, 316 [in Ukrainian].
3. Hrytsenko, V.V. (2022). *Stipa capillata* L. ex situ na pivnichnii mezhi Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Aspects of growing *Stipa capillata* L. ex situ on the northern border of the Right Bank Forest-Steppe of Ukraine]. Ukraine, Uman. P. 60–68 [in Ukrainian]. DOI: <https://doi.org/10.37555/2707-3114.18.2022.269925>.
4. Zybenko, O.V. (2013). Ontohenychna ta vitalitna struktury tsenopulatsii *Pseudolysimachion viscosulum* (Klokov) Tzvelev (Veronicaceae) u pryrodnykh fitotsenozakh na Pivdennomu Skhodi Ukrainy [Ontogenetic and vitality structure of cenopopulations of *Pseudolysimachion viscosulum* (Klokov) Tzvelev (Veronicaceae) in natural phytocenoses in the South-East of Ukraine]. *Ukr. botan. zhurnal*. T. 70. № 1, 22–26 [in Ukrainian].
5. Zlobin, Yu.A., Skliar, V.G., & Klymenko, G.O. (2022) Biologiia ta ekologiia fitopulatsii [Biology and ecology of phytocenoses] Sumy, Universytetska knyga. P. 512 [in Ukrainian].
6. Kyrylchuk, K.S. (2016). Periodyzatsiia ontogenezu ta ontohenychna struktura populatsii *Vicia cracca* L. na zaplavnykh lukakh pivnichnoho skhodu Ukrainy v umovakh hospodarskoho korystuvannia [Periodization of ontogenesis and ontogenetic structure of *Vicia cracca* L. populations in floodplain meadows of northeastern Ukraine under conditions of economic use]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriia: Ahronomiia i biolohiia*. Vyp. 2 (31), 35–39 [in Ukrainian].
7. Kyrylchuk, K.S. (2014). Populatsiina struktura *Medicago falcata* L. na zaplavnykh lukakh Lisostepovoi zony v umovakh pasovyshchnykh ta sinokisnykh navantazhen [Population structure of *Medicago falcata* L. in floodplain meadows of the Forest-Steppe zone under conditions of pasture and hay loading]. *Visnyk Kharkiv. un-tu*. T. 20. № 1100, 305–314 [in Ukrainian].
8. Kyiak, V.H. (2015). Ontohenychna i vikova struktura populatsii roslyn – neobkhdnist dyferentsiatsii [Ontogenetic and age structure of plant populations – the need for differentiation]. Lviv: *Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho universytetu*, 70, 162–172 [in Ukrainian].
9. Klymenko, G., Kovalenko, I., Lykholat, Yu., Khromykh, N., Didur, O., & Alekseeva, A. (2017). Intehralna otsinka stanu populatsii rідkisnykh vydiv roslyn [The integral assessment of the rare plant populations]. Kyiv: *Ukrainian Journal of Ecology*, 7(2), 201–209 [in Ukrainian].
10. Klymenko, H., & Sherstiuk, M. (2019). Rідkisi roslyny pryrodnoho zapovidnyka “Mykhailivska tsilyna” [Rare plants of the Nature Reserve Mykhailivska Tsilyna]. *Naukovyi visnyk Skhidnoevropeiskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky*. Ser. “Biolohichni nauky”. № 4 (388). S. 30 – 39 [in Ukrainian].
11. Kovalenko, I.M. (2005). Struktura populatsii dominantiv trav'iano-chaharnykhkovoho yarusu lisovykh fitotsenoziv Desniansko-Starohutskoho natsionalnoho pryrodnoho parku. Ontohenychna struktura [Structure of populations of dominants of the herbaceous-shrub layer of forest phytocenoses of the Desnyansko-Starohutskiy National Nature Park. Ontogenetic structure]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal*. T.62, №5, 707–715 [in Ukrainian].
12. Koroviakova, T.O. (2011). Ontohenychna ta vitalitna struktury populatsii luchnoho riznotrav'ia na zaplavnykh lukakh r. Psel v umovakh pasovyshchnoi dyhresii [Ontogenetic and vitality structure of meadow forb populations in floodplain meadows of the Psel River under conditions of pasture digression]. *Ukr. botan. zhurnal*. T. 68. № 5, 651–662 [in Ukrainian].
13. Malynovskyi, K.A., Tsaryk, Y.V., & Zhyliayev, H.H. (1998). Struktura populatsii. Ontogenez. Struktura populatsii rідkisnykh vydiv flory Karpat [Population structure. Ontogenesis. Population structure of rare species of the Carpathian flora]. Kyiv, Nauk. dumka, 67–92 [in Ukrainian].
14. Muzychenko, O.S., & Boiko, S.A. (2018). Dynamika ta ontohenychnyi stan populatsii *Galanthus nivalis* L. ta *Allium ursinum* L. v natsionalnomu pryrodnomu parku “Kremenetski hory” [Dynamics and ontogenetic state of

- Galanthus nivalis* L. and *Allium ursinum* L. populations in the Kremenets Mountains National Nature Park]. Man and environment. Issues of neoecology. № 1–2 (29), 64–72 [in Ukrainian].
15. Pro zatverdzhennia perelikiv ridkisnykh i takykh, shcho perebuvauiut pid zahrozoiu znyknennia, ta typovykh pryrodnykh roslynnykh uhrupovan, yaki pidliahaiut okhoroni i zanosiatia do Zelenoi knyhy Ukrainy, ta pryrodnykh roslynnykh uhrupovan, yaki vylucheni iz Zelenoi knyhy Ukrainy: Nakaz Ministerstva zakhystu dovykillia ta pryrodnykh resursiv Ukrainy vid 17.12.2020 № 368. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0130-21#Text> (data zvernennia: 24.12.2024) [in Ukrainian].
 16. Skliar, V.H. (2014). Pryrodne ponovlennia providnykh lisoutvoriuvalnykh vydiv Novhorod-Siverskoho Polissia: realizovani ekolohichni nishi ta yikhnia dynamika [Natural renewal of leading forest-forming species of Novgorod-Siversky Polissia: realized ecological niches and their dynamics]. Ukr. botan. zhurn., 71(1), 8–16 [in Ukrainian].
 17. Shavrina, V.I., & Tkach, Ye.D. (2018). Ontohenetychno-populiatsiinyi analiz ridkisnogo vydu *Lilium martagon* L. u strukturi spoluchnykh terytorii ekomerezhi Vinnytskoi oblasti [Ontogenetic and population analysis of the rare species *Lilium martagon* L. in the structure of connecting territories of the ecological network of Vinnytsia region]. *Scientific Journal "ScienceRise: Biological Science"*. №2 (11), 25–29 [in Ukrainian].
 18. Yaroshenko, N.P., & Skliar, V.H. (2023). Otsinka ontohenetychnoi ta vitalitetnoi struktur populiatsii *Asarum europaeum* L. u Gettinhenskomu lisi, Nyzhnia Saksoniia, Nimechchyna [Assessment of ontogenetic and vitality structures of *Asarum europaeum* L. populations in the Göttingen Forest, Lower Saxony, Germany]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. Serii: Ahronomiia i biolohiia. 49(3), 76–81 [in Ukrainian].
 19. Skliar, Iu., Skliar, V., Klymenko, A., Sherstiuk, M., & Zubtsova, I. (2020b). Growth signs of *Nymphaea candida* in various ecological and cenotic conditions of Desna Basin (Ukraine). *AgroLife Scientific Journal*. Vol.9, №1, 316–323.
 20. Skliar, V., Kovalenko, I., Skliar, Iu., & Sherstiuk, M. (2019). Vitality structure and its dynamics in the process of natural reforestation of *Quercus robur* L. *AgroLife Journal*. 8(1), 233–241.
 21. Skliar, V., Kyrylchuk, K., Tykhonova, O., Bondarieva, L., Zhatova, H., Klymenko, A., Mykola Bashtovyi, M., & Zubtsova, I. (2020a). Ontogenetic structure of populations of forest-forming species of the Left-Bank Polissya of Ukraine. *Baltic Forestry*. 26(1), 441. DOI: <https://doi.org/10.46490/BF441>.
 22. Skliar, V., Sherstiuk, M. & Skliar, Iu. (2016). Algorithm of comprehensive assessment of individual's morphological integration of plants contrast biormorfs. QUAERE 2016 (vol. VI.): Interdisciplinary Scientific Conference for PhD students and assistance, The Czech Republic, Praha. 2016. 23–27 May, 393–403.
 23. Tykhonova, O., Skliar, V., Sherstiuk, M., Butenko A., Kyrylchuk, K., & Bashtovyi, M. (2021). Analysis of *Setaria glauca* (L.) P. Beauv. population's vital parameters in grain agrophytocenoses. *Journal of Environmental Research, Engineering and Management*. 77 (1), 36–46.
 24. Zubtsova, I., Penkovska, L., Skliar, V., & Skliar, Iu. (2019). Dimensional features of cenopopulations of some species of medicinal plants in the conditions of North-East Ukraine. Bukharest: *AgroLife Scientific Journal*, 8 (2), 191–201.
-

УДК 574.64:504.064

DOI https://doi.org/10.32782/NSER/2024-6.14

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГІЧНОГО СТАНУ Р. ХОРОЛ У МЕЖАХ М. МИРГОРОД

Крайнюков Олексій Миколайович

доктор географічних наук, професор,
професор кафедри екологічної безпеки та екологічної освіти
Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна
ORCID: 0000-0002-5264-3118
Scopus Author ID: 57211795234
Researcher ID: AAD-7443-2020

Кривицька Іветта Анатоліївна

кандидат біологічних наук, доцент,
доцент кафедри екологічної безпеки та екологічної освіти
Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна
ORCID: 0009-0004-9543-7076

Аналізуючи досягнення останніх років у галузі застосування методу біотестування у природоохоронній практиці, слід відзначити, що можливості впровадження біологічних тестів багатогранні та перспективні. Біологічні тести доступні і дешеві (при використанні спеціально опрацьованих для практичних потреб модифікацій), не вимагають спеціальної підготовки фахівців і легко можуть бути застосовані у виробничих та дослідних лабораторіях.

*У роботі наведено результати еколого-токсикологічних досліджень якості води р. Хорол у межах м. Миргород. У навчально-дослідній лабораторії еколого-токсикологічних досліджень навчально-наукового інституту екології Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна було проведено серію експериментальних досліджень з визначення хронічної токсичності води з річки Хорол, для цього було використано методику біотестування з визначення хронічної токсичності води на ракоподібних *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg, яка ґрунтується на встановленні різниці між виживаністю і (або) плодючістю церіодафнії у воді, що аналізується (експеримент) та у воді, в якій церіодафнії культивуються (контроль). Відбір зразків поверхневих вод з р. Хорол у межах м. Миргород було здійснено в липні та жовтні 2024 року. Зразки відбирались з 7 створів р. Хорол. У результаті проведених експериментальних досліджень токсичні властивості у зразках води з р. Хорол було визначено у 10 з 14 зразків, тобто у 71%. Незадовільний стан якості 10 зразків води з р. Хорол у межах м. Миргород у літній та осінній періоди можливо пояснити впливом поверхневого стоку з урбанізованої території, скидами стічних вод підприємствами комунального господарства та складними для водних біоценозів кліматичними умовами цього літа. Результати біотестування можна використовувати для скринінгу токсичних екологічно небезпечних хімічних речовин та сумішей, що пропонуються для застосування у різних галузях економіки; контролю токсичності різних категорій зворотних вод на всіх стадіях їх утворення та на скидах у поверхневій водні об'єкти; визначення токсичних властивостей поверхневих, підземних та питних вод.*

Ключові слова: забруднення, якість води, біотестування, хронічна токсичність, тест-об'єкт.

Krainiukov O. M., Kryvytska I. A. Research of the ecological and toxicological state of the Khorol river within the boundaries of the city of Myrhorod

Analyzing the achievements of recent years in the field of application of the biotesting method in environmental practice, it should be noted that the possibilities of implementing biological tests are multifaceted and promising. Biological tests are available and cheap (when using modifications specially developed for practical needs), do not require special training of specialists and can be easily applied in production and research laboratories.

*The work presents the results of ecological and toxicological studies of the water quality of the Khorol River within the city of Myrhorod. In the educational and research laboratory of ecological and toxicological studies of the educational and scientific institute of ecology of the Kharkiv National University named after V. N. Karazin conducted a series of experimental studies to determine the chronic toxicity of water from the Khorol River, for this purpose, a biotesting method was used to determine the chronic toxicity of water on the crustacean *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg, which is based on establishing the difference between the survival and (or) fecundity of ceriodaphnia in the water being analyzed (experiment) and in the water*

in which ceriodaphnia are cultivated (control). Sampling of surface water from the Khorol River within the city of Myrhorod was carried out in July and October 2024. Samples were taken from 7 sections of the Khorol River. As a result of the experimental studies, toxic properties in water samples from the Khorol River were determined in 10 out of 14 samples, i.e. 71%. Unsatisfactory quality of 10 water samples from the Khorol River within the city of Myrhorod in the summer and autumn periods can be explained by the influence of surface runoff from the urbanized area, wastewater discharges by municipal enterprises and difficult climatic conditions for aquatic biocenoses this summer. The results of biotesting can be used for screening of toxic environmentally hazardous chemicals and mixtures proposed for use in various sectors of the economy; monitoring the toxicity of various categories of return waters at all stages of their formation and at discharges into surface water bodies; determining the toxic properties of surface, groundwater and drinking waters.

Key words: *pollution, water quality, biotesting, chronic toxicity, test object.*

Постановка проблеми та її актуальність.

Прісноводні екосистеми мають важливе значення для життя людини, оскільки існує певна залежність від різноманітних послуг, які надає прісна вода, – чи то послуги забезпечення (їжа, паливо, питна вода), регулюючі послуги (регулювання клімату, регулювання природних небезпек), культурні послуги (культурне різноманіття, екотуризм) або допоміжні послуги (фотосинтез, кругообіг поживних речовин, кругообіг води). Незважаючи на визнану важливість прісної води, існує багато загроз для її цілісності, що ставить під загрозу доступність екосистемних послуг, які вона надає. Ця ситуація викликає серйозне занепокоєння в країнах, що розвиваються, хоча це відбувається і в розвинених країнах [1]. Більшість цих послуг пов'язана з прямою вигодою для людства, але експлуатація прісних вод і пов'язаних з ними послуг і товарів продовжує зростати, впливаючи на соціальні та природні відносини в цілому [2].

З моменту прийняття у 2000 році Водна рамкова директива (ВРД) була одним із найважливіших законодавчих актів щодо захисту, покращення та відновлення водних тіл у державах-членах Європейського Союзу (ЄС). Це також змінило парадигму управління водними ресурсами шляхом переходу від антропоцентричного погляду на воду (визначення її як ресурсу для прямого використання людством) попередніх нормативних актів ЄС до екоцентричного погляду (де вода розглядається як власник екосистеми), встановлення екологічного статусу як нової концепції та зосередження уваги на цілісності екосистеми як основі управлінських рішень щодо якості води.

Відповідно до Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Співтовариством Україна зобов'язалась імплементувати шість водних директив ЄС шляхом поступового наближення національного законодавства до законодавства та політики ЄС у сфері якості води та управління водними ресурсами, а також розробки секторальної стратегії у цій галузі.

Україна зобов'язалась гармонізувати своє водне законодавство з шістьма водними директивами ЄС: Директива 2000/60/ЄС Європейського

Парламенту та Ради від 23 жовтня 2000 року, яка встановлює рамки діяльності Співтовариства в галузі водної політики, Директива Ради 98/83/ЄС листопада 1998 року про якість води, призначеної для споживання людиною (Директива про питну воду), Директива Ради 91/271/ЄЕС від 21 травня 1991 року про очистку міських стічних вод, Директива Ради 91/676/ЄЕС від 12 грудня 1991 року про захист вод від забруднення, спричиненого нітратами з сільськогосподарських джерел (Директива про нітрати), Директива 2007/60/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 23 жовтня 2007 року про оцінку та управління ризиками повеней (Директива про повені) та Директива 2008/56/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 17 червня 2008 року, яка встановлює рамки діяльності Співтовариства в галузі екологічної політики щодо морського середовища.

Наразі внесені відповідні зміни у Водний Кодекс України. З метою імплементації права ЄС в Україні впроваджено систему інтегрованого управління за басейновим принципом, а також забезпечено формування басейнових рад.

Триває процес підготовки планів управління річковими басейнами відповідно до Порядку розроблення плану управління річковим басейном, затвердженого Урядом України. Наразі підготовлені проекти 9 ПУРБ (басейни Дніпра, Дністра, Дону, Дунаю, Вісли, Південного Бугу та річок Причорномор'я, Приазов'я та Криму). Окрім того, запроваджено діагностичний моніторинг якості вод у всіх річкових басейнах України, проведено скринінг речовин-забрудників у найбільших річкових басейнах – Дніпра, Дністра та Дону, створено сучасні регіональні екологічні лабораторії для моніторингу якості вод.

За останні десять років біомоніторинг водних екосистем Європи суттєво змінився. Розробка відбувалася завдяки ВРД ЄС 2000/60/ЄС, яка вимагала методів оцінки для різних типів екосистем («категорії води»: річки, озера, перехідні води, прибережні води) і різних груп організмів («біологічні елементи якості»: фітопланктон, водна флора, бентосні безхребетні, риба). ВРД змінила цілі управління з простого контролю забруднення

на забезпечення цілісності екосистеми. Погіршення та покращення екологічного стану визначається реакцією біоти, а не змінами параметрів середовища. Загалом головною метою ВРД є досягнення доброго екологічного стану поверхневих вод Європи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Звичайні хімічні методи мають властиві обмеження у виявленні невідомих хімічних речовин у воді. У результаті методи, засновані на ефекті відгуку на вплив, з'явилися як життєздатна альтернатива для подолання цих обмежень. Ці методи забезпечують більш точні та інтуїтивно зрозумілі оцінки токсичних властивостей води.

З розвитком індустріальної цивілізації люди скидають у водне середовище широкий спектр речовин-забрудників під час виробництва та повсякденної діяльності, таких як фармацевтичні препарати та засоби особистої гігієни, пестициди, антипірени, промислові хімікати, побічні продукти дезінфекції тощо [3]. Ці сполуки мають такі характеристики, як стійкість, біоаккопичення, токсичність і мобільність, які можуть потенційно шкідливо впливати на екологічну безпеку та здоров'я людини [4]. Отже, критично важливою стає оцінка якості води водних об'єктів.

Хімічний і біоаналітичний аналіз є двома методами, які використовуються для оцінки якості води. Однак звичайні хімічні методи мають обмеження, оскільки вони вимірюють лише конкретні забруднювачі та не повністю враховують вплив хімічних сумішей на навколишнє середовище. Деякі органічні мікрозабруднювачі та продукти їх перетворення не регулюються та не контролюються, але вони можуть мати негативну біологічну дію в сумішах. Дослідження показали, що токсичність речовин, виявлених хімічними методами, може пояснити лише невелику частину загальної токсичності води, іноді навіть менше 1% [3]. Отже, існує нагальна потреба впровадити методи, засновані на ефектах впливу, у моніторинг якості води [5]. Однак застосування методів, заснованих на ефектах впливу у регулятивних системах, стикається з кількома проблемами, такими як відсутність стандартизованих біотестів та еквівалентних кількісних значень ефекту. Багато біоаналітичних інструментів оцінюють токсичність шляхом порівняння токсичних ефектів зразка з ефектами контрольної групи [6].

Щоб розкрити внесок речовин-забрудників у загальну цілісність водних екосистем, надзвичайно важливо розробити кількісні методи визначення токсичності води. Хоча існують численні огляди біоаналітичних інструментів [7, 8], лише деякі з них розглядають кількісні методи визначення токсичності води. Наприклад, у роботі [6] автори розглянули різні категорії екотоксикологічних тестів, які використовувалися для оцінки

впливу хімічного стресу на водні системи, а також проблеми, пов'язані з кількісною екстраполяцією результатів тестів (від *in vitro* до *in vivo* та між видами). Кілька нових кількісних методів з визначення токсичності з'явилися в останні роки. У [9] статті розглядається розробка та застосування різних кількісних методів водної токсичності для оцінки якості води. У статті міститься короткий вступ до біоаналітичних інструментів та їх застосування для оцінки якості води, охоплюючи стічні води, питну воду та поверхневі води. Обговорюються різні методи кількісного визначення токсичності, порівнюються їх сильні та слабкі сторони. Крім того, у статті досліджуються потенційні досягнення в методах кількісного визначення токсичності у майбутньому.

Мета – еколого-токсикологічні дослідження якості води р. Хорол у межах м. Миргород.

Виклад основного матеріалу. У навчально-дослідній лабораторії еколого-токсикологічних досліджень навчально-наукового інституту екології Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна було проведено експериментальні дослідження з визначення хронічної токсичності води з річки Хорол. Для цього було використано методіку біотестування з визначення хронічної токсичності води на ракоподібних *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg, яка ґрунтується на встановленні різниці між виживаністю і (або) плодючістю церіодафній у воді, що аналізується (експеримент), та у воді, в якій церіодафнії культивуються (контроль).

Критерієм хронічної токсичності води з водного об'єкта є статистично значиме зменшення виживаності і (або) плодючості церіодафній у досліді порівняно з контролем протягом терміну біотестування. Тривалість біотестування становила 7 діб або до появи в 80% вихідних церіодафній трьох пометів.

Для проведення біотестування використовували церіодафній віком до 24 годин.

Відбір зразків поверхневих вод з р. Хорол у межах м. Миргород було здійснено в липні та жовтні 2024 року.

Зразки відбирались у 7 створах з р. Хорол:

- 1) вул. Київська, міст через р. Хорол;
- 2) ландшафтний парк «Березовий гай», підвищений міст;
- 3) вул. Воскресінська, міст через р. Хорол;
- 4) вул. Гоголя, міст через р. Хорол;
- 5) вул. Харківська, міст через р. Хорол;
- 6) міст Третього;
- 7) залізничний міст.

У результаті проведених еколого-токсикологічних досліджень влітку 2024 року токсичні властивості було визначено у 5 зразках поверхневих вод, відібраних з р. Хорол: вул. Воскресінська, міст через р. Хорол; вул. Гоголя, міст через р. Хорол;

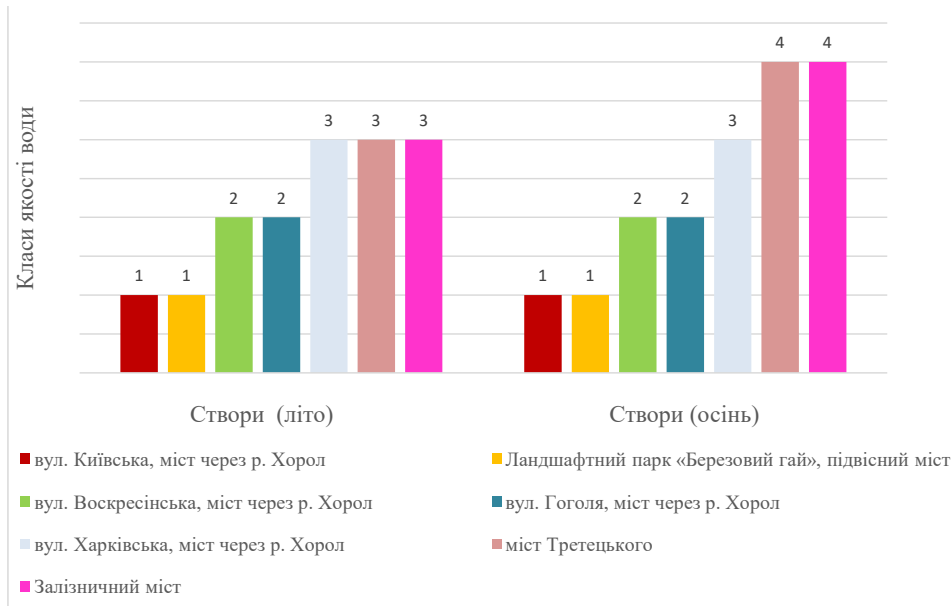


Рис. 1. Узагальнені результати визначення токсичних властивостей зразків води, які було відібрано в різні пори року

вул. Харківська, міст через р. Хорол; міст Третьєцького; залізничний міст (рис. 1).

У створах вул. Воскресінська, міст через р. Хорол та вул. Гоголя, міст через р. Хорол було визначено 2 клас якості води – вода слабозабруднена, а у створах вул. Харківська, міст через р. Хорол та міст Третьєцького і залізничний міст – 3 клас якості води – вода помірно забруднена. Зразки води зі створів вул. Київська, міст через р. Хорол та ландшафтного парку «Березовий гай», підвісний міст не виявили токсичних властивостей.

Восени 2024 року у створах вул. Воскресінська, міст через р. Хорол та вул. Гоголя, міст через р. Хорол було визначено 2 клас якості води – вода слабозабруднена; у створі вул. Харківська, міст через р. Хорол було визначено 3 клас якості води – вода помірно забруднена. У створах міст Третьєцького; залізничний міст – 4 клас якості води (вода брудна). Як і влітку, зразки води зі створів вул. Київська, міст через р. Хорол та ландшафтного парку «Березовий гай», підвісний міст не виявили токсичних властивостей.

Незадовільний стан якості 10 зразків води з р. Хорол у межах м. Миргород у літній та осінній періоди можливо пояснити впливом великої кількості підприємств різних галузей виробництва, зарегульованістю стоку та складними для водних біоценозів кліматичними умовами цього літа.

Висновки. Однією з головних проблем, яка негативно впливає на якість води р. Хорол, є надходження великої кількості біогенних речовин у річку з комунальними та сільськогосподарськими стічними водами із забрудненим поверхневим стоком. Це призводить до евтрофікації річки, що може викликати екологічні зміни з втратою видів водних рослин та риби. І хоча самі по собі фосфор і азот не отруйні, вони призводять до тяжких наслідків, потрапляючи у водні екосистеми, бо сприяють бурхливому розвитку синьо-зелених і бурих водоростей, які споживають велику кількість кисню і таким чином значно зменшують його вміст у воді. Особливо це відчутно для водних організмів у спеку, коли розчинність кисню набагато знижується. Надзвичайно гострою також є проблема з розмноженням ціанобактерій, яка тісно пов'язана з евтрофікацією.

Результати біотестування можна використовувати для скринінгу токсичних екологічно небезпечних хімічних речовин та сумішей, що пропонуються для застосування в різних галузях економіки; контролю токсичності різних категорій зворотних вод на всіх стадіях їх утворення та на скидах у поверхневі водні об'єкти; визначення токсичних властивостей поверхневих, підземних та питних вод.

Література:

1. Carpenter S.R., Stanley E.H., Vander Zanden M.J., Dudgeon D., Prusevich A., Green P., Glidden S., Bunn S.E., Sullivan C.A., Liermann C.R., Davies P.M. State of the World's freshwater ecosystems: physical, chemical, and biological changes. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 2011. № 36 (1). P. 75–99. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature09440>.
2. Bennett E.M., Peterson G.D., Gordon L.J. Understanding relationships among multiple ecosystem services. *Ecol. Lett.* 2009. № 12. P. 1394–1404. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2009.01387.x>.

3. Caracciolo R., Escher B.I., Yin Lai F., An Nguyen T. Impact of a megacity on the water quality of a tropical estuary assessed by a combination of chemical analysis and in-vitro bioassays. *Science of The Total Environment*. 2023. № 877. P. 9697. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162525>.
4. Guo J., Mo J., Qi Q., Peng J., Qi G., Kanerva M., Iwata H., Li Q. Prediction of adverse effects of effluents containing phenolic compounds in the Ba River on the ovary of fish (*Hemiculter leucisculus*) using transcriptomic and metabolomic analyses. *Science of The Total Environment*. 2021. № 801. P. 149554. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149554>.
5. Hale S. E., Škulcová L., Pípal M., Cornelissen G., Oen A. M.P., Eek E., Bielská L. Monitoring wastewater discharge from the oil and gas industry using passive sampling and *Danio rerio* bioassay as complimentary tools. *Chemosphere*. 2019. № 216. pp. 404–412. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.10.162>.
6. Schuijt L.M., Peng F., Berg S.J.P., Milou M.L. (Eco)toxicological tests for assessing impacts of chemical stress to aquatic ecosystems: Facts, challenges, and future. *Science of The Total Environment*. 2021. № 795. P. 148776. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148776>.
7. Leusch F.D.L., Neale P.A., Grimaldi M., Leroy G., Scheurer M., Schlichting R., Schriks M., Hebert A. Analysis of endocrine activity in drinking water, surface water and treated wastewater from six countries. *Water Research*. 2018. № 139. P. 10–18. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.03.056>.
8. Macova M., Toze S., Hodggers L., Mueller J.F., Bartkow M., Escher B.I. Bioanalytical tools for the evaluation of organic micropollutants during sewage treatment, water recycling and drinking water generation. *Water Research*. 2011. № 45. pp. 4238–4247. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2011.05.032>.
9. Zhang L., Zhang Y., Zhu M., Chen L., Wu B. A critical review on quantitative evaluation of aqueous toxicity in water quality assessment. *Chemosphere*. 2023. № 342. p. 140159. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.140159>.

References:

1. Carpenter, S.R., Stanley E.H., Vander Zanden, M.J., Dudgeon, D., Prusevich, A., Green, P., Glidden, S., Bunn, S.E., Sullivan, C.A., Liermann, C.R., & Davies, P.M. (2011). State of the World's freshwater ecosystems: physical, chemical, and biological changes. *Annu. Rev. Environ. Resour.*, 36 (1), pp. 75–99. <https://doi.org/10.1038/nature09440>.
2. Bennett, E.M., Peterson, G.D., & Gordon, L.J. (2009). Understanding relationships among multiple ecosystem services. *Ecol. Lett.*, 12, pp. 1394–1404. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2009.01387.x>.
3. Caracciolo, R., Escher, B. I., Yin Lai, F., & An Nguyen, T. (2023). Impact of a megacity on the water quality of a tropical estuary assessed by a combination of chemical analysis and in-vitro bioassays. *Science of The Total Environment*, 877, P. 9697. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162525>.
4. Guo, J., Mo, J., Qi, Q., Peng, J., Qi, G., Kanerva, M., Iwata, H., & Li, Q. (2021). Prediction of adverse effects of effluents containing phenolic compounds in the Ba River on the ovary of fish (*Hemiculter leucisculus*) using transcriptomic and metabolomic analyses. *Science of The Total Environment*, 801, p. 149554. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149554>.
5. Hale, S. E., Škulcová, L., Pípal, M., Cornelissen, G., Oen, A. M.P., Eek, E., & Bielská, L. (2019). Monitoring wastewater discharge from the oil and gas industry using passive sampling and *Danio rerio* bioassay as complimentary tools. *Chemosphere*, 216, pp. 404–412. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.10.162>.
6. Schuijt, L.M., Peng, F., Berg, S. J.P., & Milou, M.L. (2021). (Eco)toxicological tests for assessing impacts of chemical stress to aquatic ecosystems: Facts, challenges, and future. *Science of The Total Environment.*, 795, P. 148776. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148776>.
7. Leusch, F. D.L., Neale, P. A., Grimaldi, M., Leroy, G., Scheurer, M., Schlichting, R., Schriks, M., & Hebert, A. (2018). Analysis of endocrine activity in drinking water, surface water and treated wastewater from six countries. *Water Research*, 139, pp 10–18. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.03.056>.
8. Macova, M., Toze, S., Hodggers, L., Mueller, J. F., Bartkow, M., & Escher, B. I. (2011). Bioanalytical tools for the evaluation of organic micropollutants during sewage treatment, water recycling and drinking water generation. *Water Research*, 45, pp. 4238–4247. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2011.05.032>.
9. Zhang, L., Zhang, Y., Zhu, M., Chen, L., & Wu, B.A (2023). Critical review on quantitative evaluation of aqueous toxicity in water quality assessment. *Chemosphere*, 342, P. 140159. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.140159>.

УДК 504.064

DOI <https://doi.org/10.32782/NSER/2024-6.15>

РІЗНОМАНІТНІСТЬ ПРИРОДНО-РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦІАЛУ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ ЯК КРИТЕРІЙ ОЦІНКИ ВПОРЯДКОВАНOSTІ ЕКОСИСТЕМ УКРАЇНИ

Руденко Степан Валерійович

кандидат географічних наук,

докторант кафедри зоології та екології

Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара

ORCID ID: 0009-0003-8072-2862

Руденко Валерій Петрович

доктор географічних наук, професор,

завідувач кафедри економічної географії

та екологічного менеджменту

Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича

ORCID ID: 0000-0002-7542-4399

Пахомов Олександр Євгенійович

доктор біологічних наук, професор,

завідувач кафедри зоології та екології

Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара

ORCID ID: 0000-0002-5192-6140

У статті стверджується, що одним з ефективних методичних підходів до кількісної оцінки різноманітності, впорядкованості природно-ресурсного потенціалу (ПРП) екосистем є запропонована Клодом Шенноном теорія ентропії як міри випадковості для вивчення статистичних характеристик даних. Обґрунтовується, що за шести видів природних ресурсів, які входять до інтегрального (сумарного) ПРП (мінеральні, водні, земельні, лісові, фауністичні, природні рекреаційні) максимальний показник його абсолютної ентропії теоретично становитиме 2,586, а відносної ентропії – 1,0. Міра впорядкованості ПРП екосистем України визначатиметься характеристиками в діапазоні від 0 до 1. Доводиться, що чим більшою є неоднорідність ПРП екосистем і вищою його відносна ентропія, тим меншим рівнем упорядкованості буде характеризуватися природно-ресурсний потенціал регіону. Для порівняльного аналізу різноманітності, впорядкованості ПРП екосистем України як критерій пропонується провінційна екосистема Українських Карпат з найвищим рівнем різноманітності та найнижчою впорядкованістю ПРП, що дозволяє використовувати стобальні замкнуту і розімкнуту оцінкові шкали. Серед провінційних екосистем України найбільшою різноманітністю ПРП характеризуються Українські Карпати (100 балів), Поліська (87 балів), Кримська степова (85 балів), Кримська гірська (85 балів), Східно-Українська (82 бали). Далі йдуть Лівобережно-Дніпровсько-Приазовська, Дніпровсько-Дніпровська, Західно-Українська, Причорноморська, а найнижчі показники різноманітності потенціалу – у Лівобережно-Дніпровської, Причорноморсько-Приазовської, Заднецько-Донської, Подільсько-Придніпровської (63 бали) та Донецької (48 балів) провінційних екосистем. Серед екосистем обласного рівня найвищою різноманітністю ПРП відзначаються (у порядку спадання): Передкарпатська височинна (102 бали), Зовнішньо-Карпатська, Розтоцько-Опільська горбогірна, Область Київського Полісся. З протилежного боку – Південно-Подільська височинна, Придністровсько-Східно-Подільська височинна, Донецька височинна, Південно-Молдавська схилово-височинна та Задністровсько-Причорноморська низовинна (34 бали) області. Зі спаданням показників різноманітності ПРП екосистем його впорядкованість зростає. Найвищою мірою впорядкованості (однорідності) ПРП відзначаються провінційні екосистеми: Донецька (441 бал), Подільсько-Придніпровська (344 бали), Заднецько-Донська (308 балів). Найнижча однорідність (впорядкованість) ПРП – у Кримській степовій (197 балів), Поліській (182 бали) та в провінційній екосистемі Українських Карпат (100 балів). Констатується, що отримані оцінкові результати є свідченням дії природних і суспільних закономірностей у розвитку продуктивних сил.

Ключові слова: різноманітність, впорядкованість екосистем, природно-ресурсний потенціал, Українські Карпати, екосистеми України.

Rudenko S. V., Rudenko V. P., Pakhomov O. Ye. Diversity of nature-resource potential of Ukrainian Carpathians as the criterion to evaluate the consistency of ecosystems of Ukraine

It is stated that Claude Shannon's theory of entropy as the measure of randomness to help study the data statistic performance also serves to be among the most efficient approaches to quantitative valuation of the diversity and the consistency of ecosystems' nature-resource potential (NRP). It is substantiated that, with six types of nature resources comprising the integral (total) NRP (mineral, water, land, forest, fauna, natural recreation resources), the maximum value of its absolute entropy would theoretically be 2,586, while the relative entropy – 1,0. The measure of the consistency of Ukrainian ecosystems' NRP will be determined by characteristics varying from 0 to 1. It is argued that, the higher is the heterogeneity of ecosystems' NRP and its relative entropy, the less degree of the consistency would be observed with the nature-resource potential of the region. The provincial ecosystem of the Ukrainian Carpathians with its highest degree of NRP diversity and the lowest degree of the consistency (which allows for the use of the 100-point close and open valuation scales) is suggested to be the criterion for the comparative analysis of the diversity and the consistency of NRP within ecosystems of Ukraine. Among all provincial ecosystems, the Ukrainian Carpathians are distinct for the NRP's highest diversity (100 points). It is then followed by the Polissia (87 points), the Crimean Steppe (85 points), the Crimean Mountainous (85 points), and the East-Ukrainian provincial ecosystems, these followed by the Left-Bank-Dnieper-Pryazovska, the Dniester-Dnieper, the West-Ukrainian and the Prychornomorska provincial ecosystems, while the Left-Bank Dnieper, the Prychornomorska-Pryazovska, the Zadonetsko-Donska, the Podillia-Prydniprovska (63 points), and the Donetsk (48 points) provincial ecosystems manifest the lowest values of the diversity. Among oblast-level ecosystems, the highest-degree potential's diversity is observed as follows (descending order): the Pre-Carpathian Heights (102 points), the External Carpathians, the Roztoky-Opillia Hilly-Mountainous, and the Kyiv Polissia provincial oblasts. On the opposite side we can observe the South Podillia Heights, the Prydnistrovska-East Podillia Heights, the Donetsk Heights, the South Moldavian Slope Heights, and the Zadnistrovsko-Prychornomorska Lowland (34 points) oblasts with their lowest-degree potential's diversity. The ecosystem NRP's consistency increases with the reduction of the values of its diversity. The highest degrees of NRP consistency (homogeneity) are manifested by provincial ecosystems as follows: the Donetsk (441 points), the Podillia-Prydniprovska (344 points), and the Zadonetsko-Donska (308 points) ecosystems. The lowest degree of homogeneity (consistency) is observed in the Crimean Steppe (197 points), the Polissia (182 points), and the Ukrainian Carpathians (100 points) provincial ecosystems. It is found that Riemann valuation results are the evidence of the effect of natural and social regularities in the development of productive forces.

Key words: diversity, consistency of ecosystems, nature-resource potential, Ukrainian Carpathians, ecosystems of Ukraine.

Вступ. Сучасний стан екосистем України відзначається надзвичайною різноманітністю їх характеристик, складників, кількісних і якісних параметрів. Чим вищим є таксономічний рівень таких екосистем, тим більше ускладнюються методичні підходи до оцінки їх однорідності, впорядкованості. Одним з варіантів кількісного визначення різноманітності, впорядкованості екосистем України можуть бути оцінкові дослідження їх природно-ресурсного потенціалу (ПРП), що проводяться останніми роками [2; 7; та ін.]. При цьому відзначимо, що оцінка ПРП екосистем є вартісним вираженням їх сукупної продуктивності, що охоплюється мінеральними, водними, земельними, лісовими, фауністичними та природними рекреаційними ресурсами [6; 10]. Внутрішньовидові та міжвидові співвідношення (пропорції) природних ресурсів, що склалися в регіоні як результат розвитку природного процесу і дії соціально-економічних факторів і які визначаються як компонентна структура сумарного (інтегрального) ПРП, можуть бути покладені в основу оцінки як різноманітності, так і впорядкованості екосистем України.

Стан вивчення питання та методичні підходи. Вирішенню проблем дослідження різноманітності, однорідності або впорядкованості екосистем присвячені праці багатьох вітчизняних та зарубіжних учених. Серед них можна назвати розвідки А.М. Голубця [2], М.Д. Гродзинського [3; 4], С.І. Азарова та О.С. Задуная [1], Я.В. Зінченка та Н.В. Чичикала [5], Е. Сміта (E. Smyth) [12], Т.Б. Фішера (T.B. Fischer) зі співавторами [9] та ін. Водночас, безсумнівно, бракує досліджень щодо кількісної оцінки різноманітності на рівні провінційних екосистем та екосистем обласного рівня України. Одним із важливих підходів до кількісного визначення різноманітності, впорядкованості таких екосистем, на нашу думку, є їх оцінка за показниками компонентної структури ПРП [6; 7].

Дієвим методичним прийомом у цьому напрямі є використання відомого ймовірнісного підходу Клода Шеннона – його теорії ентропії як міри випадковості для вивчення статистичних характеристик даних [11]. Зазначений підхід модифікований нами для оцінки різноманітності екосистем за показниками компонентної структури їх ПРП [6, с. 332]:

$$E(A) = E(W_1 W_2 \dots, W_n) = - \sum_{i=1}^n W_i \log_2 W_i,$$

де $E(A)$ – абсолютна міра різноманітності ПРП території (акваторії), n – кількість видів природних ресурсів, W_i – ймовірність стану системи, (A) – питома вага природного ресурсу в інтегральному (сумарному) ПРП території (акваторії). $E(A)$ характеризує абсолютну ентропію як міру однорідності (неоднорідності) оцінки ПРП регіону. Якщо взяти відношення $E(A)$ до максимально можливої ентропії при заданому n , то отримуємо показник відносної ентропії $E(A)_r$:

$$E(A)_r = \frac{E(A)}{E(A)_{max}}.$$

При n , що дорівнює 6, як у нашому випадку, – шість видів природних ресурсів (мінеральні, водні, земельні, лісові, фауністичні, природні рекреаційні), максимальний показник абсолютної ентропії ПРП теоретично дорівнюватиме 2,586, а відносної ентропії – 1,0. Таким чином, міра впорядкованості ПРП природних регіонів України буде визначатися характеристиками в інтервалі від 0 до 1. Чим більша неоднорідність ПРП і вища його відносна ентропія, тим меншим рівнем упорядкованості буде оцінюватися природно-ресурсний потенціал регіону. Зі зменшенням величини відносної ентропії ПРП при постійному рівні його неоднорідності впорядкованість природно-ресурсного потенціалу регіонів буде значно зростати. Отже, впорядкованість характеризує однорідність ПРП екосистем [6, с. 322].

Наскільки та чи інша екосистема є різноманітною чи навпаки однорідною, впорядкованою за компонентною структурою ПРП? Наявний у нас досвід такої оцінки екосистем України не в повній мірі дає відповідь на поставлене питання [7; 8]. Очевидно, для цього (для порівняння) слід було б обрати такий екорегіон, який би характеризувався найбільшими або найменшими показниками різноманітності чи впорядкованості його ПРП. Ідеться про використання так званих стобальних замкнених чи розімкнених оцінкових шкал, коли найбільшому чи найменшому оцінному показнику присвоюється 100 балів. Серед провінційних екосистем України (а саме цей рівень дозволяє оцінювати різноманітність ПРП як тотожних, так і обласних екосистем) найвищою різноманітністю, а отже, найнижчою впорядкованістю потенціалу відзначаються Українські Карпати [6; 7]. Отже, саме їх показники пропонується взяти за спільний знаменник, критерій порівняльного аналізу впорядкованості екосистем України. Звідси впливає **мета нашої розвідки** – оцінити різноманітність/впорядкованість ПРП екосистем України крізь призму відповідних показників еталонного

регіону Українських Карпат. Для цього отримані нами рівні різноманітності (абсолютна ентропія ПРП – 2,243) та впорядкованості ПРП (0,133) карпатської гірської провінційної екосистеми прийняті за 100 балів [6].

Виклад основного матеріалу. У табл. 1 висвітлені результати порівняльного аналізу різноманітності та впорядкованості природно-ресурсного потенціалу провінційних екосистем та екосистем обласного рівня, мірилом якого слугували відповідні оцінні показники за гірською провінційною екосистемою Українських Карпат.

Як засвідчують отримані матеріали, показники абсолютної ентропії ПРП екосистем, тобто рівні його різноманітності порівняно з Українськими Карпатами, послідовно падають серед провінційних екосистем від Поліської (87 балів), Кримської степової (85 балів), Кримської гірської (85 балів), Східно-Української (82 бали), Лівобережно-Дніпровсько-Приазовської (76 балів), Дністровсько-Дніпровської (75 балів), Західно-Української (75 балів) до Причорноморської (71 бал), Лівобережно-Дніпровської (70 балів), Причорноморсько-Приазовської (69 балів), Задонецько-Донської (68 балів), Подільсько-Придніпровської (63 бали) та до Донецької провінційної екосистеми (48 балів). Як бачимо, різноманітність ПРП екосистем Українських Карпат понад удвічі перевищує відповідний показник у Донецькій провінційній екосистемі. Різноманітність ПРП в 1,6 раза більша, ніж у Подільсько-Придніпровській, в 1,5 вища, ніж у Задонецько-Донській та Причорноморсько-Приазовській екосистемах. При цьому різноманітність ПРП екосистеми Українських Карпат є дуже близькою до Поліської, Кримської степової та Кримської гірської провінційних екосистем. Звичайно ж, це пов'язано з тим, що внесок кожного з шести оцінюваних ресурсів у сумарний ПРП в цих екосистемах є більш рівномірним, більш збалансованим, «різнобарвним», ніж на Донеччині чи на Поділлі, де виразно домінують мінеральні та земельні ресурси.

Серед екосистем обласного рівня найвищою різноманітністю ПРП відзначаються (у порядку спадання): Передкарпатська височинна, Зовнішньо-Карпатська, Розтоцько-Опільська горбогірна, Область Київського Полісся, Вулканічно-міжгірно-улоговинна, Приазовська низовинна, Область Волинського Полісся, Приазовська височинна, Гірсько-Кримська, Закарпатська низовинна, Полонинсько-Чорногірська, Харківська схилово-височинна області. З протилежного боку (у порядку спадання міри різноманітності) – Південно-Подільська височинна, Придністровсько-Східно-Подільська височинна, Донецька височинна, Південно-Молдавська схилово-височинна та Задністровсько-Причорноморська низовинна (34 бали) області. Рівні

Таблиця 1

Різноманітність і впорядкованість природно-ресурсного потенціалу провінційних екосистем та екосистем обласного рівня України

Провінційні екосистеми, екосистеми обласного рівня України	Ентропія ПРП		Міра однорідності (впорядкованості) ПРП	
	абсолютна	у порівнянні з Українськими Карпатами, у балах	величина	у порівнянні з Українськими Карпатами, у балах
Поліська провінційна екосистема	<u>1,960</u>	<u>87</u>	<u>0,242</u>	<u>182</u>
I. Область Волинського Полісся	2,012	90	0,222	167
II. Область Малого Полісся	1,767	79	0,317	238
III. Область Житомирського Полісся	1,882	84	0,272	205
IV. Область Київського Полісся	2,113	94	0,183	138
V. Область Чернігівського Полісся	1,889	84	0,270	203
VI. Область Новгород-Сіверського Полісся	1,621	72	0,373	280
Західно-Українська провінційна екосистема	<u>1,678</u>	<u>75</u>	<u>0,351</u>	<u>264</u>
VII. Волинська височинна область	1,665	74	0,356	268
VIII. Розтоцько-Опільська горбогірна область	2,177	97	0,158	119
IX. Західно-Подільська височинна область	1,279	57	0,506	380
X. Середньоподільська височинна область	1,384	62	0,535	402
XI. Прут-Дністровська височинна область	1,349	60	0,478	359
Подільсько-Придніпровська провінційна екосистема	<u>1,403</u>	<u>63</u>	<u>0,458</u>	<u>344</u>
XII. Північно-Західна Придніпровська височинна область	1,331	59	0,485	365
XIII. Північно-Східна Придніпровська височинна область	1,394	62	0,461	347
XIV. Київська височинна область	1,624	72	0,372	280
XV. Придністровсько-Східно-Подільська височинна область	0,994	44	0,616	463
XVI. Середньобузька височинна область	1,411	63	0,454	341
XVII. Центральнопридніпровська височинна область	1,561	69	0,396	298
XVIII. Південно-Подільська височинна область	1,038	46	0,599	450
XIX. Південно-Придніпровська височинна область	1,225	55	0,526	395
Лівобережно-Дніпровська провінційна екосистема	<u>1,580</u>	<u>70</u>	<u>0,389</u>	<u>292</u>
XX. Північно-Придніпровська терасова низовинна область	1,473	66	0,430	323
XXI. Північно-Полтавська височинна область	1,506	67	0,418	314
XXII. Східно-Полтавська височинна область	1,715	76	0,337	253
XXIII. Південно-Придніпровська терасова низовинна область	1,481	66	0,427	321
Східно-Українська провінційна екосистема	<u>1,836</u>	<u>82</u>	<u>0,290</u>	<u>218</u>
XXIV. Сумська схилово-височинна область	1,589	71	0,386	290
XXV. Харківська схилово-височинна область	1,923	86	0,256	192
Дністровсько-Дніпровська провінційна екосистема	<u>1,687</u>	<u>75</u>	<u>0,348</u>	<u>262</u>
XXVI. Південно-Молдавська схилово-височинна область	0,795	35	0,693	521
XXVII. Південно-Подільська схилово-височинна область	1,212	54	0,531	399
XXVIII. Південно-Придніпровська схилово-височинна область	1,723	77	0,334	251

Продовження таблиці 1

Лівобережно-Дніпровсько-Приазовська провінційна екосистема	<u>1,706</u>	76	<u>0,340</u>	<u>256</u>
XXIX. Орільсько-Самарська низовинна область	1,529	68	0,409	308
XXX. Кінсько-Ялинська низовинна область	1,729	77	0,331	249
XXXI. Приазовська височинна область	2,007	89	0,224	168
XXXII. Приазовська низовинна область	2,080	93	0,196	147
Донецька провінційна екосистема	<u>1,067</u>	<u>48</u>	<u>0,587</u>	<u>441</u>
XXXIII. Західно-Донецька схилово-височинна область	1,258	56	0,514	386
XXXIV. Донецька височинна область	0,908	40	0,649	488
Задонецько-Донська провінційна екосистема	<u>1,529</u>	<u>68</u>	<u>0,409</u>	<u>308</u>
XXXV. Старобільська схилово-височинна область	1,529	68	0,409	308
Причорноморська провінційна екосистема	<u>1,593</u>	<u>71</u>	<u>0,384</u>	<u>289</u>
XXXVI. Задністровсько-Причорноморська низовинна область	0,762	34	0,705	530
XXXVII. Дністровсько-Бузька низовинна область	1,500	67	0,420	316
XXXVIII. Бузько-Дніпровська низовинна область	1,325	59	0,488	367
XXXIX. Дніпровсько-Молочанська низовинна область	1,538	69	0,402	302
XL. Західно-Приазовська схилово-височинна область	1,666	74	0,356	268
Причорноморсько-Приазовська провінційна екосистема	<u>1,556</u>	<u>69</u>	<u>0,398</u>	<u>299</u>
XLI. Нижньобузько-Дніпровська низовинна область	1,767	79	0,317	238
XLII. Нижньодніпровська терасово-дельтова низовинна область	1,483	66	0,427	321
XLIII. Присивасько-Приазовська низовинна область	1,433	66	0,446	335
Кримська степова провінційна екосистема	<u>1,908</u>	<u>85</u>	<u>0,262</u>	<u>197</u>
XLIV. Присивасько-Кримська низовинна область	1,808	81	0,301	226
XLV. Тарханкутська височинна область	1,454	65	0,438	329
XLVI. Центральнокримська височинна область	1,864	83	0,279	210
XLVII. Керченська горбистопасмова область	1,465	65	0,434	326
Кримські гори	1,907	85	0,263	198
Кримська гірська провінційна екосистема	<u>1,907</u>	<u>85</u>	<u>0,263</u>	<u>198</u>
I. Передгірно-Кримська область	1,874	84	0,275	207
II. Гірсько-Кримська область	1,976	88	0,236	177
III. Південнобережно-Кримська область	1,717	77	0,336	253
Українські Карпати	<u>2,243</u>	<u>100</u>	<u>0,133</u>	<u>100</u>
I. Передкарпатська височинна область	2,277	102	0,120	90
II. Зовнішньо-Карпатська область	2,178	97	0,158	119
III. Вододільно-Верховинська область	1,897	85	0,266	200
IV. Полонинсько-Чорногірська область	1,955	87	0,244	183
V. Мармароська область	1,659	74	0,358	269
VI. Вулканічно-міжгірно-улоговинна область	2,097	93	0,189	142
VII. Закарпатська низовинна область	1,964	88	0,241	181
Україна	1,974	88	0,237	178

різноманітності ПРП між крайніми обласними екосистемами (Передкарпатська височинна і Задністровсько-Причорноморська низовинна) відрізняються в 3 рази.

Звичайно ж, чим вищою є різноманітність ПРП екосистем, тим нижчою, меншою є їх однорідність за структурою потенціалу природних ресурсів, тобто їх впорядкованість. І навпаки, впорядкованість ПРП екосистем зростає, коли показники різноманітності потенціалу спадають. Це яскраво видно з оцінної табл. 1. Найнижчою впорядкованістю ПРП характеризуються провінційні екосистеми Українських Карпат (100 балів), Поліська (182 бали), Кримська степова (197 балів), Кримська гірська (198 балів), Східно-Українська (218 балів), <...> найвища міра однорідності (впорядкованості) потенціалу притаманна Задонецько-Донській (308 балів), Подільсько-Придніпровській (344 бали) та Донецькій (441 бал) провінційним екосистемам. Серед обласних екосистем крайні показники впорядкованості їх ПРП є ще більш контрастними: від Передкарпатської височинної області, де вони найнижчі (90 балів), чи Зовнішньо-Карпатської (119 балів), Розтоцько-Опільської горбогірної області (119 балів) – до найвищих значень у Донецькій височинній (488 балів), Південно-Молдавській схилово-височинній (521 бал) та Задністровсько-Причорноморській низовинній (530 балів) областях (див. табл. 1). Різниця – майже в 6 разів! Як бачимо, і на рівні провінційних, і на рівні обласних екосистем

чітко простежується дія природних і суспільних закономірностей у розвитку продуктивних сил.

Висновки

1. Одним з ефективних методичних підходів до кількісної оцінки різноманітності, впорядкованості ПРП екосистем є запропонована Клодом Шенноном теорія ентропії як міри випадковості для вивчення статистичних характеристик даних.

2. Для порівняльного аналізу різноманітності, впорядкованості ПРП екосистем України пропонується провінційна екосистема Українських Карпат з найвищим рівнем різноманітності та найнижчою впорядкованістю ПРП, що дозволяє використати стобальні замкнуту і розімкнуту оцінкові шкали.

3. Серед провінційних екосистем України найбільшою різноманітністю ПРП відзначаються Українські Карпати, Поліська, Кримська степова, Кримська гірська, Східно-Українська (100–82 бали). За рівнем впорядкованості ПРП перша п'ятірка провінційних екосистем – Донецька, Подільсько-Придніпровська, Задонецько-Донська, Причорноморсько-Приазовська та Лівобережно-Дніпровська (441–256 балів).

На рівні обласних екосистем найрізноманітніший ПРП мають: Передкарпатська височинна, Зовнішньо-Карпатська, Розтоцько-Опільська горбогірна (102–97 балів). Водночас найвпорядкованішим ПРП характеризуються Задністровсько-Причорноморська низовинна, Південно-Молдавська схилово-височинна та Донецька височинна області (530–488 балів).

Література:

1. Азаров С.І., Задунай О.С. Аналіз надійності екосистем. *Екологічні науки*. 2020. Вип. 1 (28). С. 90–96. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.1-28.13>.
2. Голубець М.А. Екосистемологія. Львів : Поллі. 2000. 316 с.
3. Гродзинський М.Д. Пізнання ландшафту: місце і простір : монографія; у 2-х т. Київ : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет». 2005. Т. 1. 431 с.
4. Гродзинський М.Д. Пізнання ландшафту: місце і простір : монографія; у 2-х т. Київ : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет». 2005. Т. 2. 503 с.
5. Зінченко Я.В., Чичикало Н.В. Основні індекси для оцінки стану біорізноманіття. Сучасний стан регіональних екологічних проблем та шляхи їх вирішення : матеріали Міжнародної наукової конференції молодих вчених. Одеса : ОДЕКУ. 2014. С. 98–100.
6. Руденко В.П. Географія природно-ресурсного потенціалу України : підручник; у 3-х част. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т. 2010. 552 с.
7. Руденко В.П., Руденко С.В. Оцінка міри своєрідності (унікальності) структури природно-ресурсного потенціалу природних регіонів України. *Український географічний журнал*. 2015. № 1. С. 27–32.
8. Руденко В.П., Руденко С.В., Худіковська-Флікс В.А. Своєрідність компонентних структур природно-ресурсного потенціалу фізико-географічних регіонів України. *Науковий вісник Чернівецького університету. Серія «Географія»*. 2014. Вип. 724–725. С. 184–193.
9. Fischer T.B., Jha-Thakur U., Hayes S. Environmental impact assessment and strategic environmental assessment research in the UK. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*. 2015. Vol. 17 (01). P. 1–12.
10. Rudenko S., Rudenko V. Nature-resource potential of natural regions of Ukraine in present-day figures. *Екологічні науки*. 2023. Вип. 6 (51). С. 84–89.
11. Shannon, Claude E. A Mathematical Theory of Communication. *Bell System Technical Journal*. 1948. Vol. 27 (July, October). P. 379–423, 623–656.
12. Smyth E. Impact assessment ensuring proper prediction and assessment of the environmental, economic, and social impacts of projects – how to reduce bias? *Impact Assessment and Project Appraisal*. 2021. № 39 (4). 352–353. DOI: <https://doi.org/10.1080/14615517.2021.1905222>.

References:

1. Azarov, S. I., & Zadunai, O. S. (2020). Analiz nadiinosti ekosystem [Analysis of ecosystem reliability]. *Ekologichni nauky*, 1(28), 90–96. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.1-28.13> [in Ukrainian].
2. Holubets, M. A. (2000). *Ecosystemology*. Lviv: Polli [in Ukrainian].
3. Grodzynskyi, M. D. (2005). *Piznannia landshaftu: mistse i prostir: Monohrafiia* [Understanding the landscape: Place and space: Monograph]. In 2 volumes. Vol. 1. Kyiv: Kyiv University Publishing and Printing Center [in Ukrainian].
4. Grodzynskyi, M. D. (2005). *Piznannia landshaftu: mistse i prostir: Monohrafiia* [Understanding the landscape: Place and space: Monograph]. In 2 volumes. Vol. 2. Kyiv: Kyiv University Publishing and Printing Center [in Ukrainian].
5. Zinchenko, Y. V., Chychykalo, N. V. (2014). Osnovni indeksy dlia otsinky stanu bioriznomanittia [Key indices for assessing biodiversity status]. *Suchasnyi stan rehionalnykh ekolohichnykh problem ta shliakhy yikh vyrishennia: Materialy Mizhnarodnoi naukovoï konferentsii molodykh uchenykh*, 98–100. Odesa: ODEKU [in Ukrainian].
6. Rudenko, V. P. (2010). *Heohrafiia pryrodno-resurnoho potentsialu Ukrainy* [Geography of the natural-resource potential of Ukraine]. In 3 parts: Textbook. Chernivtsi: Chernivtsi National University [in Ukrainian].
7. Rudenko, V. P., & Rudenko, S. V. (2015). Otsinka miry svoieridnosti (unikalnosti) struktury pryrodno-resurnoho potentsialu pryrodnykh rehioniv Ukrainy [Assessment of the uniqueness of the natural-resource potential structure of natural regions of Ukraine]. *Ukrainskyi Heohrafichnyi Zhurnal*, (1), 27–32 [in Ukrainian].
8. Rudenko, V. P., Rudenko, S. V., & Khudikovska-Fliks, V. A. (2014). Svoieridnist komponentnykh struktur pryrodno-resurnoho potentsialu fizyko-heohrafichnykh rehioniv Ukrainy [Specific features of the component structures of the natural-resource potential of the physical-geographical regions of Ukraine]. *Naukovyi Visnyk Chernivetskoho Universytetu*, (724–725), *Heohrafiia*, 184–193 [in Ukrainian].
9. Fischer, T. B., Jha-Thakur, U., & Hayes, S. (2015). Environmental impact assessment and strategic environmental assessment research in the UK. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*, 17(01), 1–12.
10. Rudenko, S., & Rudenko, V. (2023). Nature-resource potential of natural regions of Ukraine in present-day figures. *Ekolohichni nauky: Naukovyi-praktychnyi zhurnal / Holovnyi redaktor O. I. Bondar*, 6(51), 84–89 [in Ukrainian].
11. Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal*, 27(July, October), 379–423, 623–656.
12. Smyth, E. (2021). Is impact assessment ensuring proper prediction and assessment of the environmental, economic, and social impacts of projects – how to reduce bias? *Impact Assessment and Project Appraisal*, 39(4), 352–353. <https://doi.org/10.1080/14615517.2021.1905222>.

УДК 502.009

DOI <https://doi.org/10.32782/NSER/2024-6.16>

ВІТАЛІТЕТНА ТА ОНТОГЕНЕТИЧНА СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦІЙ *NEOTTIA OVATA* (L.) BLUFF & FINGERH В ЛІСОВИХ ТА ЛУЧНИХ ФІТОЦЕНОЗАХ

Тихонова Олена Михайлівна

кандидат біологічних наук,
доцент кафедри екології та ботаніки
Сумського національного аграрного університету
ORCID ID: 0000-0003-0961-4896
Scopus author ID: 57222010605
Researcher ID: T-9991-2018

Маруха Тетяна Валентинівна

аспірантка кафедри екології та ботаніки
Сумського національного аграрного університету
ORCID ID: 0000-0001-5913-6664

В умовах кліматичних змін та агресивного антропогенного тиску на природні екосистеми актуальним завданням екології є вивчення та збереження раритетних та зникаючих видів флори. У роботі представлені результати популяційних досліджень рідкісного полікарпічного виду *Neottia ovata* (L.) Bluff & Fingerh, занесеного до Червоної книги України та додатку II Конвенції CITES.

У роботі представлені дослідження віталітетної та онтогенетичної структури популяцій *N. ovata* в лісових та лучних фітоценозах Національного природного парку «Деснянсько-Старогутський» і Природного заповідника «Горгани». Аналіз еколого-ценотичних умов існування виду показав, що для нормального функціонування його популяції достатньо сприятливі як рівнинні ділянки суходолу у вологих тінистих листяних і мішаних лісах, так і гірські вирубки і пасовища. Надано інтегральну оцінку віталітетного стану популяції та розглянуто онтогенетичні спектри *N. ovata* з використанням індексів якості, відновлюваності, генеративності. Віталітетний аналіз показав, що в умовах *Junco-Molinietum* (*caeruleae*) сформувалась процвітаюча популяція *N. ovata* з індексом якості 0,47 і переважанням рослин вищого класу віталітету. В асоціаціях *Festucetum* (*rubrae*)-*arnicosum* (*montanae*), *Fraxino-Alnetum*, *Festucetum* (*rubrae*)-*agrostidosum* (*tenuis*), *Molinietum* (*caeruleae*)-*eriphorosum* (*polystachioni*) сформувались рівноважні популяції з переважанням особин середнього класу віталітету й індексами якості 0,32–0,43. Аналіз онтогенетичних спектрів досліджуваних популяцій виявив, що всі популяції нормальні і повночленні, з максимумом зрілих генеративних особин в асоціаціях *Fraxino-Alnetum*, *Festucetum* (*rubrae*)-*agrostidosum* (*tenuis*), *Junco-Molinietum* (*caeruleae*), молодих генеративних рослин – в асоціації *Molinietum* (*caeruleae*)-*eriphorosum* (*polystachioni*), переважанням віргінійських рослин в *Festucetum* (*rubrae*)-*arnicosum* (*montanae*).

Встановлено, що еколого-ценотичні умови чинять безпосередній вплив на ріст та розвиток рослин *N. ovata*, що впливає на якість їх популяції. Для їх збереження важливо підтримувати охоронний статус лісових і лучних фітоценозів, у яких цей рідкісний вид зростає.

Ключові слова: *Neottia ovata* (L.) Bluff & Fingerh, віталітетний аналіз, індекс якості популяції, онтогенез, фітоценоз, рідкісний вид, біорізноманіття, асоціація.

Tykhonova O. M., Marukha T. V. Vitality and ontogenetic structure of *Neottia ovata* (L.) Bluff & Fingerh populations in forest and meadow phytocoenoses

In the context of climate change and aggressive anthropogenic pressure on natural ecosystems, study and conservation of rare and endangered species of flora is an urgent task of ecology. The paper presents results of population studies of the rare polycarpic species *Neottia ovata* (L.) Bluff & Fingerh., listed in the Red Book of Ukraine and Application II of the CITES Convention.

The paper presents studies of the vitality and ontogenetic structure of *N. ovata* populations in forest and meadow phytocoenoses of the Desnyansko-Starogutsky National Nature Park and the Gorgany Nature Reserve. Analysis of the ecological and cenotic conditions of the species' habitat showed that both flat land areas in humid shady deciduous and mixed forests and mountain clearings and pastures are quite favorable for the normal functioning of its populations. An integral assessment of the vitality state of populations and ontogenetic spectra of *N. ovata* with the corresponding indices of quality, maturity, and generativity is given. The vitality analysis showed that under the conditions of *Junco-Molinietum* (*caeruleae*), a pros-

perous population of *N. ovata* with a quality index of 0.47 and prevalence of plants of the highest vitality class was formed. In the associations of *Festucetum (rubrae)-arnicosum (montanae)*, *Fraxino-Alnetum*, *Festucetum (rubrae)-agrostidosum (tenuis)*, *Molinietum (caeruleae)-eriphosum (polystachioni)*, equilibrium populations with prevalence of individuals of the middle vitality class and quality indices of 0.32-0.43 were formed. Analysis of the ontogenetic spectra of the studied populations revealed that all populations are normal and full-fledged, with a maximum in generative plants in the associations *Fraxino-Alnetum*, *Festucetum (rubrae)-agrostidosum (tenuis)*, *Junco-Molinietum (caeruleae)*, young generative plants – in the association *Molinietum (caeruleae)-eriphosum (polystachioni)*, and a predominance of virginal plants – in *Festucetum (rubrae)-arnicosum (montanae)*.

It has been established that ecological and cenotic growing conditions have a direct impact on the growth and development of *N. ovata*, and to preserve their viability, it is important to maintain the conservation status of forest and meadow phytocenoses in which this rare species lives.

Key words: *Neottia ovata* (L.) Bluff & Fingerh, vital analysis, population size index, ontogeny, phytocenosis, rare species, biological diversity, association.

Вступ. Загальнодержавна програма збереження біологічного різноманіття на 2005–2025 роки [11] передбачає моніторинг та охорону популяцій рідкісних та зникаючих видів рослин. Особливої уваги потребують види, які внесені до природоохоронних списків. Розширення списку рідкісних видів пов'язане з руйнуванням, а іноді повним знищенням їх біотопів та скороченням їх природних ареалів, що є одним із негативних проявів техногенезу. Особливо чутливі до техногенного стресу представники родини зозулинцевих. Як правило, орхідеї представлені нечисленними популяціями, які характеризуються низькою конкурентоспроможністю і приурочені до певних екологічних ніш [18].

Досліджували популяції рідкісного трав'янистого виду *Neottia ovata* (L.) Bluff & Fingerh з родини *Orchidaceae* Juss. *N. Ovata* – багаторічного полікарпіка з коротким кореневищем і чисельними коренями, на яких можна побачити мікоризу. Стебло пряме, вертикальне, вище листків залозисто-опушене, заввишки 20–50 см. Листки великі, парні, сидячі, майже супротивні, широкояйцевидні, на верхівці злегка загострені, прикріплені в середній частині стебла. У деяких екземплярів присутній третій лист яйцевидно-ланцетної форми, значно менший за розмірами, ніж перших два. Верхня частина стебла становить суцвіття – китицю з дрібних зелених квіток на опушених квітконіжках. Віночок блідо-жовтий з довгою обернено клиновидною губою, розсіченою на 2 довгих язика, втричі довших за чашолистки. Цвіте наприкінці травня – в червні, плодоносить у червні – липні залежно від умов зростання. Плід – суха коробочка, яка при дозріванні розтріскується і розсіває дрібне насіння. Плодоутворення високе (часто більше 90%) й зазвичай не пов'язане з дефіцитом запилювачів, воно здебільшого залежить від стійких періодів сухої погоди. Розмножується переважно вегетативно і насінням. Специфічність онтогенезу *N. ovata* проявляється в тому, що надземний пагін з'являється лише на 4-й рік після проростання насіння, а цвіте рослина на

11–15-й рік [14]. Нектар квітів приваблює комах-запилювачів. Цвітіння однієї рослини може тривати 30–40 днів. Відсоток запліднення становить 37–66%.

N. ovata – євритопний вид з широким діапазоном мешкання у хвойних, мішаних, широколистяних лісах, на узліссях, пасовищах як на рівнині, так і в горах на вологих ґрунтах. Ареал розповсюдження *N. ovata* євразійський, що візуально можна простежити на карті Глобального інформаційного фонду біорізноманіття GBIF (рис. 1).

Чисельність популяцій виду знижується через руйнування його природних екоотопів у результаті антропогенної діяльності – надмірного випасання, нерегульованого сінокосіння, осушувальних меліорацій, вирубки лісів. Вид занесений до Червоної книги України у статусі неоціненого та додатку II Конвенції CITES [5].

Моніторинг стану популяцій видів родини *Orchidaceae* має першочергове значення для розуміння процесів, які відбуваються в цих популяціях, і є підставою для розробки системи заходів для їх збереження [2], що відображено у працях низки авторів. Ценотичні умови існування *N. ovata* висвітлено у працях С.М. Панченка [9], Н.О. Смоляр, О.Ю. Смаглюк [12], особливості розвитку популяцій – в роботах Г.О. Клименко, І.М. Коваленка [16], В. Лоя [6]. Відомості про популяційну структуру виду на території Національного природного парку «Деснянсько-Старогутський» є застарілими, а на території Природного заповідника «Горгани» –фрагментарними. У зв'язку з цим метою дослідження стало порівняння віталітетного стану і вікової структури популяцій *N. ovata* в лісових і лучних умовах зазначених природоохоронних установ.

Матеріали та методи. У період 2021–2023 рр. були проведені польові дослідження на території НПП «Деснянсько-Старогутський» і Природного заповідника «Горгани». Об'єктом досліджень були популяції *N. ovata*, які зростають на різній висоті над рівнем моря, в різних еколого-ценотичних умовах.



Рис. 1. Ареал поширення виду *Neottia ovata* (L.) Bluff & Fingerh за даними GBIF [15]

Деснянсько-Старогуцький національний природний парк розташований на півночі Сумської області, згідно з фізико-географічним районуванням України – у межах Придеснянського району Новгород-Сіверської фізико-географічної області Українського Полісся. Рельєф природного парку є моренною низинною рівниною з невеликим ухилом на захід у бік річки Десни. Абсолютна висота над рівнем моря в західній частині парку у заплаві Десни становить 122 м, у східній частині – 163 м н. р. м. [7]. Ґрунтовий покрив Старогуцького лісового масиву, де знайдена популяція *N. ovata*, представлений дерново-підзолистими глейовими флювіогляціальними піщаними ґрунтами на рівнинних ділянках та торф'яними, торф'яно-болотними ґрунтами в малопроточних та безстічних пониженнях рельєфу. Заболоченість району досліджень становить близько 7%. Клімат району помірно-континентальний. Літо тепле та вологе, зима м'яка. Середньорічна температура повітря становить 6,5 °С. Середня температура повітря в зимові місяці становить –3,9 °С, влітку +18,7 °С. Загальна річна кількість опадів становить 608 мм. Відповідно до геоботанічного районування територія Національного парку належить до Придеснянського району соснових лісів Чернігівсько-Новгород-Сіверського округу Поліської підпровінції Східно-Європейської провінції зони широколистяних лісів [1].

Природний заповідник «Горгани» розташований на території Надвірнянського району Івано-Франківської області. Відповідно до фізико-географічного районування територія природного заповідника «Горгани» належить до Скибової зони Карпат, охоплює скиби Зелем'янки, Парашки, та на незначній площі Сколівську. За геоморфологією територія знаходиться в межах Вододільно-Верховинської області району Внутрішніх Горган.

Рельєф типовий для середньовисоких гір з правильним розміщенням хребтів, які простягаються з північного заходу на південний схід. Вершини округлі, висотою понад 1000 м. Найвища вершина – г. Довбушанка – здіймається на 1754 м н.р.м. Ґрунти сформувались в умовах промивного водного режиму, в гірській частині парку – бурі гірські суглинкові та легкосуглинкові, в межах Бистрицької улоговини – дернові опідзолені та лучні легкосуглинкові. Середня густота гідрографічної мережі становить 0,5–0,7 км/км². Складчасто-покривна будова Скибової зони зумовлює асиметрію Горганських хребтів: у них круті північно-східні і пологі південно-західні схили. Залежно від висоти над рівнем моря на території заповідника виділяють такі кліматичні зони: прохолодну, помірно холодну, холодну. Експозиція та крутизна схилів чинять істотний вплив на формування мікроклімату. Середньорічна температура повітря становить 0–5 °С. Середня багаторічна температура липня становить 13,0–16,5 °С. З підняттям вгору на кожні 100 м висоти середньомісячна температура літніх місяців знижується на 0,7 °С. Середня багаторічна температура січня становить –7,6 °С. У зимові місяці вертикальний градієнт температур удвічі менший, ніж влітку. Сніговий покрив тримається 79 днів. Середня висота снігового покриву становить 44 см, найбільша – 120 см. Річна кількість опадів становить 800 мм, у гірській частині 900–1400 мм [10].

Відповідно до геоботанічного районування заповідник знаходиться в області Європейських широколистяних лісів, у Центральноевропейській провінції, Східнокарпатській гірській підпровінції Гірськокарпатського округу смерекових лісів Горганського району смерекових лісів у поєднанні з кам'яними розсипами і заростями гірської сосни Горганського підрайону ялицево-буково-смере-

кових лісів і Вододільно-Горганського підрайону смерекових лісів [1].

У процесі проведення геоботанічних спостережень користувалися методами [3; 4; 12]. Популяційні дослідження проводили згідно з загальноприйнятими методиками [2; 17]. Онтогенетичну структуру *N. ovata* вивчали в межах популяційно-демографічного підходу. Онтогенетичні індекси відновлення і генеративності визначали за методикою Коваленка. [16]. Віталітетну структуру популяцій визначали за методикою Злобіна [19].

У процесі досліджень автори дотримувалися стандартів Конвенції про міжнародну торгівлю видами дикої фауни і флори, що перебувають під загрозою зникнення, і Конвенції про біологічне різноманіття [5].

Результати. Згідно зі спостереженнями *N. ovata* росте невеликими групами, зрідка утворює щільні популяції. Місцезростання популяцій, що досліджувались, різнилися за ценотичною складовою.

На території НПП «Деснянсько-Старогутський» популяція *N. ovata* знайдена в кв. 85 Старогутського лісового масиву в ас. *Fraxino-Alnetum* недалеко від евтрофного болота. У верхньому ярусі фітоценозу домінують *Alnus glutinosa*, *Fraxinus excelsior*, іноді трапляються *Quercus robur*, *Betula pendula*. Підлісок не виражений з домінуванням *Corylus avellana* та *Frangula alnus*, зрідка – *Ulmus minor*. Трав'яно-чагарниковий ярус з покриттям 40% представлений *Carex pilosa*, *Asarum europaeum*, *Maianthemum bifolium*, *Pyrola minor*. Популяційне поле *N. ovata* становить 50 м² щільністю 0,7 шт/м².

На території ПЗ «Горгани» знайдено декілька популяцій досліджуваного виду. Перша невелика популяція – в урочищі «Перенизь» в післялісовій гірській луці на західному схилі стрімкістю 20° на висоті 985 м н.р.м. (кв. 13, виділ 4) в асоціації *Festucetum (rubrae)-arnicosum (montanae)*. У трав'яному ярусі домінують *Agrostis capillaries*, *Arnica montana*, *Festuca rubra*, *Hieracium vulgatum*, *Briza media*, *Centaurea jacea*, *Cruciata glabra*. Площа популяційного поля *N. ovata* становить 3 м², щільність популяції – 4,5 шт/м².

Друга досить велика популяція знаходиться в урочищі «Глодище» (кв. 14, виділ 13). Місцезростання – гірська лука на висоті 710 м н.р.м. з природним поновленням *Picea abies* різного віку. Асоціація *Festucetum (rubrae)-agrostidosum (tenuis)* з домінуванням *Festuca rubra*, *Agrostis capillaries*, *Cynosurus cristatus*, *Nardus stricta*, *Hieracium alpinum*, *Trifolium repens*, *Centaurea jacea*, *Thymus pulegioides*, *Gymnadenia conopsea*, *Campanula patula*. Площа популяційного поля *N. ovata* становить 200 м², щільність популяції – 4,0 шт./м² (рис. 2).

Третя популяція *N. ovata* знаходиться на висоті 725 м н.р.м. (кв. 13, виділ 1.2) у вологій гірській луці північно-західної експозиції в асоціації *Molinietum (caeruleae)-eriphorosum (polystachioni)*. Вона розташована в пониженні рельєфу на площі 90 м² біля маленького джерельця з домінуванням у трав'яному ярусі *Molinia caerulea*, *Eriophorum angustifolium*, *Carex tomentosa*, *C. panicea*, *Parnassia palustris*, *Coronaria flos-cuculi*, *Epipactis palustris*. Щільність цієї популяції становить 5,2 шт/м².

Четверта популяція розташована вище на схилі на площі 30 м² в асоціації *Junco-Molinietum (cae-*



Рис. 2. *Neottia ovata* (L.) Bluff & Fingerh в асоціації *Festucetum (rubrae)-agrostidosum (tenuis)* в урочищі «Глодище» (фото Т.В. Марухи)

ruleae). У травостої переважають *Betonica officinalis*, *Molinia caerulea*, *Juncus conglomerates*, *Briza media*, *Silene dioica*, *Campanula glomerata*, *Carex montana*, *Leucanemum vulgare*, *Centaurea jacea*, *Alchemilla vulgaris*, *Dactylorhiza incarnata*. Щільність популяції *N. ovata* становить 38,0 шт/м². Слід зазначити, що біотопи молінієвих лук є складовою частиною оселищ, що включені до Європейської природоохоронної мережі Natura 2000 і охороняються Директивою Ради Європи 92/43/ЄС (№6410) [8].

Онтогенез *N. ovata* як і більшості орхідей помірною клімату відрізняється тривалим підземним розвитком.

Насіннина для проростання потребує присутності в ґрунті мікоризного гриба, який поступово руйнує оболонку і дає можливість молекулам води потрапити до зародка й індукувати його розвиток. Формування верхівкової бруньки та коренів триває перші три роки, і тільки на 4-й рік з'являється на поверхні ґрунту перший лист.

Проростки (р) в перший рік свого існування мають листя довжиною до 1 см, на 2–4-й роки довжина листків дещо збільшується, а на кореневищі кожного року утворюється одне міжвузля. На 5–6 рік рослина переходить в ювенільний стан. Проростки третього-четвертого років можна побачити на рис. 3.

Ювенільні (j) рослини мають 2 невеличкі листки овальної форми довжиною 4–5 см шириною 2,5–3 см. Міжвузля сильно вкорочене, тому листки майже супротивні. Жилкування дугове, великих жилок 3. Висота рослини – 10–12 см. Кореневище коротке, потовщене. Придаткові корені зближені, в кількості 6–8 шт. У ювенільному стані рослина перебуває 2–3 роки.

Іматурні (im) рослини більші за ювенільні, нижній лист яйцеподібної форми довжиною

6,5–7,5 см, шириною 4,5–5 см. Верхній лист овально-ланцетний довжиною 7–9 см, шириною 4–4,5 см. Великих жилок 4–5 шт. Висота рослини становить 12–14 см. Кореневище товсте, коротке, з великою кількістю коренів і 6–9 міжвузлями. В іматурному стані рослина перебуває 2–3 роки.

Віргінільні (v) рослини мають добре розвинуену вегетативну сферу: довжина пагона збільшується, листки великі, майже однакової широкояйцевидної форми, за розмірами такі самі, як і у генеративних особин. Загальна площа листової поверхні становить 105–140 см². Довжина листя становить 10–12 см, ширина – 6–8 см. Великих жилок 8–9 шт. Висота рослини – 20–40 см. На кореневищі є 8–12 міжвузлів. У такому стані рослина перебуває 3–4 роки.

Молоді генеративні (g1) рослини відрізняються наявністю суцвіття – довгої китиці довжиною 5–25 см. Щороку у генеративному стані кореневище дає надземне квітконосне стебло, а підземний ріст продовжується за рахунок бічної бруньки, яка розташована біля основи генеративного пагона. На кореневищі є 10–15 міжвузлів. На товстому стеблі 2 листка однакової овальної форми і довжини розташовані майже супротивно. Кількість квіток у китиці сягає 5–20 шт. Ця стадія триває 3–4 роки.

Зрілі генеративні (g2) рослини мають довге суцвіття. Кореневище потужне та товсте, з 20–30 додатковими коренями і 15–35 міжвузлями. Число квіток і плодів у китиці становить 10–50. За літературними джерелами, генеративна стадія триває від 5 до 20 років та більше.

Старі генеративні (g3) рослини зовні схожі на зрілі, а основною їх відмінністю є кількість міжвузлів більше 30 і невеликі генеративні китиці.

Синільні рослини (s) майже не трапляються. Відрізняються блідо-зеленим чи жовтуватим



Рис. 3. Проростки *Neottia ovata* (L.) Bluff & Fingerh 3–4-річного віку (фото Т.В. Марухи)

забарвленням, відсутністю генеративних органів та невеликими листками довжиною 6–8 см і шириною 4–5 см. На кореневищі більше 30 міжвузлів.

Оцінку онтогенетичного стану популяцій робили в період цвітіння рослини. Спостерігали всі онтогенетичні стани, окрім синільного. Отриманий узагальнений матеріал представлений у вигляді онтогенетичних спектрів (табл. 1).

Онтогенетичні спектри *N. ovata* у всіх досліджуваних умовах повночленні, асиметричні. Відносну симетричність онтогенетичного спектру спостерігали в умовах *Molinietum (caeruleae)-eriphosum (polystachioni)*, де індекси відновлення і генеративності знаходяться майже на одному рівні і становлять 50,3 і 49,7% відповідно.

В угрупованнях *Fraxino-Alnetum*, *Festucetum (rubrae)-agrostidosum (tenuis)*, *Junco-Molinietum (caeruleae)* представлені центровані спектри з максимумом на зрілих генеративних рослинах та індексами генеративності вище 60% та індексами відновлення 33,9–38,3%. В асоціації *Festucetum (rubrae)-arnicosum (montanae)* в онтогенетич-

ному спектрі *N. ovata* переважають предгенеративні стани, індекс відновлення становить 64,6%. Усі досліджувані популяції стійкі, з нормальним розподілом онтогенетичних станів. Регресивних популяцій не виявлено (рис. 4).

Для порівняння впливу еколого-ценотичних умов на розвиток популяцій *N. ovata* було проведено їх віталітетний аналіз, теоретичні основи якого сформульовані Ю.А. Злобіним [19]. Оцінка віталітету популяцій проводилася на основі морфометричних показників рослин із встановленням індекса якості популяції. Оскільки досліджуваний вид є рідкісним, морфометрію проводили неушкоджуючими методами, тобто досліджували висоту рослин, довжину і ширину листків, площу листової поверхні, довжину суцвіття, кількість генеративних органів (бутонів, квіток, плодів). Для оцінки віталітету за результатами факторного аналізу обрали такі морфопараметри: площа листової поверхні, довжина суцвіття, кількість генеративних органів.

Інтегральною оцінкою якості популяцій є індекс якості популяції Q ($Q = 1/2(a+b)$), величина якого перебуває в амплітуді від 0 до 0,5.

Таблиця 1

Онтогенетична структура популяції *Neottia ovata* в різних фітоценотичних умовах

Фітоценотичні умови	Шифр	Онтогенетичні стани, %						Індекс відновлення %	Індекс генеративності %
		J	im	v	g1	g2	g3		
Fraxino-Alnetum	П1	5,6	11,9	16,4	24,5	27,6	14,0	33,9	66,1
<i>Festucetum (rubrae)-arnicosum (montanae)</i>	П2	14,6	22,8	27,2	20,8	13,7	0,9	64,6	35,4
<i>Festucetum (rubrae)-agrostidosum (tenuis)</i>	П3	8,6	10,3	16,3	25,4	28,5	8,9	35,2	64,8
<i>Molinietum (caeruleae)-eriphosum (polystachioni)</i>	П4	12,0	17,2	21,1	23,5	15,6	10,6	50,3	49,7
<i>Junco-Molinietum (caeruleae)</i>	П5	9,3	10,5	18,5	25,3	27,0	9,4	38,3	61,7

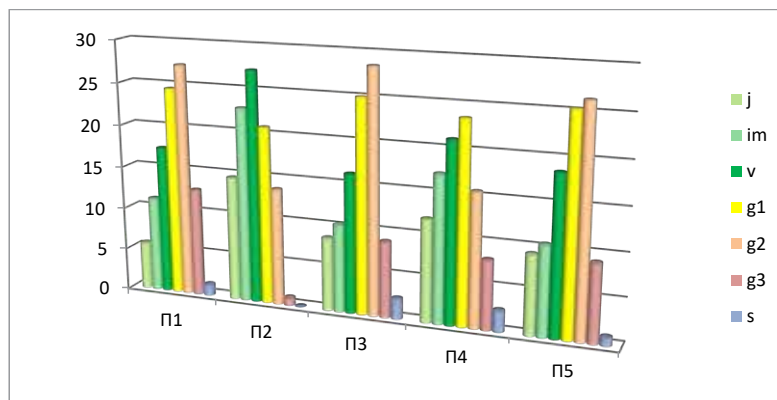


Рис. 4. Онтогенетичні спектри *Neottia ovata* в різних фітоценотичних умовах

Таблиця 2

Віталітетна структура популяцій *Neottia ovata* в різних фітоценотичних умовах

Умови росту	Класи віталітету			Індекс якості Q	Тип популяції	Щільність, шт./м ²
	A	B	C			
<i>Fraxino-Alnetum</i>	0,08	0,77	0,15	0,43	Рівноважна	0,7
<i>Festucetum (rubrae)-arnicosum (montanae)</i>	0,09	0,55	0,36	0,32	Рівноважна	4,5
<i>Festucetum (rubrae)-agrostidosum (tenuis)</i>	0,16	0,65	0,19	0,41	Рівноважна	4,0
<i>Molinietum (caeruleae)-eriphosum (polystachioni)</i>	0,05	0,74	0,21	0,39	Рівноважна	5,2
<i>Junco-Molinietum (caeruleae)</i>	0,68	0,27	0,05	0,47	Процвітаюча	38,0

За співвідношенням класів віталітету чотири популяції виявились рівноважними, одна – процвітаючою. Найвищий індекс якості популяції *N. ovata* (0,47) виявився в умовах *Junco-Molinietum (caeruleae)*. Це єдина асоціація, де в рослин досліджуваного виду були наявні три листки.

Найнижчий індекс якості популяції *N. ovata* (0,32) виявився в умовах *Festucetum (rubrae)-arnicosum (montanae)* на висоті 985 м н. р. м, оскільки частка особин нижчого класу віталітету в цій популяції максимальна – 21%. Процвітаюча популяція *N. ovata* з індексом якості 0,47 і переважанням рослин вищого класу А – 68% – сформувалась в умовах *Junco-Molinietum (caeruleae)*. У решті популяцій індекс якості перебуває в межах 0,40–0,43, що свідчить про їх врівноваженість і стійкість (табл. 2).

Висновки. Дослідження декількох популяцій *N. ovata* показали, що залежно від еколого-ценотичних умов – широколистяного лісу, гірських мезофітних пасовищ чи вологих молінієвих лук – усі популяції відрізняються за щільністю (0,7–38,0 шт./м²) і площею популяційного поля, яка коливається від 3 до 200 м².

Аналіз онтогенетичних спектрів досліджуваних популяцій виявив, що всі популяції нор-

мальні і повночленні, з максимумом на зрілих генеративних станах в асоціаціях *Fraxino-Alnetum*, *Festucetum (rubrae)-agrostidosum (tenuis)*, *Junco-Molinietum (caeruleae)* з переважанням молодих генеративних рослин в асоціації *Molinietum (caeruleae)-eriphosum (polystachioni)* та з домінуванням особин у віргінільному стані в угрупованні *Festucetum (rubrae)-arnicosum (montanae)*.

Віталітетний аналіз виявив, що в умовах *Junco-Molinietum (caeruleae)* сформувалась процвітаюча популяція *N. ovata* з індексом якості 0,47 і переважанням рослин вищого класу якості (68%). В інших еколого-ценотичних умовах сформувались рівноважні популяції з переважанням особин середнього класу якості (55–77%). Індеси якості популяцій коливались у межах 0,32–0,43. Найнижчий індекс якості – 0,32 – виявився в умовах *Festucetum (rubrae)-arnicosum (montanae)*.

Для збереження рідкісного червонокнижного виду *N. ovata* та підтримання його популяцій в рівноважному та процвітаючому стані слід забезпечити режим охорони та раціонального використання місцезростань, особливо це стосується біотопів молінієвих лук, які охороняються Директивою Ради Європи 92/43/ЄС (№ 6410).

Література:

- Дідух Я.П., Шеляг-Сосонко Ю.Р. Геоботанічне районування України та суміжних територій. *Український ботанічний журнал*. 2003. № 60 (1). С. 6–17.
- Дмитраш І.І., Шумська Н.В. Динаміка демографічних показників популяцій деяких видів родини *Orchidaceae* у Галицькому національному природному парку. *Вісник Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна. Серія «Біологія»*. 2014. № 20 (1100). С. 265–271.
- Каталог типів оселищ Українських Карпат і Закарпатської низовини / ред. Б. Проць, О. Кагало. Львів : Меркатор, 2012. 294 с.
- Кагало О.О., Царик Й.В., Скібіцька Н.В. Пропозиції до методики моніторингу популяцій видів рослин, включених до Червоної книги України. *Вісник Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника. Серія «Біологія»*. 2012. Вип. 17. С. 3–8.
- Конвенція про міжнародну торгівлю видами дикої фауни і флори, що перебувають під загрозою зникнення (CITES). Додатки I, II, III від 25.05.2024 р. URL: <https://cites.org/eng/app/appendices.php>.
- Лоя В. Орхідеї Закарпаття через призму охоронних категорій Міжнародного союзу охорони природи. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія «Біологія»*. 2011. Вип. 30. С. 21–24.
- Удосконалена схема фізико-географічного районування України / О.М. Маринич, Г.О. Пархоменко, О.М. Петренко, П.Г. Шищенко. *Український географічний журнал*. 2003. № 1. С. 16–20.

8. Оселищна концепція збереження біорізноманіття : базові документи Європейського Союзу / ред. О.О. Кагало, Б.Г. Проць. Львів : ЗУКЦ, 2012. 278 с.
9. Панченко С.М. Флора національного природного парку «Деснянсько-Старогутський» та проблеми охорони фіторізноманіття Новгород-Сіверського Полісся : монографія / за заг. ред. С.Л. Мосякіна. Суми : Університетська книга, 2005. 170 с.
10. Природний заповідник «Горгани». Рослинний світ / ред. Т.Л. Андрієнко та ін. Київ : Фітосоціоцентр. 2006 р. 400 с.
11. Про схвалення Концепції Загальнодержавної програми збереження біорізноманіття на 2005–2025 роки : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 22 вересня 2004 р. № 675-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/675-2004-%D1%80#Text>.
12. Смоляр Н.О., Смаглюк О.Ю. Знахідки орхідних на території басейну нижньої Сули (Україна). *Чорноморський ботанічний журнал*. 11 (4), 2011. С. 535–542. URL: <https://doi.org/10.14255/2308-9628/15.114/9>.
13. Фіторізноманіття заповідників і національних природних парків України. Ч.1. Біосферні заповідники. Природні заповідники / за ред. В.А. Онищенко, Т.Л. Андрієнко. Київ : Фітосоціоцентр, 2012. 406 с.
14. Червона книга України. Рослинний світ / за ред. Я.П. Дідуха. Київ : Глобоконтсалтинг, 2009. 912 с.
15. GBIF (2024). Глобальний інформаційний фонд біорізноманіття. URL: <https://www.gbif.org/ru/species/2816250>.
16. Klymenko H.O., Kovalenko I.M. Basic approaches to determining stability of populations of rare plant species. *Studia biologica*. 2016. № 10 (2). P. 123–132. URL: <http://dx.doi.org/10.30970/sbi.1002.478>.
17. Vitality dynamics of populations of some legume species in floodplain meadows of the Psel river basin under grazing and haymaking / K. Kyrylchuk, V. Skliar, O. Tykhonova, O. Kobzhev. *Scientific Papers Horticulture*. Series B. 2021. Vol. LXV. 1. P. 406–414.
18. Shefferson R., Kull T., Tali K. Mycorrhizal interactions of orchids colonizing Estonian mine tailings hills. *Amer. J. Botany*, 2008, 95(2). 156–164. URL: <https://doi.org/10.3732/ajb.95.2.156>.
19. Yu. Zlobin, I. Kovalenko, H. Klymenko, K. Kyrylchuk, L. Bondarieva, O. Tykhonova, I. Zubtsova Vitality Analysis Algorithm in the Study of Plant Individuals and Populations / Yu. Zlobin, I. Kovalenko, H. Klymenko, K. Kyrylchuk, L. Bondarieva, O. Tykhonova, I. Zubtsova. *The Open Agriculture Journal*. 2021. № 15. P. 119–129. URL: <https://doi.org/10.2174/1874331502115010119>.

References:

1. Didukh, Ya. P., & Shelyag-Sosonko, Yu.R. (2003). Geobotanichne raionuvanna Ukrainy ta sumiznyh terytoriy [Geobotanical zoning of Ukraine and adjacent territories]. *Ukrainsky botanichny journal – Ukrainian botanical journal*, 60 (1), 6–17. [In Ukrainian].
2. Dmytrash, I.I., & Shumska, N.V. (2014). Dynamics demografichnyh pokaznykiv populiatsiy deyakyh vydiv rodyny *Orchidaceae* v Galytskomu natsionalnomu pryrodnomu parku [Dynamics of demographic indicators of populations of some species of the *Orchidaceae* family in the Halyskyi National Natural Park]. *Visnyk Kharkivskogo natsionalnogo universitetu im. V.N. Karolina. Seria Biologia – Bulletin of Kharkiv National University named by V.N. Karazin. Series Biology*, 20 (1100), 265–271. [In Ukrainian].
3. Prots, B., & Kagalo, A. (Eds) (2012). Katalog typiv oselysh Ukrainskih Karpat I Zakarpatskoi nyzovyny [Catalogue of habitat types of the Ukrainian Carpathians and Transcarpathian Lowland]. Lviv: Mercator. [in Ukrainian].
4. Kagalo, O.O., Tsaryk, Y.V., Skibitska, N.V. etc. (2012). Propozytsii do metodyky monitoryngu populiatsiy vydiv roslin, vkluchenyh do Chervonoi knygy Ukrainy [Proposals for the methodology of monitoring the populations of plant species included in the Red Book of Ukraine]. *Visnyk Prykarpatskogo natsionalnogo universitetu imeni Vasylia Stefanyka. Seria Biologia – Bulletin of the Vasyl Stefanyk Precarpathian National University. Biology Series*. 17, 3–8. [in Ukrainian].
5. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. Annexes I, II and III: effective from 10.03.2016. CITES–UNEP. 2016. S. 1–46. Retrieved from <https://cites.org/eng/disc/text.php>.
6. Loya, V. (2011). Orhidei Zakarpattia cherez pryzmu ohoronnyh kategori Miznarodnogo sojuzu ohorony pryrody [Orchids of Transcarpathia through the prism of protection categories of the International Union for Conservation of Nature]. *Naukovy visnyk Uzgorodskogo universytetu. Serija Biologia – Scientific Bulletin of Uzhhorod University. Series Biology*, 30, 21–24. [In Ukrainian].
7. Marynych, O. M., Parkhomenko, G. O., Petrenko, O. M., & Shishchenko, P.G. (2003). Udoskonalena shema fizykoгеографічного раіонування України [Improved scheme of physiogeographical zoning of Ukraine]. *Ukrainsky geографіchny журнал -Ukrainian Geographical Journal*, 1, 16–20. [In Ukrainian].
8. Kagalo, O.O., & Prots, B.G. (Eds.) (2012). *Oselyshna kontseptsia zberезennia bioriznomanittia: bazovi dokumenty Evropeyskogo Sojuzu [Habitat concept of biodiversity conservation: basic documents of the European Union]*. Lviv: ZUKTS. [In Ukrainian].
9. Panchenko, S.M. (2005). *Flora natsionalnogo pryrodного parku “Desnyansko-Starogutsky” ta problem ohorony phytoriznomanitta Novgorog-Siverskogo Polissya: Monographia [Flora of the National Nature Park “Desnyansko-Starogutskiy” and the problems of protecting the phytodiversity of the Novgorod-Siversky Polissia: Monograph]* / ed. S.L. Mosyakin. Sumy: University Book [In Ukrainian].
10. Andrienko, T.L. et al. (2006). *Pryrodny zapovidnyk “Gorgany”. Roslynny svit [Nature reserve “Gorgany”. Plant world]* Kyiv: Phytosocial Center.

11. Rozporiadzennya KMU "Pro shvalennya Kontseptsii Zagalnodertzavnoi programy zberezennya bioriznomanit-tia na 2005-2025 roky vid 22 veresnya 2004 r № 675-p [Order of the CMU On approval of the Concept of the National Program for the Conservation of Biodiversity for 2005-2025 dated September 22, 2004 No. 675]/ <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/675-2004-%D1%80#Text> [In Ukrainian].
 12. Smolyar, N.O., & Smaglyuk, O.Yu. (2011). Znahidky orhidnyh na terytorii baseinu nyznyoi Suly (Ukraina) [Findings of orchids in the territory of the Lower Sula Basin (Ukraine)]. *Chornomorsky botanichny jurnal – Black Sea Botanical Journal*. 11 (4), 535–542. <https://doi.org/10.14255/2308-9628/15.114/9>. [In Ukrainian].
 13. Onishenko, V.A., Andrienko, T.L. et al. (Eds.) (2012). *Phytoriznomanitta zapovidnykiv i natsionalnyh pryrodnyh parkiv Ukrainy. Chastyna 1. Biospherni zapovidnyky. Pryrodni zapovidnyky. [Phytodiversity of reserves and national natural parks of Ukraine. Part 1. Biosphere reserves. Nature reserves]* Kyiv: Phytosocialcenter. [In Ukrainian].
 14. Didukh, Ya. P. (eds). (2009). *Chevrона knyga Ukrainy. Roslynnny svit [Red Book of Ukraine. Plant world]*. Kyiv: Globoconsulting. [In Ukrainian].
 15. GBIF (2024) Global Biodiversity Information Fund. URL: <https://www.gbif.org/ru/species/2816250>.
 16. Klymenko, H.O., & Kovalenko, I.M. (2016). Basic approaches to determining stability of populations of rare plant species. *Studia biologica*, 10 (2), 123–132. <http://dx.doi.org/10.30970/sbi.1002.478>.
 17. Kyrylchuk, K., Skliar, V., Tykhonova O., & Kobzhev O. (2021). Vitality dynamics of populations of some legume species in floodplain meadows of the Psel river basin under grazing and haymaking. *Scientific Papers Horticulture. Series B*, Vol. LXXV, 1, 406–414.
 18. Shefferson, R., Kull, T., & Tali, K. (2008). Mycorrhizal interactions of orchids colonizing Estonian mine tailings hills. *Amer. J. Botany*, 95(2). 156–164. <https://doi.org/10.3732/ajb.95.2.156>.
 19. Zlobin, Yu., Kovalenko, I., Klymenko, H., Kyrylchuk, K., Bondarieva, L., Tykhonova, O., & Zubtsova, I. (2021). Vitality Analysis Algorithm in the Study of Plant Individuals and Populations. *The Open Agriculture Journal*, 15, 119–129. <https://doi.org/10.2174/1874331502115010119>.
-

Географія

УДК 338.48(470.12)

DOI <https://doi.org/10.32782/NSER/2024-6.17>

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ОПОРНОГО ТУРИСТСЬКО-РЕКРЕАЦІЙНОГО КАРКАСУ

Запотоцький Сергій Петрович

доктор географічних наук, професор,

декан географічного факультету

Київського національного університету імені Тараса Шевченка

ORCID ID: 0000-0002-3515-4187

Scopus author ID: 57197796087

Researcher ID: <https://www.researchgate.net/profile/Sergii-Zapototskyi>

Тищенко Світлана Володимирівна

кандидат економічних наук, доцент,

доцент кафедри економіки, підприємництва та туризму

Поліського національного університету

ORCID:0000-0001-5650-5575

Scopus author ID: A-8931-2018

Researcher ID: <https://www.webofscience.com/wos/author/record/156771>

У статті зазначено, що туризм є соціально-економічним явищем, яке характеризується нерівномірним розвитком у просторі, основною причиною диференціації є наявність різних факторів впливу, на особливу увагу серед яких заслуговує розподіл туристсько-рекреаційних ресурсів. Встановлено, що тотальний аналіз туристсько-ресурсного потенціалу обраної території (регіон, область, громада) дозволить визначити причини диференціації на ринку туристичних послуг, а також посилити конкурентні переваги. Доведено, що основним підґрунтям формування туристсько-рекреаційної системи є опорний каркас. Дослідженням питань опорного каркасу присвячено багато наукових праць як географічної, так і соціально-економічної шкіль вiтчизняних та закордонних науковцiв. Виявлено, що теорія опорного каркасу розглядається в різних напрямках, таких як каркас розселення, транспортний каркас, історико-культурний каркас, природно-екологічний каркас тощо. Уявлення конструкції опорного туристсько-рекреаційного каркаса регіону необхідне для його раціонального туристського освоєння. Встановлено, що опорний туристсько-рекреаційний каркас території відіграє ключову роль у забезпеченні її цілісності, ефективного функціонування та керованості. Досліджено основні елементи опорного туристсько-рекреаційного каркасу, а саме: опорні точки зростання, зону приміського відпочинку, мережу туристських маршрутів, яка з'єднує всю структуру туристсько-рекреаційного каркасу території та транзитні коридори (транспортні магістралі – автомобільні, залізничні, водні, повітряні). Виявлено основні елементи туристсько-рекреаційного каркасу – ареали, ядра, осі, локуси. Встановлено, що особливі конфігурації ключових елементів можуть формувати різні типи просторової структури опорного туристсько-рекреаційного каркасу території. До них слід віднести: моноцентричний радіально-променевий тип, моноцентричний радіально-кільцевий тип, поліцентричний решітчастий тип, поліцентричний лінійний тип, поліцентричний басейновий тип, поліцентричний фасадний тип. Досліджено, що туристсько-рекреаційний каркас становить систему просторової організації туризму і рекреації, яка має ієрархічну структуру. Основні рівні цієї ієрархії включають глобальний, національний, регіональний, місцевий та локальний.

Ключові слова: опорний туристсько-рекреаційний каркас, туризм, рекреація, ареали, ядра, осі, локуси.

Zapototskyi S. P., Tyshchenko S. V. Theoretical foundations of the formation of the supporting tourist and recreational framework

The article notes that tourism is a socio-economic phenomenon characterized by uneven development in space, the main reason for differentiation is the presence of various factors of influence, among which the

distribution of tourist and recreational resources is of particular importance. It is established that a total analysis of the tourist and resource potential of the selected territory (region, oblast, community) will allow to determine the reasons for differentiation in the market of tourist services, as well as to strengthen competitive advantages. It is proved that the main basis for the formation of a tourist and recreational system is the supporting framework. Many scientific works of both geographical and socio-economic schools of domestic and foreign scholars are devoted to the study of the supporting framework. It has been found that the theory of the supporting framework is considered in different directions, such as: the settlement framework, the transport framework, the historical and cultural framework, the natural and ecological framework, etc. The presentation of the design of the basic tourist and recreational framework of the region is necessary for its rational tourist development. It is established that the supporting tourist and recreational framework plays a key role in ensuring its integrity, effective functioning and manageability. The main elements of the supporting tourist and recreational framework are investigated, namely: the supporting growth points, the suburban recreation area, the network of tourist routes that connects the entire structure of the tourist and recreational framework of the territory and transit corridors (transport routes – road, rail, water, air). The main elements of the tourist and recreational framework are identified: areas, cores, axes, loci. It has been established that special configurations of key elements can form different types of spatial structure of the supporting tourist and recreational framework of the territory. These include: monocentric radial-beam type, monocentric radial-ring type, polycentric lattice type, polycentric linear type, polycentric pool type, polycentric facade type. It has been researched that the tourist and recreational framework is a system of spatial organization of tourism and recreation, which has a hierarchical structure. The main levels of this hierarchy include global, national, regional and local.

Key words: *supporting tourist and recreational framework, tourism, recreation, areas, cores, axes, loci.*

Вступ. Туризм – це один із ключових секторів економіки, який суттєво впливає на розвиток регіонів. Основу планування туристських територій становить опорний туристсько-рекреаційний каркас, що забезпечує цілісність і ефективність туристичного простору. Від того, як побудований цей каркас, залежить конкурентоспроможність регіону в туристичній сфері. Це підкреслює його важливість для місцевої економіки та покращення якості життя мешканців. Туристична діяльність не лише сприяє соціально-економічному розвитку території, але й відіграє важливу роль у збереженні та раціональному використанні природних ресурсів. Вона стимулює створення нових робочих місць, відкриває можливості для розвитку монопрофільних міст і сіл, а також сприяє зростанню підприємницької та інвестиційної активності. Туризм допомагає підвищити рівень життя населення, розширити міжрегіональну співпрацю та забезпечити екологічно стійке використання рекреаційних ресурсів, що є ключовим для збереження природного середовища.

Концептуальні засади ефективного розміщення господарства і населення в географічному просторі були закладені в працях класиків: І. Тюннена, В. Лаундхардта, А. Вебера, А. Льюша, В. Кристаллера [9; 10], N. Leiper [17]. Але на цьому науковці не зупинилися. У пізніших працях розглядається опорний каркас як база для розвитку різних напрямків у дослідженнях розселення, транспорту, історико-культурної спадщини, природно-екологічного напрямку тощо. Особливий акцент робиться на дослідженні туризму і рекреації в просторовому розрізі, який базується на опорному туристсько-рекреаційному каркасі визначеної території. Сьогодні концепція опорно-

туристського каркасу активно застосовується при просторовому плануванні туризму і рекреації за кордоном. У цьому напрямку є багато недосліджених питань, які потребують вирішення та удосконалень.

Матеріали і методи. Метою нашого дослідження є аналіз особливостей просторової організації опорного туристсько-рекреаційного каркасу визначеної території. У статті використовувалися такі методи дослідження: теоретичні, методи географічних досліджень та порівняльно-географічні, формалізовані.

Результати. Туризм як соціально-економічне явище характеризується нерівномірним розвитком у просторі, що зумовлено безліччю чинників, основним з яких є територіальний розподіл туристсько-рекреаційних ресурсів. Аналіз територіальної структури туризму та особливостей його розвитку в межах обраного регіону дозволяє не тільки виявити причини відмінностей у туристичному запиті та пропозиції, але й передбачити послідовні кроки для створення конкурентних переваг. Це також допомагає впливати на ключові елементи туристської системи в конкретних районах та сприяти усуненню територіальної неоднорідності.

Підґрунтям територіальної структури туризму виступає туристський опорний каркас, що базується на понятті «система». За вченням Г.А. Грузинцева, «будь-яка система складається з елементів, пов'язаних між собою певними відносинами, які і утворюють синтез, що лежить в основі системи» [1].

Формування опорного каркасу туристсько-рекреаційної мережі країни, на думку О.О. Любіцевої, дасть можливість сконцентрувати фінан-

сові, будівельні, кадрові ресурси, сформувати конкурентоздатний національний туристичний продукт для ринку міжнародного туризму [13].

Слід зауважити, що формування ідеї опорного каркасу території було започатковано Н.Н. Баранським (1956 р.), а його подальше удосконалення відбулося завдяки роботам Г.М. Лаппо [12] та інших науковців. Початок теоретичного осмислення територіальної диференціації географічного простору було покладено німецьким економістом (модель І. Тюнена [26]). Передумовою формування концепції опорного каркасу території, яка в сучасному світі є теоретичною базою територіального планування, є теорії В. Крісталлера (1966 р.) [10], В. Лаунхардта [29].

Опорний каркас розглядається і в інших напрямках діяльності, таких як каркас розселення [4; 18; 16; 20], транспортний каркас [23; 2], історико-культурний каркас [21], природно-екологічний каркас та антропогенно-техногенне навантаження на територію [19, 28] тощо.

У період 1960–1980-х років була створена низка концепцій територіальної організації туризму такими вченими, як N. Leiper (1979 р.) [17], A. Holden, C.K. Кемпбелл, Д.С. Мерсер, Ж.О.Ж. Лундгрєн, Ж. Каза, Ю.І. Пітюренко, П.М. Полян, Ю.А. Ведєнін тощо. Для всіх зазначених концепцій було характерне застосування системно-структурного та антропоцентричного підходів.

В узагальненому вигляді «опорний каркас території є лінійно-вузловою системою, що складається з міст (вузли) і магістралей, що їх пов'язують (лінії), які утворюють в сукупності свого роду кістяк, на якому все тримається і який формує територію, надаючи їй певну конфігурацію» [8]. Опорний каркас території відіграє ключову роль у забезпеченні її цілісності, ефективного функціонування та керованості. Окрім загального соціально-економічного каркасу, існують також спеціалізовані структури, які відображають просторову організацію та специфіку роботи окремих галузей і сфер діяльності. Однією з таких структур є опорний туристсько-рекреаційний каркас. Ця складова є стабільною частиною території, яка володіє значним потенціалом для самостійного динамічного розвитку. Вона сприяє формуванню зв'язності та гармонійності туристичного простору, забезпечуючи досягнення важливих соціально-економічних цілей і спрямованість на просторовий розвиток, орієнтований на потреби суспільства. Поряд з таким терміном виділяють термін «туристичний каркас території» – сукупність точкових (дискретних) та ареальних елементів територіальної структури туристичного комплексу у межах певного регіону (пункт, центр, вузол, агломерація), об'єднаних функціональними зв'язками, і транспортних магістралей, що їх з'єднують [27].

Туристська діяльність виступає каталізатором соціально-економічного розвитку регіону, стимулюючи створення нових робочих місць, відкриваючи нові можливості для розвитку монопрофільних міст і сільських населених пунктів, сприяючи зростанню підприємницької та інвестиційної активності, підвищенню рівня життя населення, розширенню міжрегіональної співпраці та раціональному використанню рекреаційних ресурсів.

На нашу думку, опорний туристсько-рекреаційний каркас території – це лінійно-вузлова система просторової організації туристсько-рекреаційної діяльності, в якій вузли являють собою розвинені туристські території (дестинація, туристичні центри, кластери тощо), які мають стабільні й регулярні національні та транспортно-комунікаційні зв'язки між собою. Ключовими елементами опорного туристсько-рекреаційного каркасу, як і в будь-якій каркасній системі, є вузли та лінійні зв'язки між ними.

Спостерігається використання планувального, природно-рекреаційного та антропогенного каркасів території містобудівниками, особливо з урахуванням об'єктів рекреаційного значення, в процесі розробки Генеральної схеми планування України (2002 р.) та при районному плануванні областей і адміністративних районів. Наприклад, Генеральна схема, яка є основним містобудівним документом на державному рівні, включає схему «Території рекреаційного призначення», де зазначено межі лісових кварталів, лісів історико-культурного призначення, експлуатаційних лісів, лісогосподарської частини лісів зеленої зони, лісопарків зеленої зони, захисних лісів [24]. Також у законопроекті № 3337 зазначено, що «прийняття законопроекту створить підґрунтя для функціонування Генеральної схеми на основі провідних геоінформаційних технологій, формуючи каркас для національної геоінформаційної системи, а також узгодженого та прозорого управління» [25].

Опорний туристсько-рекреаційний каркас можна порівняти зі «скелетом» туристсько-рекреаційного району, у той час як інші, менш значущі в туристичному плані території є «тканиною» району. Ця «тканина» служить резервом для подальшого розвитку каркасу. Опорний туристсько-рекреаційний каркас включає в себе такі основні елементи:

– опорні точки зростання. Ці точки розташовані на територіях, де оптимально поєднуються різні ресурси та умови для розвитку туризму і рекреації. Серед них виділяються ядра каркасу, які є основними центрами туризму і рекреації в досліджуваному регіоні;

– зону приміського відпочинку, призначену для мешканців міст та оснащену всією необхідною туристсько-рекреаційною інфраструктурою.

Ця зона особливо популярна у вихідні, коли спостерігаються піки відвідуваності;

– мережу туристських маршрутів, що є ключовими елементами, які поєднують усю структуру туристсько-рекреаційного каркасу території. Вона формує текстуру туристсько-рекреаційного району, визначаючи його освоєність, транспортну доступність і щільність об'єктів туристичного інтересу;

– транзитні коридори, що виконують важливу транспортну функцію. До них належать різні транспортні магістралі, такі як автомобільні, залізничні, водні та повітряні шляхи, що забезпечують транзит вантажів та пасажирів.

Проектування опорного туристсько-рекреаційного каркаса підкреслює його складну функціональну організацію і структуру. Важливими елементами є ядра, опорні точки, транспортні коридори, а також лінійні та точкові елементи. Це можуть бути кар'єри, озера та природні об'єкти. Ці елементи об'єднують ядра в єдину туристсько-рекреаційну мережу, забезпечуючи транзитне переміщення туристів.

Так, П. Царик та Л. Царик [30] виділяють композиційні (функціонально-планувальні) елементи регіональних туристсько-рекреаційних систем (за С.Ю. Колбовським), як і є базою для формування опорного туристсько-рекреаційного каркасу:

– ареали – це зони концентрації туристсько-рекреаційних і санаторно-курортних ресурсів, які приваблюють туристів та є основою розвитку туризму. Вони слугують вузловими точками організованого територіально-рекреаційного комплексу (ОТРК) на верхніх рівнях ієрархії. На національному рівні ареали можуть бути великими зонами зосередження туристичних ресурсів та інфраструктури, включаючи готелі, турбази, ресторани, марковані маршрути тощо, що охоплюють значну частину регіону або навіть кілька суміжних адміністративних одиниць. На регіональному рівні ОТРК-ареали охоплюють території в межах одного чи декількох прилеглих адміністративних районів;

– ядра – це функціональні центри ареалів різних рівнів ієрархії, де зосереджений максимальний туристсько-рекреаційний потенціал. Вони організують розподіл туристських потоків. У ролі ядер виступають центральні частини міст з архітектурно та історично цінним середовищем, малі історичні населені пункти, курортні міста та села. Вони забезпечують туристичну діяльність трудовими ресурсами та спеціалізованою інфраструктурою. Залежно від масштабів туристичних ресурсів і насиченості інфраструктурою ядра можуть класифікуватися за рангами – перший, другий, третій;

– осі – це транспортно-маршрутні коридори, які об'єднують ареали та ядра в межах ареалів

у єдину територіальну структуру. Вони забезпечують транспортну доступність, можливості для використання наявних ареалів та освоєння нових територій. Відповідно до рівня ієрархії осі ОТРК можуть мати різний тип: транзитні осі – туристські маршрути загальнонаціонального або міжнародного значення (міжнародні та транзитні автодороги, залізниці, круїзні лінії); основні регіональні осі – це маршрути водного, кінного, пішохідного туризму великої протяжності, а також багатоденні автомобільні маршрути; місцеві осі – маршрути невеликої протяжності місцевого значення;

– локуси – точкові елементи ОТРК, які включають окремі пам'ятки, природні об'єкти, санаторії, турбази, будинки відпочинку, а також локації для зупинок під час екскурсій та елементи сценаріїв маршрутів.

Існують різні види опорних каркасів території, що зумовлені особливостями конфігурації своїх ключових елементів. Вони формують різні типи планової структури, описані в працях [3; 11–16; 21; 32] (табл. 1).

Туристсько-рекреаційний каркас є ієрархічною системою просторової організації туризму і рекреації. Можна виділити такі основні ієрархічні рівні: глобальний, національний, регіональний, місцевий, локальний. Глобальний рівень ОТРК характеризує загальні просторові закономірності функціонування світової індустрії туризму. Вузлами опорного туристсько-рекреаційного каркасу глобального рівня є ключові туристські дестинації.

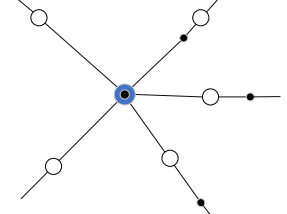
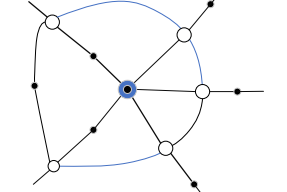
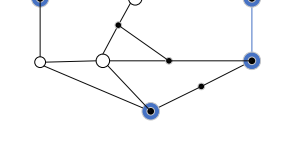

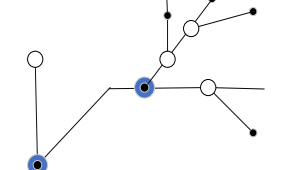
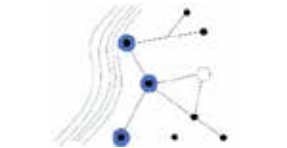
Такі території охоплюють великі туристські регіони, іноді кількох країн, наприклад, Альпи, Карибські острови. Вузлами можуть виступати і окремі країни, а іноді міста, що істотно виділяються туристським потенціалом і розвиненістю туристської інфраструктури, а також великі регіони країн-гігантів – Каліфорнія і Флорида у США. Умовно лінійні елементи глобального ОТРК становлять сформовані напрямки світових туристських потоків, представлених повітряними, морськими, залізничними, автомобільними маршрутами.

Національний рівень ОТРК передбачає виокремлення вузлів як головних ареалів туристсько-рекреаційної діяльності. В Україні такими вузлами виступають Київ, Львів, Одеса, Дніпро тощо, що «стягують» на себе більшу частину внутрішнього турпотoku країни і практично весь турпотік з-за кордону. Вузли ОТРК національного рівня мають загальнодержавну популярність. Їх об'єднують лінії – зв'язки, що утворені магістралями загальнодержавного значення і регулярними маршрутами між великими аеропортами, морськими і річковими портами.

Одні і ті ж об'єкти опорного туристсько-рекреаційного каркасу при розгляді на різних

Таблиця 1

Типи просторової структури опорного туристсько-рекреаційного каркасу території

	<p><i>Моноцентричний радіально-променевий тип.</i> Організація територіально-рекреаційного каркасу формується за допомогою яскравого та виразного адміністративного центру, де знаходиться значна частина туристських ресурсів та інфраструктури. Транспортно-інфраструктурні зв'язки мають радіально-променевий тип, тобто спрямовуються від головного центру до центрів нижчого рівня. Туристсько-рекреаційні центри другого та третього порядку (ядра 2-го і 3-го рангів) розміщуються навколо головного центру на певній відстані вздовж основних транспортних магістралей</p>
<p>● – вузли ОТРК 1-го рангу; ○ – вузли ОТРК 2-го рангу; ● – вузли ОТРК 3-го рангу; локуси: — основні осі ОТРК; — допоміжні осі ОТРК</p>	
	<p><i>Моноцентричний радіально-кільцевий тип.</i> Опорний туристсько-рекреаційний каркас заснований на радіально-променевому типі, тобто між самими центрами другого і третього порядків виникають транспортні осі, вони перпендикулярні основним радіусам</p>
	<p><i>Поліцентричний решітчастий тип.</i> Опорний туристсько-рекреаційний каркас характерний для вже освоєних і густозаселених рівнинних територій з туристсько-рекреаційними центрами майже однакової значимості. Тут є і менш значущі центри. Транспортна інфраструктура є решітчастою, що найбільш ефективно. Здійснюється наближений до рівномірного розподіл туристичних потоків</p>
	<p><i>Поліцентричний лінійний тип.</i> Опорний туристсько-рекреаційний каркас характерний для регіонів, через які проходить потужна транспортна магістраль, вздовж якої знаходяться всі відповідні туристсько-рекреаційні центри</p>
	<p><i>Поліцентричний басейновий тип.</i> Опорний туристсько-рекреаційний каркас характерний для гірських регіонів, де туристсько-рекреаційний простір організований навколо гірських хребтів і річкових долин. Там же і розташовані туристсько-рекреаційні центри та вся інфраструктура</p>
	<p><i>Поліцентричний фасадний тип.</i> Опорний туристсько-рекреаційний каркас характерний для приморських регіонів, основні туристсько-рекреаційні центри яких розташовані вздовж морського узбережжя. Тут зосереджені всі туристсько-рекреаційні ресурси в межах кожного ареалу, що задовольняють потреби як туристів, так і місцевих мешканців. Усі ареали з'єднані транспортною магістраллю, за якою можна дістатися до ядер меншого порядку або локусів</p>

просторових рівнях беруть участь у формуванні відповідних каркасів, але змінюють свої функціонально-статусні характеристики. Так, об'єкти, що виступають локусами або ядрами 2-го і 3-го рангів в ОТРК національного рівня, стають ядрами 1-го рангу на регіональному рівні; регіональні локуси можуть бути ядрами місцевого рівня. Ця закономірність характерна і для опорного туристсько-рекреаційного каркасу різного масштабу: в національному ОТРК осями виступають тільки залізничні дороги і автомагістралі державного значення, найважливіші річкові транспортні магістралі з регулярними круїзними маршрутами, а також міжнародні аеропорти; на регіональному ж і місцевому рівні осями ОТРК

є вже всі дороги регіонального та місцевого значення, навіть ґрунтові автодороги. У локальному ОТРК взагалі не обов'язкові транспортні шляхи в повному сенсі цього слова. Достатньо пішохідних маршрутів.

Також необхідно відзначити, що ОТРК будь-якого рівня є досить динамічним формуванням. Він може як розвиватися, так і деградувати. Найбільш типовим фактором розвитку є поліпшення економіко-географічного положення території за рахунок покращення транспортної доступності (наприклад, будівництво нової дороги або аеропорту). Деградація елементів ОТРК відбувається частіше у разі нераціонального використання туристсько-рекреаційного потенціалу та критич-

ного вичерпання важливих ресурсів. Соціально-економічні, політичні та екологічні явища та процеси можуть негативно впливати на розвиток туризму.

Висновки. Ми висвітлили ключові аспекти формування опорного туристсько-рекреаційного каркасу як основи для просторової організації

туризму та рекреації. Туризм є соціально-економічним явищем, розвиток якого нерівномірно розподілений через різноманітні фактори, включаючи ресурсну базу. Опорний каркас забезпечує ефективне функціонування туристичної системи, її конкурентоспроможність та управлінську цільність.

Література:

1. Аріон О.В. Рекреаційна географія: парадигми та вектори розвитку : навчально-методичний посібник до спецкурсу для студентів освітнього рівня «магістр» спеціальності 106 «Географія». Київ, 2023. 93 с.
2. Безлюбченко О.С. Урбаністика : навчальний посібник для студентів напряму підготовки «Будівництво». Харків, 2015. 274 с.
3. Регіональна економіка : словник-довідник / О.Д. Богорад, О.М. Невелєв, В.М. Падалка, М.В. Підмогильний ; за ред. М.В. Підмогильного. Київ : НДІСПМ, 2004. 346 с.
4. Гладкий О. Міські системи розселення: становлення та структура. *Вісник Київського національного університету. Серія «Географія»*. 2014. № 1 (62). С. 16–22. URL: <https://visnyk-geo.knu.ua/wp-content/uploads/2016/04/6-62.pdf> (дата звернення: 10.12.2024).
5. ДАРТ. Динаміка податкових надходжень від регіонів за I півріччя 2023 року. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_b_1_3_97/1-1-0-342 (дата звернення: 10.12.2024).
6. Запотоцький С., Горін І. Туристично-рекреаційний потенціал Львівської області: географічні особливості використання та відтворення. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка*. 2018. 1 (70). С. 72–79. URL: <https://visnyk-geo.knu.ua/wp-content/uploads/2018/09/70-13.pdf> (дата звернення: 05.12.2024).
7. Карпюк З.К. Формування екологічної мережі : методичні рекомендації до практичних робіт. Луцьк, 2024. 87 с.
8. Kapera I. Planning as the Basic Function of Tourism and Recreation Management in Poland. *Problems of Management in the 21st Century*. 2012. Vol. 3. P. 36–42.
9. Christaller W. Central Places in Southern Germany. Englewood Cliffs. N.J., 1966.
10. Крісталлер В. Центральні місця Південної Німеччини / пер. Карлайла В. Баскіна. Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall, 1966. С. 230. URL: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/000271626636800132>.
11. Колотуха О.В. Дитячо-юнацький туризм в Україні як територіальна соціально-економічна система: проблеми та перспективи розвитку : автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 11.00.02. Київ, 2005. 20 с.
12. Лаппо Г.М. Концепція опорного каркасу територіальної структури народного господарства: розвиток, теоретичне та практичне значення. *Вісті АН СРСР. Серія «Географічна»*. 1983. № 5. С. 16–28. URL: https://www.demoscope.ru/weekly/knigi/polka/gold_fund02.html.
13. Любіцева О.О. Ринок туристичних послуг (геопросторові аспекти). Київ, 2002. 436 с.
14. Любіцева О.О. Ринок туристичних послуг як об'єкт географії туризму. *Український географічний журнал*. 2003. № 2. С. 43–51.
15. Любіцева О.О. Концепція формування опорного туристичного каркасу як основа впровадження стратегії сталого розвитку туризму в Україні. *Географія та туризм*. 2011. Вип. 14. С. 3–10. URL: https://tourlib.net/statti_ukr/lubiceva9.htm (дата звернення: 16.12.2024).
16. Лаврик О.Д. Основи геоурбаністики : навчальний посібник. Житомир, 2022. 158 с.
17. Leiper N. The framework of tourism: towards a definition of tourism, tourist, and the tourist Industry. *Annals of Tourism Research*. 1979. Vol. 6 (4). P. 390–407. URL: <https://franciscodosanjos.wordpress.com/wp-content/uploads/2013/12/leiper.pdf> (дата звернення: 18.12.2024).
18. Країнознавство: теорія та практика : підручник / М.П. Мальська, Н.В. Антонюк, Ю.С. Занько, Н.М. Ганич. Київ, 2012. 528 с.
19. Максименко Н.В. Територіальна організація регіональної екологічної мережі Харківської області на ландшафтній основі : монографія. Харків, 2022. 200 с.
20. Немець К., Кравченко К. Роль та значення заселенсько-розселенських процесів для розвитку соціогеосистеми Харківської області. *Часопис соціально-економічної географії*. 2015. Вип. 19 (2). С. 54–59.
21. Панченко Т.Ф. Науково-методичні аспекти організації регіональних систем туризму на базі об'єктів історико-містобудівної спадщини. *Історія туризму в Україні*. Київ : Ін-т туризму і готельн. г-ва, 1998. С. 45–55.
22. Пашковська Л.В. Транспортно-комунікаційні осі – лінійні форми територіальної організації суспільства. URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/71262/16-Pashkovska.pdf?sequence=1> (дата звернення: 20.12.2024).
23. Посацький Б.С. Основи урбаністики. Територіальне і просторове планування : навчальний посібник. Львів, 2010. 344 с.
24. Про Генеральну схему планування території України : Закон України від 7 лютого 2002 року № 3059-III. URL: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/3059-14> (дата звернення: 20.12.2024).
25. Генеральна схема планування території. *Голос України*. 18 листопада 2020 р. URL: <http://www.golos.com.ua/article/338468> (дата звернення: 20.12.2024).

26. Рутинський М.Й. Застосування штандортної теорії Йоганна Тюнена для історико-географічного аналізу особливостей становлення Львівської приміської територіальної рекреаційної системи. *Економічна та соціальна географія*. 2012. Вип. 64. С. 196–212. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/esg_2012_64_26 (дата звернення: 20.12.2024).
27. Смалъ І. Географія туризму. Ніжин, 2011. 576 с. URL: <http://surl.li/prebjr> (дата звернення: 25.12.2024).
28. Топчієв О.Г., Сич В.А., Шашеро А.М. Концепція каркасів антропогенно-техногенних навантажень. *Український географічний журнал*. 2019. № 2 (106). С. 41–48.
29. Томашевська О.А., Мірзоєва Т.В. Теоретичні засади розміщення продуктивних сил і регіональної економіки. *Агросвіт*. 2012. № 5. С. 17–23. URL: http://www.agrosvit.info/pdf/5_2012/6.pdf (дата звернення: 20.12.2024).
30. Царик П., Царик Л. Щодо функціонально-планувальної мережі елементів регіональної туристсько-рекреаційної системи. *Рекреаційна географія і туризм*. 2014. № 1. С. 139–145. URL: <http://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/6074/1/Tsaryk.pdf> (дата звернення: 01.12.2024).
31. Holden A. *Tourism Studies and the Social Sciences*. London : Routledge, 2006. 228 p. URL: <https://archive.org/details/tourismstudiesso0000hold> (дата звернення 01.12.2024).
32. Шаблій О.І. Основи загальної суспільної географії : підручник. Львів, 2003. 444 с.

References:

1. Arion, O. V. (2023). *Rekreasiina heohrafiia : paradyhmy ta vektory rozvytku: navchalno-metodychnyi posibnyk do spetskursu dlia studentiv osvithnoho rivniu "mahistr" spetsialnosti 106 – Heohrafiia (elektronne vydannia)*. [Recreational geography: paradigms and vectors of development: a study guide for a special course for students of the master's degree in specialty 106 – Geography (electronic edition)]. Kyiv, 274 s.
2. Bezliubchenko, O. S. (2015). *Urbanistyka : navch. posibnyk dlia studentiv napriamu pidhotovky "Budivnytstvo"*. [Urbanism: a textbook for students majoring in Civil Engineering]. Kharkiv, 274 s.
3. Bohorad, O.D., Neveliev, O.M., Padalka, V.M., & Pidmohylnyi, M.V. (2004). *Rehionalna ekonomika: Slovnyk-dovidnyk*. [Regional economy: A dictionary reference]. Kyiv, 346 s.
4. Hladkyi, O. (2014). *Miski systemy rozselennia: stanovlennia ta struktura* [Urban settlement systems: formation and structure]. *Visnyk KNU. Heohrafiia*, 1(62), S. 16–22. Retrieved from <https://visnyk-geo.knu.ua/wp-content/uploads/2016/04/6-62.pdf> (accessed December 10, 2024) [in Ukrainian]
5. DART. *Dynamika podatkovykh nadkhodzen vid rehioniv za I pershe pivrichchia 2023 roku*. [DART. Dynamics of tax revenues from regions in the first half of 2023]. Retrieved from https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_b_1_3_97/1-1-0-342 (accessed December 10, 2024) [in Ukrainian]
6. Zapototskyi, S., & Horyn, I. (2018). *Turystychno-rekreasiinyi potentsial Lvivskoi oblasti: heohrafichni osoblyvosti vykorystannia ta vidtvorennia* [Tourist and recreational potential of Lviv region: geographical features of use and reproduction]. *Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu imeni Tarasa Shevchenka*, 1 (70), С. 72–79. URL: <https://visnyk-geo.knu.ua/wp-content/uploads/2018/09/70-13.pdf> [in Ukrainian]
7. Karpiuk, Z. K. (2024). *Formuvannia ekolohichnoi merezhi: metodychni rekomendatsii do praktychnykh robit* [Formation of an ecological network: methodological recommendations for practical work.]. Lutsk, 87 s.
8. Kapera, I. (2012), "Planning as the Basic Function of Tourism and Recreation Management in Poland", *Problemy menedzhmentu v 21 stolitti*. Vol. 3. Pp. 36–42 [in Poland].
9. Christaller, W. (1966). "Central Places in Southern Germany" Englewood Cliffs. N. J. [in USA]
10. Kristaller Volter (1966). *Tsentrалni mistsia Pivdennoi Nimechchyny*. Pereklad Karlaila V. Baskina. [The Central Places of Southern Germany. Translated by Carlisle W. Baskin]. 230 s. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/000271626636800132> (accessed December 10, 2024) [in Ukrainian].
11. Kolotukha, O.V. (2005). "Children's and Youth Tourism in Ukraine as a Territorial Socio-Economic System: Problems and Prospects for Development" Ph.D. NAS of Ukraine; Institute of Geography of Kyiv, Kyiv, Ukraine.
12. Lappo, H.M. (1983). *Kontseptsiiia opornoho karkasu terytorialnoi struktury narodnoho hospodarstva: rozvytok, teoretychne ta praktychne znachennia* [The Concept of the Supporting Framework of the Territorial Structure of the National Economy: Development, Theoretical and Practical Significance]. *Visti AN SRSR. Heohrafichna seriia*, 5, 16–28. Retrieved from https://www.demoscope.ru/weekly/knigi/polka/gold_fund02.html [in Ukrainian]
13. Liubitseva, O.O. (2002). *Rynok turystychnykh posluh (heoprostorovi aspekty)*. [The market of tourist services (geospatial aspects)]. Kyiv, 436 s.
14. Liubitseva, O.O. (2003). *Rynok turystychnykh posluh yak ob'iekt heohrafii turyzmu* [The market of tourist services as an object of tourism geography]. *Ukr. heohr. Zhurn*, 2, s. 43–51 [in Ukrainian].
15. Liubitseva, O.O. (2011). *Kontseptsiiia formuvannia opornoho turystychnoho karkasu yak osnova vprovadzhennia stratehii staloho rozvytku turyzmu v Ukraini* [The concept of forming a supporting tourism framework as a basis for implementing a strategy for sustainable tourism development in Ukraine]. *Heohrafiia ta turyzm*, 14, s. 3–10 [in Ukrainian].
16. Lavryk, O. D. (2022). *Osnovy heourbanistyky: navch. Posib.* [Fundamentals of geo-urbanism: a textbook]. Zhytomyr. 158 s. [in Ukrainian]
17. Leiper, N. (1979). "The framework of tourism: towards a definition of tourism, tourist, and the tourist Industry". *Analiz doslidzhen turyzmu*. Vol. 6 (4). P. 390–407. franciscodosanjos.wordpress.com/wp-content/uploads/2013/12/leiper.pdf (accessed December 10, 2024) [in Ukrainian].

18. Malska, M. P., Antoniuk, N. V., Zanko, Yu. S., & Hanych, N. M. (2012). *Krainoznavstvo: teoriia ta praktyka*. Pidruchnyk [Country Studies: Theory and Practice. Textbook]. Kyiv. 528 s. [in Ukrainian]
19. Maksymenko, N. V. (2022). *Terytorialna orhanizatsiia rehionalnoi ekolohichnoi merezhi Kharkivskoi oblasti na landshaftnii osnovi : monohrafiia*. [Territorial organization of the regional ecological network of Kharkiv region on a landscape basis]. Kharkiv. 200 s. [in Ukrainian].
20. Nemets, K., & Kravchenko, K. (2017). Rol ta znachennia zaselenko-rozselenskykh protsesiv dlia rozvytku sotsioheosystemy Kharkivskoi oblasti [The role and importance of settlement and resettlement processes for the development of the socio-geosystem of the Kharkiv region]. *Chasopys sotsialno-ekonomichnoi heohrafii*, 19(2), s. 54–59 [in Ukrainian].
21. Panchenko, T. F. (1998). Naukovo-metodychni aspekty orhanizatsii rehionalnykh system turyzmu na bazi ob'ektiv istoryko-mistobudivnoi spadshchyny [Scientific and Methodological Aspects of Organizing Regional Tourism Systems on the Basis of Historical and Urban Heritage Objects]. *Istoriia turyzmu v Ukraini. K.: In-t turyzmu i hoteln. h-va*, 64, s. 196–212 [in Ukrainian].
22. Pashkovska, L. V. Transportno-komunikatsiini osi – liniini formy terytorialnoi orhanizatsii suspilstva [Transport and communication axes are linear forms of territorial organization of society]. Retrieved from: <http://dspace.nbu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/71262/16-Pashkovska.pdf?sequence=1> (accessed December 20, 2024) [in Ukrainian]
23. Posatskyi, B. S. (2010). *Osnovy urbanistyky. Terytorialne i prostorove planuvannia: navch. Posib.* [Fundamentals of urbanism. Territorial and spatial planning: a textbook.]. Lviv. 344 s. [in Ukrainian].
24. *Zakon Ukrainy* (2002). Pro Gheneraljnu skhemu planuvannja terytoriji Ukrainy. [Law of Ukraine On the General Scheme of Planning of the Territory of Ukraine]: No 3059- III. Retrieved from: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/3059-14> (accessed December 20, 2024).
25. *Golos Ukrainy* (2020). Gheneraljna skhema planuvannja terytoriji. [General layout of the territory]. <http://www.golos.com.ua/article/338468> (accessed December 20, 2024). [in Ukrainian]
26. Rutynskyi, M. Y. (2012). Zastosuvannia shtandortnoi teorii Yohanna Tiunena dlia istoryko-heohrafichnoho analizu osoblyvostei stanovlennia Lvivskoi prymiskoi terytorialnoi rekreatsiinoi systemy [Application of Johannes Thünen's Strandort Theory for the Historical and Geographical Analysis of the Peculiarities of the Formation of the Lviv Suburban Territorial Recreational System]. *Ekonomichna ta sotsialna heohrafiia*, 64, s. 196–212. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/esg_2012_64_26 [in Ukrainian]
27. Smal Ihor. (2011). *Heohrafiia turyzmu*. Geography .[Geography of tourism]. Nizhyn. 576 s. [in Ukrainian]
28. Topchiiev, O. H., Sych, V. A., & Shashero, A. M. (2019). Kontseptsiiia karkasiv antropohenno-tekhnohennykh navantazhen [The concept of frameworks of anthropogenic and technological loads]. *Ukrainskyi heohrafichnyi zhurnal*, 2(106), s. 41–48 [in Ukrainian].
29. Tomashevskaja, O. A., & Mirzoieva, T. V. (2012). Teoretychni zasady rozmishchennia produktyvnykh syl i rehionalnoi ekonomiky [Theoretical foundations of productive forces distribution and regional economy]. *Ahrosvit*, No 5, s. 17–23. Retrieved from http://www.agrosvit.info/pdf/5_2012/6.pdf [in Ukrainian].
30. Caryk, P., & Caryk, L. (2014). Shhodo funkcionaljno-planuvajnojinoji merezhi elementiv rehionaljnoji turystsjko-rekreatsijnoji systemy [Regarding the functional and planning network of elements of the regional tourism and recreation system]. *Rekreatsijna gheohrafiia i turyzm Naukovi zapysky*. Retrieved from <http://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/6074/1/Tsaryk.pdf> [in Ukrainian] (accessed December 01, 2024)
31. Holden, A. (2006). "Tourism Studies and the Social Science". London: Rutledge. 228 p. Retrieved from <https://archive.org/details/tourismstudies0000hold> (accessed December 01, 2024).
32. Shablii, O.I. (2003). *Osnovy zahalnoi suspilnoi heohrafii*. Pidruchnyk. [Fundamentals of general social geography. Textbook]. Lviv. 444 s. [in Ukrainian]

УДК 502.51(285)+556.55+574.57+911.53
DOI <https://doi.org/10.32782/NSER/2024-6.18>

ЛАНДШАФТНА СТРУКТУРА ТА ГІДРОХІМІЧНИЙ СТАН СТАВУ ВЕРХІВ ЯК ПЕРЕДУМОВА РОЗРОБКИ ЕКОЛОГІЧНОГО ПАСПОРТА ВОДОЙМИ

Ковальчук Іван Платонович

доктор географічних наук, професор,
завідувач кафедри геодезії та картографії
Національного університету біоресурсів та
природокористування України
ORCID ID: 0000-0002-2164-1259
Scopus author ID: 7003910095
Researcher ID: GLU-9618-2022

Мартинюк Віталій Олексійович

кандидат географічних наук, доцент,
професор кафедри природничих наук
Рівненського державного гуманітарного університету
ORCID ID: 0000-0002-8654-3510
Scopus author ID: 56915534000
Researcher ID: AAG-1416-2020

Логвиненко Ірина Павлівна

кандидат біологічних наук, доцент,
доцент кафедри природничих наук
Рівненського державного гуманітарного університету
ORCID ID: 0000-0002-0950-2934
Scopus author ID: 57392662200
Researcher ID: JRW-4849-2023

Зубкович Іван Васильович

старший науковий співробітник
Нобельського національного природного парку
ORCID ID: 0000-0002-0641-2204
Scopus author ID: 57208445186
Researcher ID: AAF-8212-2020

*У зв'язку з утіленням Стратегії сталого розвитку України до 2030 року та виконанням рамкових угод з Європейським Союзом у сфері водної політики актуалізується проблема розроблення екологічних паспортів ставків. **Мета** статті – дослідження ландшафтної структури та гідрохімічного стану ставка Верхів у зв'язку з необхідністю створення екологічного паспорта водойми. Вихідною інформацією для вирішення цього завдання слугували матеріали сезонних польових ландшафтно-екологічних досліджень у басейні ставка Верхів упродовж 2024 року. **Результати дослідження.** У роботі представлено батиметричну модель ставка Верхів та розраховано основні морфолого-морфометричні параметри водойми. Оцінено хімічні показники гідроекосистеми за трьома блоками, а саме: сольового складу, трофо-сапробіологічного і токсичної дії. Отримані результати згруповано за категоріями та класами якості води. Побудовано поперечник, який демонструє співвідношення глибин води та потужності донних відкладів ставка Верхів. Проаналізовано геохімічний склад донних відкладів (Fe_2O_3 , CaO , CO_2 , рН) цього об'єкта на чотирьох зондувальних пунктах. Розроблено ландшафтну карту антропогенно модифікованого аквального комплексу (АМАК) ставка Верхів та здійснено ландшафтнометричний аналіз на рівні аквапідурочищ та аквафацій. **Висновки.** Гідрологічні параметри ставка є дуже мінливими, оскільки його раз на кілька років спускають під час вилову риби. Об'єднана екологічна оцінка гідрохімічних показників (I_e) водойми становить 1,7 бала. Став активно замулюється, а на окремих ділянках водозбору, що прилягають до водойми, спостерігаються ерозійні процеси. Понад 15% АМАК зазнає помітних природно-антропогенних*

трансформації (заболочування, замулювання, заростання вищою водною рослинністю, акумуляція біогенних речовин, які надходять з водозбору).

Ключові слова: гідроекосистема, батиметрія, гідрохімічні параметри водойми, геохімічні показники донних відкладів, ландшафтна карта ставка.

Kovalchuk I. P., Martyniuk V. O., Logvynenko I. P., Zubkovich I. V. Landscape structure and hydrochemical state of the Verkhiv pond as a prerequisite for developing an ecological passport of the reservoir

In connection with the implementation of the Sustainable Development Strategy of Ukraine until 2030 and the accomplishment of framework agreements with the European Union in the field of water policy, the problem of developing ecological passports for ponds is becoming more relevant. The purpose of the article is to study the landscape structure and hydrochemical state of the Verkhiv pond due to the necessity of creating an ecological passport for the reservoir. The materials of seasonal field landscape and ecological studies in the Verkhiv pond basin during 2024 have become the initial information for solving this task. Research results. The work presents a bathymetric model of the Verkhiv pond and calculates the main morphological and morphometric parameters of the reservoir. The chemical indicators of the hydroecosystem are estimated in three blocks: salt composition, trophozo-saprobiological and toxic action. The results of the research are grouped by categories and classes of water quality. A cross-section that demonstrates the ratio of water depths and the thickness of bottom sediments of the Verkhiv pond has been constructed. The geochemical composition of bottom sediments (Fe_2O_3 , CaO, CO_2 , pH) of this object has been analyzed at four sounding points. A landscape map of the anthropogenically modified aquatic complex (AMAC) of the Verkhiv pond has been developed, and a landscape metric analysis has been carried out at the aqua-subdistrict and aquafacie levels. Conclusions. The hydrological parameters of the pond are very variable, since it is lowered once every few years during fish catching. The combined ecological assessment of the hydrochemical indicators (Ie) of the reservoir is 1.7. The pond is actively silting up, and erosion processes are observed in certain areas of the catchment adjacent to the reservoir. More than 15% of the AMAC is undergoing noticeable natural and anthropogenic transformations (bogging, silting, overgrowth with higher aquatic vegetation, accumulation of biogenic substances coming from the catchment).

Key words: hydroecosystem, bathymetry, hydrochemical parameters of the reservoir, geochemical indicators of bottom sediments, landscape map of the pond.

Постановка проблеми. Важливе місце у структурі поверхневих вод Рівненської області посідають ставки. За оцінкою В. Хільчевського та ін. (2014), в області налічується 1549 ставків загальною площею 8525 га та об'ємом водних мас 91 млн м³ [2]. Вони виконують низку господарських (риборозведення, водна рекреація, протипаводковий захист, приймання дренажних стоків з осушувальних систем тощо) та еколого-ландшафтних функцій (водно-стабілізуюча, водоохоронна, біостаційна, естетико-пейзажна та ін.). Тривалий час формування ставків в області було безсистемним, а іноді й з порушенням екологічних нормативів їх побудови та експлуатації. Нові реалії сьогодення, які продиктовані, з одного боку, Стратегією сталого розвитку України до 2030 року [16] в галузі водної політики та виконанням рамкових угод з Європейським Союзом, а з іншого, – розбалансованістю еколого-соціально-економічної системи країни у зв'язку з російсько-українською війною, вимагають наукових підходів та дієвих заходів у сфері водокористування, у тому числі й у ставковому господарстві. З огляду на вище означене актуальною є розробка екологічних паспортів ставків [20], які мають ґрунтуватися на геокомпонентних та геокомплексних (або ландшафтних) засадах їх формування [13]. У подальшому такі паспорти мають послужити

основою для цільового водокористування орендарями водойм та стати передумовою укладання регіональних атласів водних ресурсів [8].

Аналіз останніх досліджень. Інформаційною основою про ставки Рівненської області слугують довідникові посібники [15; 2], ресурси Державного агентства водних ресурсів України (Регіональний офіс водних ресурсів у Рівненській області), фондові джерела науково-дослідних установ. Показовими серед сучасних геоecологічних досліджень ставків є праці І. Грицюка та ін. [3; 4], Є. Іванова та ін [6], присвячені вирішенню проблем ретроспективно-географічного аналізу формування, динаміки та функціонування ставків Волинської області. Серед зарубіжних досліджень варто виокремити роботи Р. Kladivo та ін. [7], Н. Skokanova та ін. [17], у яких обґрунтовуються питання реконструкції відмерлих ставків Чехії із використанням старих карт, історичних кадастрів та цифрової моделі рельєфу, а також статті М. Hill та ін. [18; 19], що стосуються екологічних аспектів збереження та функціонування ставків. Водночас сьогодні недостатньо публікацій, у яких би акцентувалася увага на конкретних ставках з їх картографічною основою, батиметричними моделями, ландшафтними картами та геоecологічним аналізом аквального комплексу.

Мета статті – дослідження ландшафтної структури та гідрохімічного стану ставка Верхів у зв'язку з необхідністю створення екологічного паспорту водойми.

Матеріали та методи дослідження. Ставок Верхів розташований у межах фізико-географічної області Волинської лесової височини, Олицько-Здолбунівського фізико-географічного району, ландшафту Рівненського плато й приурочений до місцевості рівнинних заболочених заплав, зайнятих торфовищами і заболоченими луками. Ставок побудований на початку 1970-х років у заболоченій долині р. Безіменна (басейн р. Устя) та її правої притоки – струмка (без назви). Аналіз велико-

масштабних карт 1920-х та 1970-х років (рис. 1) показує територіальні відмінності на ділянці, де побудований ставок. Згідно з сучасним адміністративним районуванням став знаходиться на території Острозької міської територіальної громади Рівненського району.

Вихідними даними слугували результати сезонних польових ландшафтно-екологічних досліджень у басейні ставка Верхів упродовж 2024 року. Схема польових робіт наведена на рис. 2. Частково нами були залучені фондові джерела Київської геолого-розвідувальної експедиції (Київської ГРЕ). Гідрохімічні аналізи проб води виконані в сертифікованій лабораторії ДЗ «Рів-

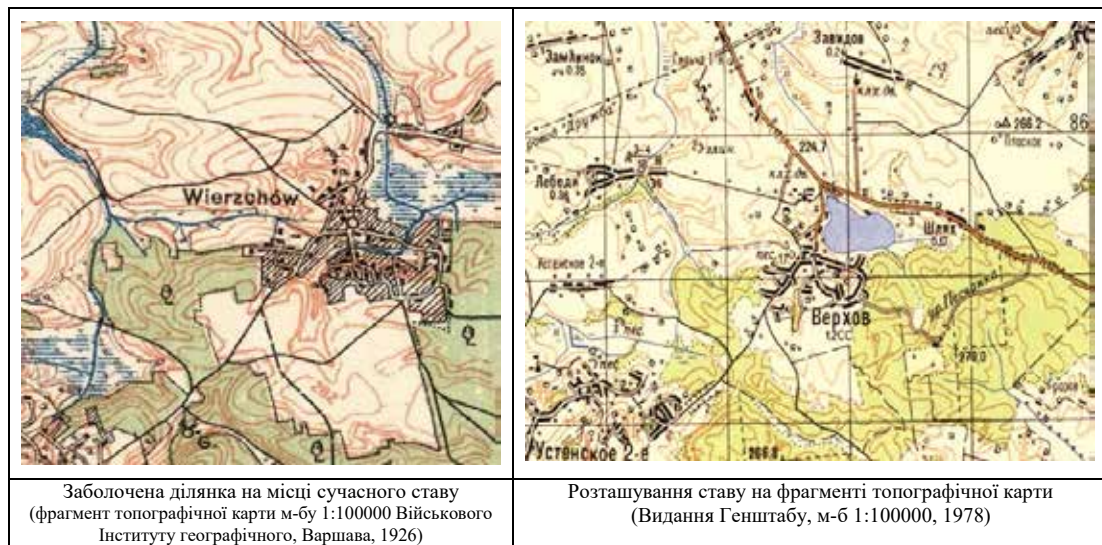


Рис. 1. Територіальна локалізація ставу Верхів

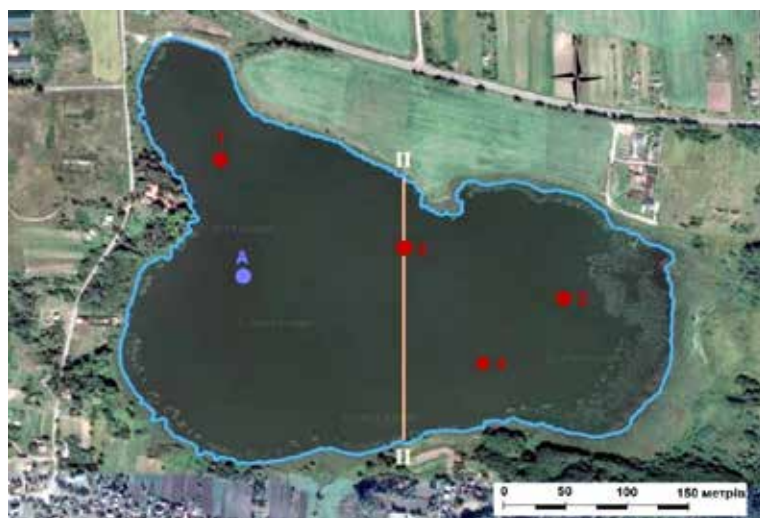


Рис. 2. Схема польових досліджень на ставку Верхів

Умовні позначення: 1–4 – пункти відбору проб донних відкладів на геохімічні аналізи; А – пункт відбору води на гідрохімічні аналізи; II–II – гідролого-геологічний профіль

ненська обласна санітарно-епідеміологічна станція» МОЗ України.

Методологічною основою дослідження послужила концепція природно-господарської озерадно-басейнової системи (ОБС) [9]. Безпосередніми методами пошуку стали праці з ландшафтної лімнологічного аналізу [10; 11], метод конструктивно-географічного моделювання ОБС [12], методика оцінювання геоекологічного стану ОБС із застосуванням геоінформаційних технологій [5].

Виклад основного матеріалу дослідження. Ставок представляє водойму зі складною конфігурацією. Схили улоговини ставка пологі. Береги високі, сухі. Берегова лінія порізана слабо, чітко виражена, за винятком східної частини водойми. Розроблена нами батиметрична модель ставка наведена на рис. 3.

За нашими оцінками, площа ставка становить 61,82 га. Виконані розрахунки площі водойми на 7,71 га менші від тих, що наведені на ресурсі [1]. Загальна площа водозбору становить 496,2 га. Максимальна глибина водойми – 2,9 м, середня – 1,4 м. Максимальна довжина ставка становить 1,13 км, максимальна ширина – 0,70 км, середня – 0,55 км. Довжина берегової лінії ставка становить 3,99 км. Об’єм водних мас водойми – 859,9 тис. м³. Основне джерело живлення – атмосферні опади та приточна вода з р. Безіменна. Детальні морфолого-морфометричні параметри ставка відображені у табл. 1.

Важливим аспектом ландшафтного аналізу ставка є оцінювання його гідрохімічних параметрів. Результати досліджень показали, що за блоком показників сольового складу вода ставка відповідає 1-й категорії (I класу). Що стосується

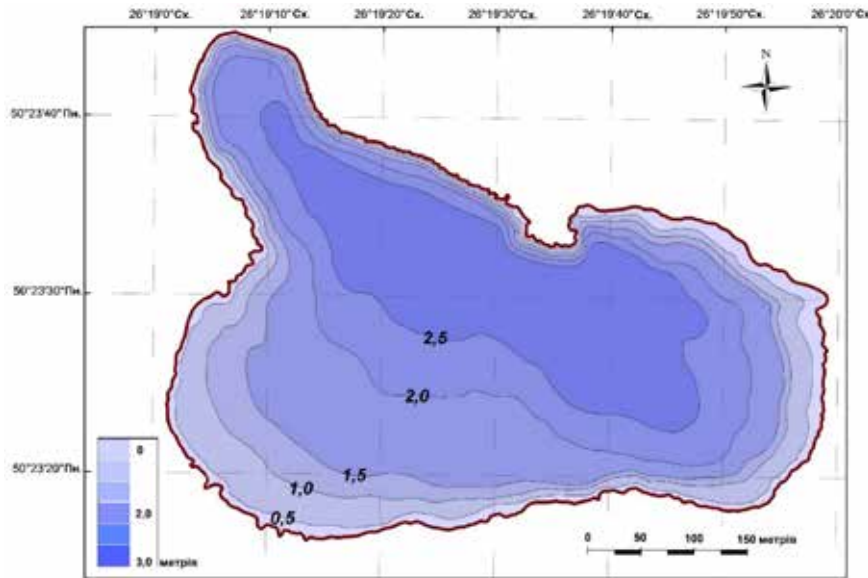


Рис. 3. Батиметрична модель ставка Верхів

Таблиця 1

Морфометричні та гідрологічні параметри ставка Верхів

*F, Га	H _{абс.} , М	h _{ср.} , М	h _{max.} , М	L, КМ	B _{max.} , КМ	B _{ср.} , КМ	l, КМ	K _{п.}	K _{вод.}
K _{емк.}	K _{відк.}	K _{гл.}	V _{оз.} , ТИС.М ³	K	ΔS, КМ ²	**W _{пр.} , ТИС. М ³	a _{вод.}	Δa _{вод.}	A _{ш.} , ММ
61,82	222,0	1,4	2,9	1,13	0,70	0,55	3,99	0,08	2,05
0,48	0,44	1,64	859,9	0,13	8,03	61,1	14,07	1,73	173,0

*Площа озера (F), абсолютна відмітка рівня води (H_{абс.}), глибина середня (h_{ср.}) та максимальна (h_{max.}), довжина водойми (L), ширина максимальна (B_{max.}) та середня (B_{ср.}), довжина берегової лінії (l), коефіцієнти – порізаності берегової лінії (K_{п.}), видовженості озера (K_{вод.}), ємкості (K_{емк.}), відкритості (K_{відк.}), глибинності (K_{гл.}), об’єм водних мас (V_{оз.}), показник площі (K), питомий водозбір (ΔS), об’єм приточних вод з водозбору (W_{пр.}), умовний водообмін (a_{вод.}), питома водообмінність (Δa_{вод.}), шар акумуляції (A_{ш.}); **Середньорічний модуль стоку, дм³/с км² – 4,0

трофо-сапробіологічних показників, то нами виявлено перевищення ГДК_{рп} за ХСК (за БО) у 2 рази та БСК₅ в 1,8 рази (табл. 2). Інші гідрохімічні показники цього блоку відповідають нормативам, а вода віднесена до 3-ї категорії (II класу).

Вода за блоком показників токсичної дії відповідає 1-й категорії (I класу), а об'єднана екологічна оцінка гідрохімічних показників водойми відносить воду до 2-ї категорії (I класу).

Донні відклади ставка представлені торф'яно-болотними, піщано-глинистими, піщано-мулистими фракціями і торфом. Максимальна потужність донних відкладів (матеріали Київської ГРЕ) становить 2,4 м, середня – 0,92 м. На одному із поперечників ставка продемонстровано співвід-

ношення глибини води та потужності донних осадів (рис. 4). Запаси за природної вологості 79,4% становлять 122,3 тис. м³, а в перерахунку на умовну 60,0% вологість – 96,2 тис. т.

Геохімічний аналіз донних відкладів ставка ґрунтується на чотирьох зондувальних пунктах (рис. 2). Уміст сполук феруму (Fe₂O₃, у % на суху речовину) у пробах варіює у межах від 1,71 до 5,19%. Середній уміст становить 3,14%. Концентрація сполук кальцію (CaO, у % на суху речовину) у відкладах знаходиться у межах 11,6–22,02%, а середня – 18,39%. Уміст сполук карбону (CO₂, у % на суху речовину) варіює від 8,76 до 16,58%, середній показник концентрації – 14,37%. За ступенем кислотності (рН сольової витяжки) донні

Таблиця 2

Гідрохімічні характеристики води ставка Верхів

№ з/п	Показник	ГДК _{кпр} *	ГДК _{рп} **	Результати аналізу (05.11.2024 р.)	Категорії та класи якості води***	
					Категорія	Клас
А. Показники сольового складу						
1	Сухий залишок, мг/дм ³	≤1000	<300	275,0	1	I
2	Хлориди, мг/дм ³	350	300	17,4	1	I
3	Сульфати, мг/дм ³	500	100	19,2	1	I
Інтегральний індекс за сольовим блоком I₁ = 1,0					1	I
В. Трофо-сапробіологічні показники						
1	Завислі речовини, мг/дм ³	0,75 + фон (30)	15	<5,0	1	I
2	Прозорість, м	>1,0	>1,5	1,5	2	II
3	Жорсткість загальна, ммоль/дм ³		≤7,0	4,2		
4	Лужність загальна, ммоль/дм ³			4,0		
5	рН	6,5-8,5	6,5-8,5	7,6	2	II
6	Азот амонійний (NH ₄ ⁺), мгN/дм ³	0,5	0,5-1,0	0,1	2	II
7	Азот нітратний (NO ₃ ⁻), мгN/дм ³	45	40	0,04	1	I
8	Азот нітритний (NO ₂ ⁻), мгN/дм ³	3,3	0,08	0,03	5	III
9	Фосфатні іони PO ₄ ³⁻ , мгP/дм ³	3,5	2,14	0,05	2	III
10	Розчинений кисень, мгO ₂ /дм ³	≥4	≥6	6,2	4	III
11	Хімічне споживання кисню за біохроматною окиснюваністю, ХСК за БО, мгO ₂ /дм ³	<30,0	<20,0	40,0	5	III
12	Біохімічне споживання кисню упродовж 5 діб (БСК ₅), мг O ₂ /дм ³	≤6 (t = 20)	≤3,0	5,5	5	III
13	Кальцій, мг Ca/дм ³		180,0	38,1		
14	Магній, мг Mg/дм ³		40,0	2,31		
Інтегральний індекс за трофо-сапробіологічним блоком I₂ = 2,9					3	II
С. Специфічні показники токсичної дії						
1	Ферум, Fe _{зак} , мг/дм ³	0,3	0,1	0,05	1	I
2	Купрум, Cu, мг/дм ³	1,0 ³	0,001-0,01	0,003	1	I
3	Цинк, Zn, мг/дм ³	1,0 ³	0,01	0,0005	1	I
4	Манган, Mn, мг/дм ³	0,1 ³	0,01	0,01	1	I
Інтегральний індекс за блоком показників токсичної дії I₃ = 1,0					1	I
Об'єднана екологічна оцінка гідрохімічних показників I_с = 1,7					2	I

*ГДК якості поверхневих вод культурно-побутового та рекреаційного призначення; **ГДК для водойм рибогосподарського призначення; ***Категорії та класи якості води виконано за методикою [14]

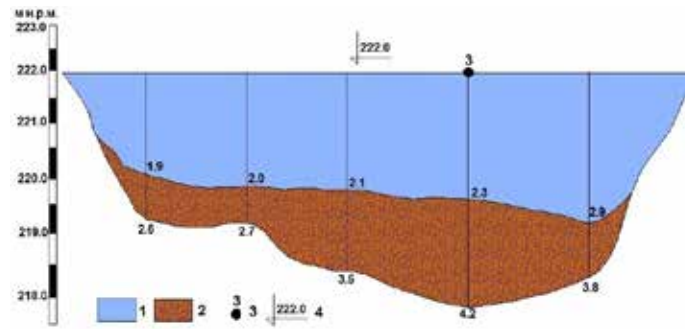


Рис. 4. Поперечник зі співвідношенням глибин води та потужності донних відкладів у ставку Верхів

Умовні позначення: 1 – вода; 2 – донні відклади; 3 – пункт відбору проб донних відкладів; 4 – уріз води (над рівнем моря за БСВ)

відклади є слаболужними (рН 7,44). Середня зольність покладів торфу у ставку становить 62,3%. Детально розподіл хімічних елементів та рН у відкладах ставка наведено у табл. 3.

Підсумковим етапом дослідження є укладання ландшафтної карти водойми. З пози-

цій ландшафтної екології озеро розглядається як антропогенна гідроекосистема, або точніше – антропогенно-модифікований аквальний комплекс (АМАК) – рангу складного урочища. Панорама ставка Верхів показана на рис. 5.

Таблиця 3

Вміст хімічних сполук та рН у донних відкладах ставка Верхів (за матеріалами Київської ГРЕ)

Пункт відбору проб	Fe ₂ O ₃ (у % на суху речовину)	CaO (у % на суху речовину)	CO ₂ (у % на суху речовину)	рН
1	3,0	11,6	8,76	7,45
	3,85	17,20	13,15	7,40
	4,5	18,10	14,21	7,42
2	3,27	16,59	13,02	7,41
	5,19	20,82	16,34	7,38
	2,98	19,61	15,39	7,36
	3,95	16,90	13,27	7,46
3	2,10	22,02	17,28	7,51
	2,08	21,12	16,58	7,47
4	1,71	19,61	15,39	7,50
	1,95	18,71	14,69	7,48



Рис. 5. Панорама ставка Верхів (світлина О. Дзюбука, жовтень 2020 р.)

В АМАК ставка, згідно з методикою В. Мартинюка [11], ми виділили літоральне і перехідне (субліторально-профундальне) акваідурочища (рис. 6).

Площа літорального акваідурочища становить 33,59 га (54,34%). Воно представлено трьома видами аквафацій із чотирма контурами видів.

Центральну частину ложа ставка займає субліторально-профундальне акваідурочище – 28,23 га (45,66%). Тут виокремлено лише два види аквафацій. Середня площа акваідурочищ становить 10,30 га, індекс подрібненості – 0,10, коефіцієнт складності – 0,58, коефіцієнт ландшафтної роздрібненості – 0,83 (табл. 4).

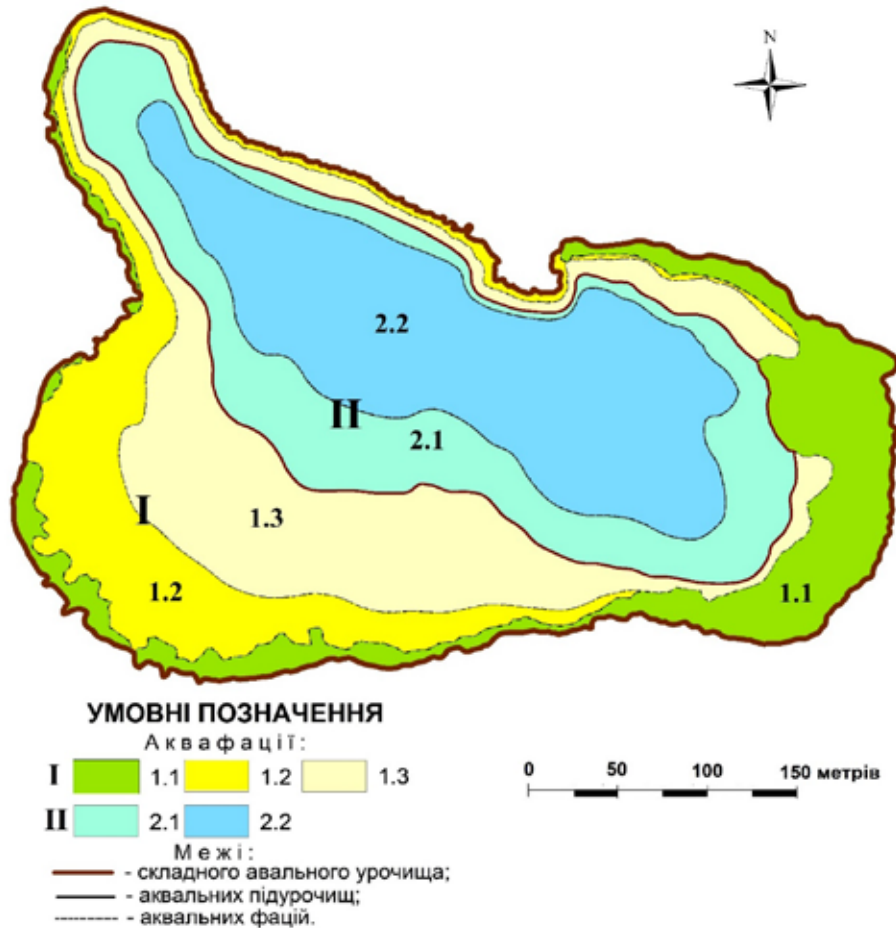


Рис. 6. Ландшафтна структура антропогенно-модифікованого авального комплексу ставу Верхів

I. Літоральне акваідурочище на торф'яно-болотних, піщано-глинистих, піщано-мулистих відкладах і торфі, що сформувалося на алювіальних пісках, підстелених суглинками лесоподібними та лесами з видовим різноманіттям надводних і підводних макрофітів.

Аквафації: 1.1. Мілководні, акумулятивні торф'яні й торф'яно-болотні малопотужні (0,4–0,7 м), осоково-ситниково-рогозово-очеретяні, з однорідним температурним режимом. 1.2. Мілководні, абразійно-акумулятивні піщано-глинисті та піщано-мулисті малопотужні (0,4–1,0 м), елодейно-рдесникові та локально лататтеві, з однорідним температурним режимом. 1.3. Мілководні, акумулятивно-транзитні піщано-мулисті та глинисто-мулисті, що залягають на торфах, малопотужні (0,5–1,5 м), розріджених елодейно-рдесникових угруповань, з однорідним температурним режимом.

II. Субліторально-профундальне акваідурочище на піщано-мулистих відкладах та торфі, що підстеляється суглинками лесоподібними та лесами, зі збідненим видовим різноманіттям підводної рослинності.

Аквафації: 2.1. Субліторальні, транзитно-акумулятивні піщано-мулисті та торфові малопотужні (1,0–1,7 м), з вільноплаваючими водоростями, з однорідним температурним режимом. 2.2. Профундальні, акумулятивні торфові малопотужні (1,7–2,4 м), зі збідненим видовим різноманіттям підводної рослинності та однорідним температурним режимом.

Таблиця 4

Складність територіального розчленування АМАК ставка Верхів

Вид АМАК		Площа виду АМАК (га)		% площі виду від загальної площі		Кількість контурів виду фацій в межах ПАК	% від загальної кількості	Середня площа виду (під-) урочища (га)	Індекс подрібненості	Коефіцієнт складності	Коефіцієнт ландшафтної роздрібненості
(Під-) урочище	Фація	(Під-) урочище	Фація	(Під-) урочище	Фація						
I		33,59		54,34		4	66,67	8,40	0,12	0,48	0,75
	1.1		9,41		15,22						
	1.2		9,86		15,94						
	1.3		14,32		23,17						
II		28,23		45,66		2	33,33	14,12	0,07	0,14	0,50
	2.1		12,24		19,81						
	2.2		15,99		25,86						
Усього		61,82	61,82	100,0	100,0	6	100,0	10,30	0,10	0,58	0,83

Наші дослідження показали, що близько 2,4 га оброблюваних земель водозбору прилягають до водойми з боку південного берега за 30,0–50,0 м від урізу води, що є порушенням водного законодавства. Під час польових спостережень виявлено, що на цій ділянці у літоральній зоні (до 30 м від берега) спостерігається найбільша рясність макрофітів. Під час зливових дощів або повеней рівень води у водоймі може підніматися до 0,3 м. Таким чином, площа водозахисної зони буде частково зменшуватися.

Сьогодні водойма перебуває в оренді як спеціальне товарне рибне господарство, також використовується для потреб рекреації. У ставку мешкають короп, амур білий, лящ, окунь, бичок, карась, плотва, пічкур.

Висновки. Сформовані геокомпонентні (гідрологічні, гідрохімічні параметри, геохімічні характеристики донних відкладів) та геокомплексний (ландшафтний) блоки ставка Верхів є передумовою формування екологічного паспорта водойми, який на сьогодні відсутній у територіальній громаді та в орендаря.

Гідрологічні параметри ставка є дуже мінливими, оскільки ставок раз на кілька років спускають під час вилову риби, тому розроблена нами батиметрична модель водойми відображає гідрологічні характеристики станом на літній сезон 2024 року.

Оцінювання гідрохімічного стану водойми за інтегральними індексами (сольовим і токсичної дії) показали відповідність нормативам за ГДК для водойм рибогосподарського природокористування ($I_1 = 1,0$ та $I_3 = 1,0$). Інтегральний індекс за трофо-сапробіологічним блоком (I_2) становить 2,9. Об'єднана екологічна оцінка гідрохімічних показників (I_c) водойми становить 1,7.

Аналіз потужності донних відкладів показує, що ставок активно замулюється. Будівництво ставка проводилося на місці заболоченої та заторфованої долини р. Безіменна та її правої притоки. На окремих незадернованих ділянках водозбору, що прилягають до водойми, спостерігаються ерозійні процеси.

Цифрова ландшафтна карта водойми віддзеркалює сучасний геокомплексний стан АМАК, який інтегрує дані рельєфу улоговини ставка, складу донних відкладів та ландшафтно-геохімічних процесів, біотичного різноманіття і термічного режиму в теплий сезон року (15.04–15.10). Нами виявлено, що 15,22% аквафації 1.1 АМАК зазнає помітних природно-антропогенних трансформацій (заболочування, замулювання, заростання вищою водною рослинністю, акумуляція біогенних речовин з водозбору).

Подальші дослідження мають бути спрямовані на пізнання гідробіологічного стану водойми, моніторинг гідрохімічних параметрів із залученням даних дистанційного зондування Землі.

Література:

1. Верхів : вебсайт. URL: <https://goldfishnet.in.ua/places/1036>.
2. Водний фонд України: штучні водойми – водосховища і ставки : довідник / за ред. В.К. Хільчевського, В.В. Гребеня. Київ : Інтерпрес, 2014. 164 с.
3. Грицюк І.В., Іванов Є.А., Ковальчук І.П. Ретроспективно-географічний аналіз формування і змін стану ставків Волинської області у XIX–XXI століттях. *Фізична географія та геоморфологія*. 2019. Вип. 4–6 (96–98). С. 7–20. DOI: <https://doi.org/10.17721/phgg.2019.4-6.0>.

4. Грицюк І.В., Іванов Є.А., Ковальчук І.П. Проблеми геопросторового аналізу стану і функціонування ставкового господарства Волинської області. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2020. № 3 (58). С. 101–111. DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2020.3.10>.
5. Зубкович І., Мартинюк В., Андрійчук С. Оцінка геоecологічного стану басейнової системи озера Радожичі із застосуванням геoinформаційних технологій. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Серія «Географічні науки»*. 2019. № 9 (393). С. 27–36.
6. Іванов Є.А., Грицюк І.В., Ковальчук І.П. Особливості динаміки і функціонування ставків у Волинській області. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія «Географія»*. 2020. № 1 (48). С. 25–32. DOI: <https://doi.org/10.25128/2519-4577.20.1.3>.
7. Klavivo P., Frajer J., Geletič J. Reconstruction of extinct ponds using old maps, historical cadastres and the Digital Terrain Model of the Czech Republic of the 5th Generation. *Acta Universitatis Palackianae Olomouensis – Geographica*. 2013. № 44 (1). С. 59–69.
8. Ковальчук І.П. Перспективи укладання атласу водних ресурсів (водного балансу) регіону Західної України та його структура. *Часопис картографії*. 2012. Вип. 5. С. 36–45.
9. Ковальчук І.П., Мартинюк В.О. Підходи до типології природно-господарських озерно-басейнових систем Поліського регіону. *Конструктивна географія і картографія: стан, проблеми, перспективи* : матеріали Міжнародної науково-практичної онлайн-конференції, присвяченої 20-річчю кафедри конструктивної географії і картографії Львівського національного університету імені Івана Франка, м. Львів, 1–3 жовтня 2020 р. Львів : Простір-М, 2020. С. 76–79.
10. Мартинюк В.О. Ландшафтно-лімнологічні дослідження східної частини Волинського Полісся для кадастрових цілей. *Українське Полісся вчора, сьогодні, завтра* : збірник наукових праць. Луцьк : Надстир'я, 1998. С. 70–72.
11. Мартинюк В.О. Ландшафтно-лімнологічний аналіз басейнової (озерної) геосистеми. *Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету. Серія «Географія»*. 1999. № 2. С. 29–36.
12. Martyniuk V. Constructive geographical model of the lake-basin specialized recreational system (on the example of the lake Ostrivske, Ukrainian Polesia). *Journal of Wetlands Biodiversity*. 2015. Volume 5. P. 115–126.
13. Мартинюк В.О., Зубкович І.В., Журавчак Р.О. Екологічний паспорт озера Більське / Рівненський державний гуманітарний університет. Рівне : Видавець «О. Зень», 2020. 32 с.
14. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за окремими категоріями / В.Д. Романенко, В.М. Жукінський, О.П. Оксіюк та ін. Київ : СИМВОЛ-Т, 1998. 28 с.
15. Паламарчук М.М., Закорчевна Н.Б. Водний фонд України : довідковий посібник / за ред. В.М. Хорєва, К.А. Алієва. Київ : Ніка-Центр, 2001. 392 с.
16. Стратегія сталого розвитку України до 2030 року. Проєкт – 2017. URL: https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/ua/UNDP_Strategy_v06-optimized.pdf.
17. Identification of potential localities for restoring former historical ponds: Case studies from the Czech Republic / H. Skokanova, R. Chmelov, M. Havlíček, A. Létal. *Geografické Informácie*. 2020. № 24. С. 487–500. DOI: 10.17846/GI.2020.24.2.487-500.
18. New policy directions for global pond conservation / Hill M.J., et al. *Conservation Letters*. 2018. № 11. P. e12447.
19. Pond ecology and conservation: research priorities and knowledge gaps / M.J. Hill, H.M. Greaves, C.D. Sayer, C. Hassall, et al. *Ecosphere*. 2021. № 12 (12). P. e03853. DOI: 10.1002/ecs2.3853.
20. Розробка нового екологічного паспорта ставків на основі даних басейнового управління водними ресурсами річки Південний Буг / А.Р. Ящолт, Л.Ю. Главачка, О.В. Піта, В.І. Костик. *Наукові праці Вінницького національного технічного університету*. 2013. № 3. С. 1–7.

References:

1. Verxiv. (2020). Retrieved from: <https://goldfishnet.in.ua/places/1036> [in Ukrainian].
2. Grebin, V.V., Xilchevskiy, V.K., et al (2014). Vodnyj fond Ukrayiny: Shtuchni vodojmy – vodosxovyshha i stavky : Dovidnyk. [Water fund of Ukraine: Artificial water reservoirs – Reservoirs and Ponds : Handbook] / Za red. V.K. Xilchevskogo, V.V. Grebenya. K.: Interpres, 164 s. [in Ukrainian].
3. Grycyuk, I.V., Ivanov, Ye.A., & Kovalchuk, I.P. (2019). Retrospektyvno-geografichnyj analiz formuvannya i zmin stanu stavkiv Volynskoyi oblasti u XIX-XXI stolittiyax [Retrospective-geographical analysis of the formation and change of the state of ponds of the Volyn Region in the XIX-XXI centuries]. *Fizychna geografiya ta geomorfologiya*. 4–6 (96–98), 7–20. <https://doi.org/10.17721/phgg.2019.4-6.0> [in Ukrainian].
4. Grycyuk, I.V., Ivanov, Ye.A., & Kovalchuk, I.P. (2020). Problemy geoprostorovogo analizu stanu i funkcionuvannya stavkovogo gospodarstva Volynskoyi oblasti. [Problems of Volyn region pond farms conditions and functioning geo-spatial analysis]. *Gidrologiya, gidroximiya i gidroekologiya*. 3 (58), 101–111. <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2020.3.10> [in Ukrainian].
5. Zubkovych, I., Martyniuk, V., & Andriychuk, S. (2019). Ocinka geoeckologichnogo stanu basejnovoyi systemy ozera Radozhychi iz zastosuvannya geoinformacijnyx tehnologij [An assessment of the geo-ecological state of the basin system of Radozhychi lake using geo-information technologies]. *Naukovyj visnyk Sxidnoevropejskogo nacionalnogo un-tu imeni Lesi Ukrayinky. Seriya: Geografichni nauky*. 9 (393), 27–36. [in Ukrainian].
6. Ivanov, Ye.A., Grycyuk, I.V., & Kovalchuk, I.P. (2020). Osoblyvosti dynamiky i funkcionuvannya stavkiv u Volynskij oblasti [Features of ponds dynamics and functioning in Volyn region]. *Naukovi zapysky Ternopilskogo nacionalnogo*

- pedagogicznego universytetu imeni Volodymyra Gnatyuka. Seriya: Geografiya. Ternopil: SMP "Tajp". 1 (48), 25–32. <https://doi.org/10.25128/2519-4577.20.1.3> [in Ukrainian].*
7. Kladio, P., Frajer, J., & Geletič, J. (2013). Reconstruction of extinct ponds using old maps, historical cadastres and the Digital Terrain Model of the Czech Republic of the 5th Generation. *Acta Universitatis Palackianae Olomouensis – Geographica*. 44, 1, 59–69.
 8. Kovalchuk, I.P. (2012). Perspektyvy ukladannya atlasu vodnyx resursiv (vodnogo balansu) regionu Zaxidnoyi Ukrayiny ta jogo struktura. [Future styling atlas of water resources (water balance) region Western Ukraine and its structure]. *Chasopys kartografiyi. Zbirnyk naukovykh pracz*. K.: KNU im. Tarasa Shevchenka, 5, 36–45. [in Ukrainian].
 9. Kovalchuk, I.P., & Martyniuk, V.O. (2020). Pidhody do typologiyi pryrodno-gospodarskyx ozerno-basejnovykh system Poliskogo regionu [An approaches to the typology of natural and economic lake-basin systems of Polissia region]. *Konstruktivna geografiya i kartografiya: stan, problemy, perspektyvy : materialy mizhnarodnoyi naukovy-praktychnoyi onlajn-konferencyi, prysvyachenoyi 20-richchyu kafedry konstruktivnoyi geografiyi i kartografiyi Lvivskogo nacionalnogo universytetu imeni Ivana Franka (Ukrayina, m. Lviv, 1–3 zhovtnya 2020 r.)*. Lviv : Prostir-M, 76–79. [in Ukrainian].
 10. Martyniuk, V.O. (1998). Landshaftno-limnologichni doslidzhennya sxidnoyi chastyny Volynskogo Polissya dlya kadastrovykh cilej [Landscape and limnological studies of the eastern part of Volyn Polissia for cadastral purposes]. *Ukrayinske Polissya vhora, sгодni, zavtra: Zbirnyk naukovykh pracz*. Luczk : Nadstyrya, 70–72. [in Ukrainian].
 11. Martyniuk, V.O. (1999). Landshaftno-limnologichnyj analiz basejnovoyi (ozernoyi) geosystemy [Landscape-limnological analysis of the basin (lake) geosystem]. *Naukovi zapysky Ternopil. derzh. ped. un-tu. Ser. Geografiya*. Ternopil, 2, 29–36. [in Ukrainian].
 12. Martyniuk, V. (2015). Constructive geographical model of the lake-basin specialized recreational system (on the example of the lake Ostrivske, Ukrainian Polesia). *Journal of Wetlands Biodiversity*. 5, 115–126.
 13. Martyniuk, V.O., Zubkovich, I.V., & Zhuravchak, R.O. (2020). *Ekologichnyj pasport ozera Bilske*. [Ecological passport of Lake Bilske] / Rivnenskyj derzhavnyj gumanitarnyj universytet. Rivne: Vydavecz O. Zen, 32 s. [in Ukrainian].
 14. Romanenko, V.D., Zhukynskyi, V.M., Oksiuk, O.P., et al. (1998). Metodyka ekolohichnoi otsinky yakosti poverkhnevyykh vod za vidpovidnymi katehoriyamy. [Methodology of ecological assessment of surface water quality by appropriate categories]. Kyiv: Symbol-T, 28 pp. [In Ukrainian].
 15. Palamarchuk, M.M., & Zakorchevna, N.B. (2001). *Vodnyj fond Ukrayiny: Dovidkovyj posibnyk*. [Water Fund of Ukraine: A Reference guide] / Za red. V.M. Xoryeva, K.A. Aliyeva. K.: Nika-Centr, 392 s. [in Ukrainian].
 16. Strategiyeyu stalogo rozvytku Ukrayiny do 2030 roku. Proekt – 2017. [Strategy for Sustainable Development of Ukraine until 2030. Draft – 2017]. Retrieved from: https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/ua/UNDP_Strategy_v06-optimized.pdf [in Ukrainian].
 17. Skokanova, H., Pavelkova Chmelov, R., Havlíček, M. & Létal, A. (2020). Identification of potential localities for restoring former historical ponds: Case studies from the Czech Republic. *Geografické Informácie*. 24. 487–500. 10.17846/GI.2020.24.2.487-500.
 18. Hill, M.J., et al. (2018). New policy directions for global pond conservation. *Conservation Letters*. 11:e12447.
 19. Hill, M.J., H.M. Greaves, C.D. Sayer, C. Hassall, M. Milin, V.S. Milner, L. Marazzi, R. Hall, L.R. Harper, I. Thornhill, R. Walton, J. Biggs, N. Ewald, A. Law, N. Willby, J. C. White, R.A. Briers, K.L. Mathers, M.J. Jeffries, and P.J. Wood. (2021). Pond ecology and conservation: research priorities and knowledge gaps. *Ecosphere*. 12(12):e03853. 10.1002/ecs2.3853
 20. Yashholt, A.R., Glavaczka, L.Yu., Pita, O.V., & Kostyk, V.I. (2013). Rozrobka novogo ekologichnogo pasporta stavkiv na osnovi danyx basejnovogo upravlinnya vodnymy resursamy richky Pivdennyj Bug [Development of a new ecological passport of rate based on data from the basin management of water resources of the Southern Bug river]. *Naukovi praci Vinnyczkogo NTU*. 3, 1–7. [in Ukrainian].
-

УДК 911.3

DOI <https://doi.org/10.32782/NSER/2024-6.19>

ДЕМОГРАФІЧНІ ДИСПРОПОРЦІЇ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД ВИЖНИЦЬКОГО РАЙОНУ ЯК ОСНОВА ФОРМУВАННЯ ЛОКАЛЬНИХ СИСТЕМ РОЗСЕЛЕННЯ

Костащук Іван Іванович

доктор географічних наук, професор,
завідувач кафедри географії України та регіоналістики
Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича
ORCID ID: 0000-0002-9338-4538
Researcher ID: S-7332-2016

Білокучма Дмитро Миколайович

здобувач 3 курсу першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича
ORCID ID: 0009-0009-0428-4243

У статті проведено суспільно-географічне дослідження демографічних диспропорцій територіальних громад Вижницького району та їх впливу на формування локальних систем розселення. Децентралізація як загальнодержавний процес торкнулася змін в адміністративно-територіальному устрої: з'явилися укрупнені райони, міські, селищні та сільські територіальні громади, які відповідно і змінили напрям та види зв'язків між населеними пунктами як в межах самої громади, так і в межах районів. Варто підкреслити, що Брусницька громада входила до колишнього Кіцманського району, і тільки вона одна увійшла до новоствореного Вижницького району, в той час коли всі інші громади увійшли до Чернівецького району. Це змінило зв'язки між поселеннями громади із містом Кіцмань та містом Вижниця та призвело до трансформації Брусницької куцовой системи розселення в локальну систему розселення із центром у с. Брусниця як найбільш розвиненим населеним пунктом. Також варто відмітити, що такі локальні системи розселення сформувалися в усіх громадах району на основі адміністративно-управлінських функцій центрів громад. У самому районі сформувалася Вижницька районна система розселення із центром у місті Вижниця.

Встановлено, що найбільшу густоту населення мають громади рівнинної частини району (Банілівська та Брусницька сільські громади, Вашиківецька та Вижницька міські громади), а найменшу – гірської (Селятинська та Усть-Путильська сільські громади). Слід відмітити, що Путильська селищна громада має також досить високі показники густоти населення, хоча і є гірською. Це пояснюється насамперед тим, що центром її є містечко Путила, де проживає 3570 жителів (станом на 01.01.2023 р.).

Демографічні показники є основою для формування локальних систем розселення, а також фінансової та інвестиційної спроможності громад, тому їх диспропорції варто досить детально аналізувати при розробці стратегій розвитку громад та районів загалом.

Ключові слова: децентралізація, територіальна громада, демографічні диспропорції, локальні системи розселення, поселення, густина населення, чисельність населення.

Kostashchuk I. I., Bilokuchma D. M. Demographic disproportions of territorial communities of Vyzhnytsky district as the basis for the formation of local settlement systems

This article presents a socio-geographical study of the demographic disparities of the territorial communities of Vyzhnytsia district and their impact on the formation of local settlement systems. Decentralization, as a nationwide process, primarily affected changes in the administrative-territorial structure – enlarged districts, urban, settlement and rural territorial communities appeared, which, accordingly, changed the direction and types of relations between settlements, both within the community itself and within the districts. It is worth emphasizing that the Brusnytsia community was part of the former Kitsman district, and only it entered the newly created Vyzhnytsia district, while all other communities entered the Chernivtsi district. This changed the relations between the settlements of the community with the city of Kitsman and the city of Vyzhnytsia and led to the transformation of the Brusnytsia bush settlement system into a local settlement system with the center in the village of Brusnytsia, as the most developed and most numerous settlement. It is also worth noting that such local settlement systems were formed in all communities of the district on the basis of the administrative and managerial functions of community centers. In the district itself, the Vyzhnytsia district settlement system was formed with the center in the city of Vyzhnytsia.

It was established that the communities of the plain part of the district have the highest population density (Banylivska and Brusnytsia rural communities, Vashkivetska and Vyzhnytska urban communities), and the lowest – in the mountainous part (Selyatynska and Ust-Putylska rural communities). It should be noted that the Putylska settlement community also has quite high population density indicators, although it is mountainous. This is explained primarily by the fact that its center is the town of Putyla, where 3,570 residents live (as of 01.01. 2023).

Demographic indicators are the basis for the formation of local settlement systems, as well as the financial and investment capacity of communities. Therefore, their disparities should be analyzed in detail when developing Strategies for the development of communities and districts in general.

Key words: *decentralization, territorial community, demographic disparities, local settlement systems, settlements, population density, population size.*

Постановка проблеми та її актуальність.

Сучасний стан розвитку територіальних громад Вишницького району характеризується значними диспропорціями у соціально-економічному та географічному аспектах. Такі диспропорції негативно впливають на рівень життя населення, його доходи, а також гальмують розвиток окремих громад та району і в цілому. На особливу увагу заслуговують демографічні диспропорції, які виступають основою для формування локальних систем розселення, а їх показники прямо впливають на фінансову спроможність громади, її інвестиційну привабливість і економічний розвиток.

Актуальність дослідження демографічних диспропорцій територіальних громад Вишницького району також визначається впливом цих процесів на соціально-економічний розвиток регіону, формування локальних систем розселення, а також у контексті загальнонаціональних викликів, пов'язаних із демографічною кризою в Україні. Загальне зменшення чисельності населення, міграційні процеси, старіння населення та низький рівень народжуваності є характерними для багатьох регіонів України, включаючи і Вишницький район. Це ускладнює забезпечення сталого розвитку територіальних громад. Вишницький район характеризується переважанням сільських поселень. Водночас демографічні процеси (вимирання сіл, виїзд молоді до міст або за кордон) створюють нерівномірність у розміщенні населення, що ускладнює формування ефективних локальних систем розселення. Варто відмітити, що суттєве зменшення чисельності населення в окремих громадах призводить до зниження податкових надходжень, недостатнього фінансування соціальних програм, низки проблем із функціонуванням закладів освіти, охорони здоров'я та інших галузей соціальної інфраструктури.

Реформа децентралізації в Україні спрямована на зміцнення територіальних громад. Проте демографічні диспропорції можуть перешкоджати раціональному плануванню, адже частина громад стикається з проблемами через недостатній людський ресурс. Урахування демографічних особливостей Вишницького району є ключовим для

створення ефективної стратегії розвитку як на місцевому, так і на регіональному рівні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вагомий внесок у дослідження сучасних проблем регіонального розвитку зробили такі науковці, як Ю. Білоус, З. Варналій, В. Геєць, Б. Данилишин, Н. Заблотовська, І. Косташук, Б. Лавровський, Д. Лук'яненко, К. Мезенцев, А. Мокій, І. Пилипенко та інші. У їхніх роботах висвітлено загальні засади формування й реалізації регіональної політики держави, а також проаналізовано територіальні соціально-економічні, в тому числі і демографічні, диспропорції та можливі шляхи їх подолання. Однак значна кількість публікацій, присвячених цій тематиці, свідчить про потребу у подальших дослідженнях, адже такі диспропорції можуть стати джерелом не лише соціальної, а й політичної нестабільності, спричиняючи конфлікти між регіонами, районами та окремими громадами.

Мета статті. Метою статті є дослідження, вивчення та аналіз демографічних диспропорцій територіальних громад Вишницького району, визначення їх причин та можливих шляхів подолання.

Вклад основного матеріалу. Диспропорція – це порушення пропорцій в економіці територіальних громад загалом або в її окремих секторах. Вона має відтворювальний характер, коли стосується усього суспільного відтворення або його фаз та економічних підрозділів. Диспропорція знижує економічну та соціальну ефективність національної економіки, рівень добробуту населення, породжує соціальні та політичні протиріччя [8, с.7].

Демографічні диспропорції розвитку територіальних громад можуть виникати з різних причин, а саме природно-географічних, соціально-економічних, історичних, політичних, культурних, етнічних та інших.

Нерівний економічний розвиток різних регіонів може призводити до демографічних диспропорцій. Деякі громади можуть мати більше можливостей до економічного зростання через своє розташування, доступ до ресурсів або інфраструктури, тоді як інші громади можуть мати обмежений доступ до цих ресурсів. Економічний

розвиток може посилювати міграційні процеси та негативно впливати на народжуваність.

Нерівномірний розвиток соціальної інфраструктури (освіта, охорона здоров'я, культурні заходи тощо) може призводити до демографічних диспропорцій, які будуть проявлятися, зокрема, у якості життя та соціальних можливостях населення громад [11, с. 37].

Політичні рішення, такі як адміністративно-територіальна реформа, можуть призводити до демографічних диспропорцій у розподілі населення між різними громадами.

Географічні фактори, такі як віддаленість від центрів громад, гірський рельєф, погодні умови тощо, можуть посилювати відтік населення в більш сприятливі райони проживання. Помітний вплив має і урбанізація як глобальний процес.

Історичні та культурні особливості можуть мати довготривалий вплив на розвиток та демографічні диспропорції між громадами. Наприклад, для гірських поселень Вишницького району традиційними є багатодітні сім'ї, де народжують 3-х і більше дітей.

Тому для розв'язання демографічних диспропорцій територіальних громад важливо враховувати ці фактори при формулюванні та реалізації стратегії регіонального розвитку, зокрема її демографічної складової частини [9, с. 25].

Вишницький район Чернівецької області розташований у її західній частині та межує з Івано-Франківською областю на заході та півночі, Чернівецьким районом на сході та з Румунією на півдні. Утворений під час адміністративно-територіальної реформи в Україні у 2020 році. Площа Вишницького району становить 1896,0 км², що займає 23,3% площі області. Населення становить 90 651 особу (станом на 01.01.2023 р.). До складу району входять 9 територіальних громад: 2 міські (Вишницька та Вашківецька), 2 селищні (Путильська та Берегометська) та 5 сільських (Банилівська, Брусницька, Конятинська, Селятинська та Усть-Путильська) [10].

Серед демографічних диспропорцій територіальних громад було розглянуто диспропорції стосовно населення громад Вишницького району, а саме його щільність, вікову та статеву структури, їх місце проживання та національний склад тощо.

Станом на початок 2023 року загальна чисельність населення Вишницького району становила 90 651 особу. Пересічна густина населення району становила 47,8 осіб/км². У віковій структурі населення Вишницького району 52,7% осіб працездатного віку (від 18 до 60 років); 25,7% – діти до 18 років, 21,6% – люди похилого віку (старше 60 років). У статевій структурі 49,2% становлять чоловіки та 50,8% жінки. За місцем проживання 25,4% населення мешкає в містах, 74,6% – в сільській місцевості. У національній структурі 99,3%

населення становлять українці, 0,7% – інші національності [10].

Населення Брусницької громади складається переважно з українців, які займаються сільським господарством, ремеслами та іншими сільськими заняттями. Загальна чисельність населення Брусницької громади становить 9306 осіб. Густина населення становить 94,9 осіб/км².

Якщо робити характеристику розподілу населення за віком, то найбільша частка населення, а саме 59%, знаходиться у віковій групі від 18 до 60 років, 16% населення становлять діти до 18 років, 25% населення – це люди похилого віку (старше 60 років).

Аналіз населення за статтю дає зрозуміти, що жінки становлять більшість у громаді, а саме 59% від усього населення, а чоловіки становлять 41%.

Усе населення громади проживає в сільській місцевості, в таких селах, як: Верхні Станівці, Нижні Станівці, Брусниця, Брусенки, Діброва, Зеленів, Чорторія, Виноград, Кальнівці, Остра. За національністю більшу частину становлять українці (99,67%), а інші національності представлені незначною часткою: румуни (0,01%), молдовани (0,02%), росіяни (0,23%) та інші національності (0,06%).

Отже, населення Брусницької громади старіє, про що свідчить висока частка людей похилого віку, жінок стає більше, ніж чоловіків, населення є моноетнічним з більшістю українців.

Загальна чисельність населення Банилівської громади становить 8056 осіб. Густина населення становить 101,3 осіб/км². За віком можна простежити, що найбільша частка населення громади, а саме 57% знаходиться у віковій групі 18–60 років. За статтю у громаді переважають жінки – 4511 осіб (56%), чоловіки налічують 3545 осіб (44%). Якщо брати до уваги місце проживання, то все населення громади проживає у сільській місцевості. За національністю переважна частина населення – це українці.

Загальна чисельність населення Берегометської ОТГ становить 20 040 осіб. Найбільша чисельність населення (9233 особи) спостерігається в старостинському окрузі с. Берегомет та с. Заріччя, а найменша чисельність населення (2436 осіб) – в Долішньошепітському старостинському окрузі. Середня щільність населення Берегометської ОТГ становить 40,4 особи/км². Найвища щільність населення (80,2 особи/км²) спостерігається в старостинському окрузі с. Берегомет та с. Заріччя. Найнижча щільність населення (10,7 особи/км²) – в Долішньошепітському старостинському окрузі. Можна зробити висновок, що населення Берегометської ОТГ доволі нерівномірно розподілене по території.

Чисельність населення Вашківецької міської громади становить 12 448 осіб. Густина населення

в громаді становить 91,4 осіб/км². За віковою групою можна простежити, що більшу частку населення становить група віком від 18 до 60 років (59%), майже однакові показники спостерігаються у віковій категорії віком від 6 до 18 років (16,4%) та старші від 60 років і вище (17,7%). За статтю переважають жінки – 6737 осіб (55%), а чоловіки становлять 5711 осіб (45%). За місцем проживання міське населення становить 5839 осіб (43%), а сільське – 7059 осіб (57%). Якщо спостерігати за національністю, то вагому частку становлять українці (99%) та молдовани (1%).

Загальна чисельність населення Вишницької міської громади становить 17 тис. осіб. Пересічна густота населення в громаді становить 92,7 осіб/км². Вікова структура: 51,5% населення працездатного віку (від 18 до 60 років), 15,7% населення – діти до 18 років, 23,2% населення – люди похилого віку (старше 60 років). Статеву структуру: 46,3% населення – чоловіки, 53,7% населення – жінки. 23,4% населення проживає в місті Вишниця, 76,6% населення проживає в сільській місцевості. 98,5% населення становлять українці, а 1,5% припадає на інші національності.

Загальна чисельність Конятинської громади становить 4800 осіб, а пересічна густота населення в громаді становить 39,6 осіб/км². У віковій структурі 52,7% населення становлять жителі працездатного віку (від 18 до 60 років), 22% населення – діти до 18 років, 19,4% населення – люди похилого віку (старше 60 років). У статевій структурі 43% населення становлять чоловіки, та 57% – жінки. Все населення проживає в сільській місцевості, та за національністю є українцями.

Загальна чисельність населення Путильської селищної громади становить 11 711 осіб, а пересічна густота населення в громаді – 50,3 осіб/км². У віковій структурі 56,4% населення становлять особи працездатного віку (від 18 до 60 років), 26,2% населення – діти до 18 років, 17,3% населення – люди похилого віку (старше 60 років). Статеву структуру: 48,8% населення – чоловіки, 51,2% населення – жінки. 31% населення проживає в містечку Путила, а 69% населення проживає в сільській місцевості. У національній структурі населення 99,3% займають українці та 0,7% припадає на інші національності.

Загальна чисельність населення Селятинської сільської громади становить 4718 осіб із пересічною густиною населення в громаді 12,8 осіб/км². У віковій структурі 52,8% населення є працездатного віку (від 18 до 60 років), 31,5% – діти до 18 років, 15,5% – люди похилого віку (старше 60 років). У статевій структурі 55,3% населення становлять чоловіки, 44,7% – жінки. Усе населення проживає в сільській місцевості. У національному складі 99,9% населення становлять українці.

Загальна чисельність населення Усть-Путильської сільської громади становить 5405 осіб, густота населення – 58,7 осіб/км². У віковій структурі населення 56,4% припадає на осіб працездатного віку (від 18 до 60 років), 26,9% – це діти до 18 років, 16,5% – люди похилого віку (старше 60 років). Статеву структуру: 49,1% – чоловіки, 50,9% – жінки. Усе населення проживає в сільській місцевості. У національній структурі 99,9% населення становлять українці.

Найчисельнішою є Берегометська селищна громада, а найменш чисельною – Селятинська сільська громада (рис. 1).

Також досить помітні відмінності в чисельності населення всіх поселень, які входять до тієї чи іншої громади (рис. 2). із даної картосхеми досить добре видно, що у Селятинській громаді, яка є гірською і розміщена в найвищих масивах Покутсько-Буковинських Карпат, низка сіл має незначну чисельність населення (до 200 осіб), що свідчить про їх вимирання та зникнення.

За віковими групами суттєвої різниці в розподілі населення громад району не спостерігається (рис. 3), тому можна зробити висновок, що в усіх громадах відбувається помітне старіння населення, яке негативно впливатиме на формування районної та локальних систем розселення. Тому в майбутньому постане питання об'єднання між собою окремих громад або їх частин.

Густота населення Вишницького району демонструє значну варіативність розподілу населення по території. Спостерігається чітка концентрація населення у певних громадах та більш розріджена заселеність в інших.

Серед ключових спостережень можна відмітити:

1. Найвища густота населення зосереджена в центральній частині району, зокрема у місті Вишниця, яка є районним центром. Також висока щільність спостерігається у Берегометській, Банилівській, Брусницькій та Вашківецькій громадах.

2. На периферії району, особливо у західній та південній частинах, густота населення значно нижча. Це характерно для багатьох сільських районів і свідчить про процес урбанізації.

3. Вплив природних умов безпосередньо впливає на розподіл населення району (рельєф місцевості, наявність річок та лісів). Деякі громади району розташовані переважно в гірських масивах та високогір'ї, тому вони мають меншу густоту населення через обмежені можливості для ведення сільського господарства, промисловості, малого та середнього бізнесу.

4. Серед факторів, які вплинули на розподіл населення, можна брати до уваги історичні події, такі як міграції, переселення, культурні особливості, історично складенні традиції.



Рис. 1. Співвідношення населення громад Вижницького району

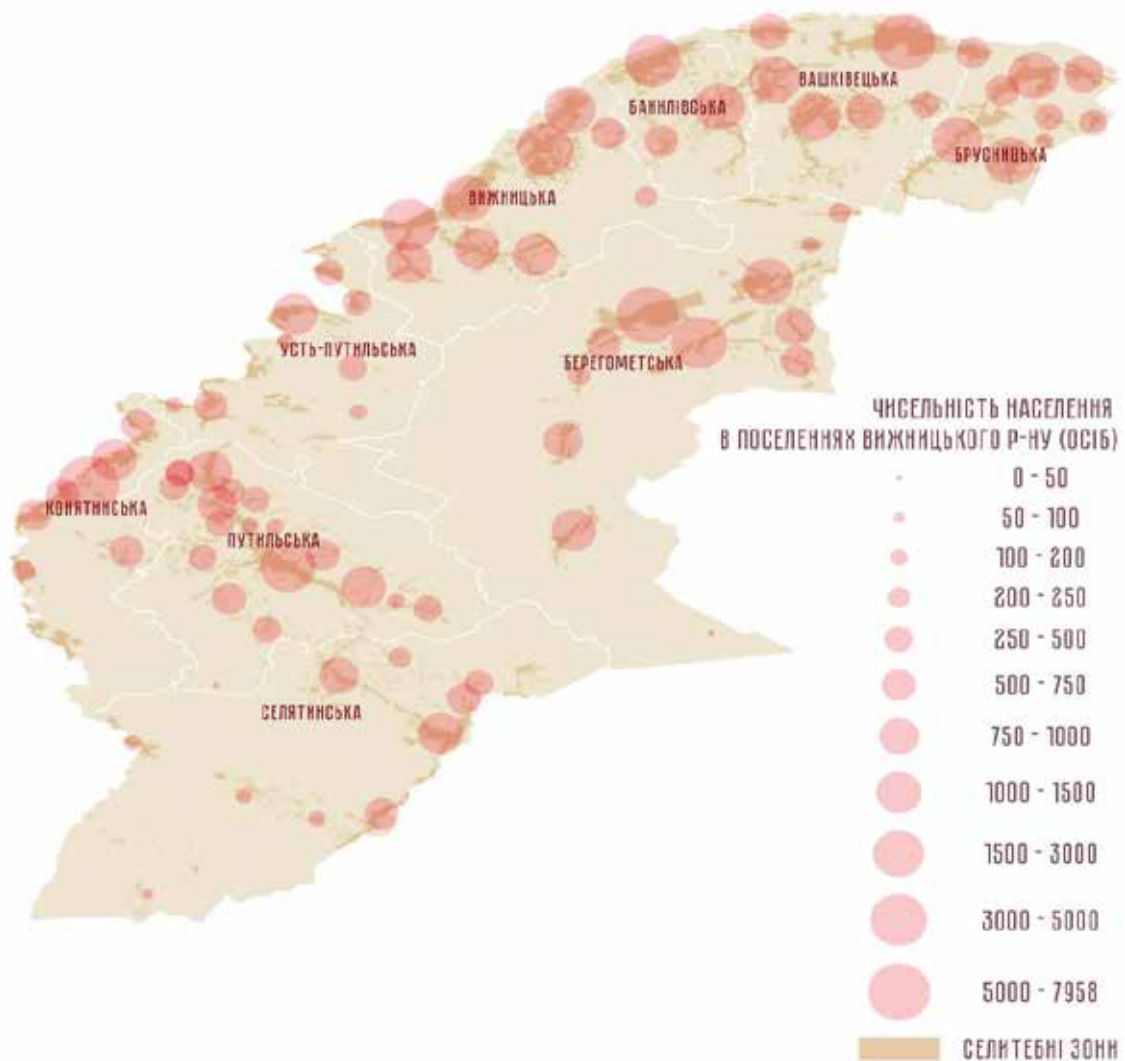


Рис. 2. Чисельність населення в поселеннях Вижницького району

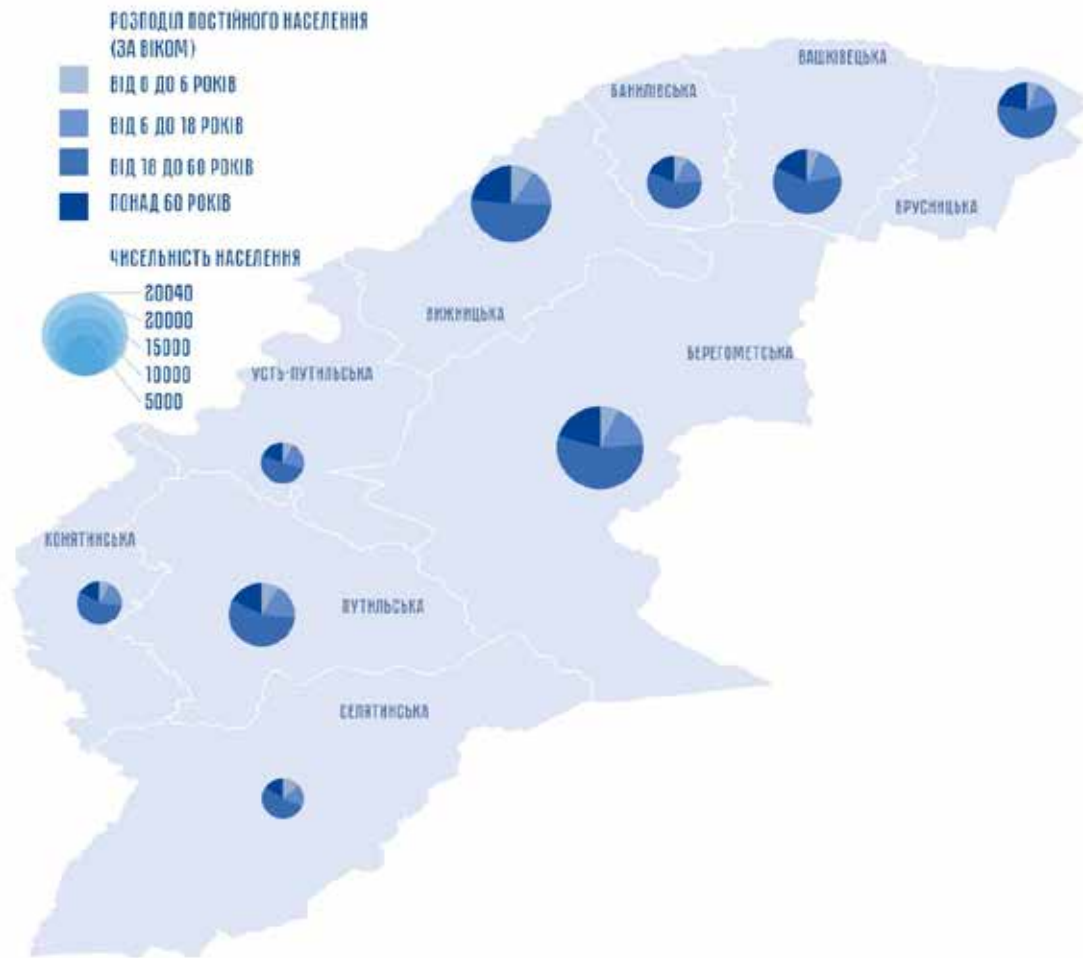


Рис. 3. Розподіл постійного населення за віковими групами в територіальних громадах Вижницького району

Отже, демографічна ситуація Вижницького району характеризується значною різницею в щільності населення на різних територіях. Це свідчить про необхідність диференційованого підходу до вирішення соціальних, економічних та інфраструктурних проблем району.

Подолати дані демографічні диспропорції територіальних громад Вижницького району можна за допомогою стратегій розвитку громад, які повинні включати та враховувати потреби і перспективи громад, їх ресурси, потенціал та особливості розвитку.

Важливим етапом є розвиток основної інфраструктури, такої як дороги, водопостачання, каналізація тощо, тому покращення інфраструктури допоможе створити сприятливі умови для економічного зростання та покращення якості життя мешканців громад.

Необхідним напрямком є розвиток місцевої економіки. Потрібно залучати нові інвестиції, підтримувати і розвивати малий і середній бізнес, сприяти створенню нових робочих місць. Роз-

робка туристичного потенціалу, розвиток сільського господарства та інших галузей можуть бути корисними для економічного розвитку всіх громад Вижницького району.

Потрібно вдосконалити систему освіти, охорони здоров'я та соціального захисту. Забезпечення доступу до якісної освіти, медичних послуг та соціальних програм може позитивно вплинути на якість життя мешканців громад.

Забезпечення сталого розвитку є важливим аспектом стратегії. Слід звернути увагу на енергоефективність, використання відновлюваних джерел енергії, впровадження екологічно чистих технологій та збереження природних ресурсів.

Залучення громадськості до процесу прийняття рішень та впровадження стратегій є важливим кроком для подолання демографічних диспропорцій. Формування партнерських відносин з місцевими організаціями та жителями допоможе залучити різноманітні думки, ідеї та ресурси для розвитку громад [2, с. 28].

Висновки. Демографічні диспропорції територіальних громад Вижницького району – це складне явище, що має глибокі історичні корені та проявляється у нерівномірному розподілі населення, економічної діяльності, соціальної інфраструктури, транспортної мережі та інших факторів розвитку. Оскільки територіальні громади утворювалися неодноразово, а також не завжди науковообґрунтовано, а часто навіть спонтанно, то у їх характеристиках є багато диспропорцій. Наявність останніх є негативним чинником у подальшому розвитку територіальних громад.

Заходи щодо подолання наявних диспропорцій у громадах Вижницького району: розробка та

реалізація комплексної стратегії розвитку територіальних громад (така стратегія повинна враховувати індивідуальні характеристики та потенціал кожної громади); підтримка розвитку депресивних територій (це може включати надання фінансової допомоги, податкові пільги, інвестиції в інфраструктуру та соціальну сферу); покращення соціальної інфраструктури; підвищення рівня життя населення; розвиток підприємництва, малого та середнього бізнесу, інвестиційної діяльності. Тому реалізація запропонованих рекомендацій та заходів дозволить стимулювати розвиток регіону, покращити добробут його мешканців та забезпечити його стале майбутнє.

Література:

1. Барановський М.О. Наукові засади суспільно-географічного вивчення сільських депресивних територій України. Ніжин, 2009. 396 с.
2. Берданова О., Вакуленко В. Стратегічне планування місцевого розвитку : практичний посібник / Швейцарсько-український проєкт «Підтримка децентралізації в Україні – DESPRO». Київ : ТОВ «Софія-А», 2012. 88 с.
3. Децентралізація влади: порядок денний на середньострокову перспективу : аналітична доповідь / за ред. Я.А. Жаліла. Київ : НІСД, 2019. 192 с.
4. Заблотовська Н., Станковська Ю., Бабушак О. Дослідження особливостей соціально-просторових зв'язків у системі розселення Чернівецької області. *Науковий вісник Чернівецького університету. Серія «Географія»*. 2023. Вип. 845. С. 29–40.
5. Запотоцький С.П. Регіональна конкурентоспроможність: суспільно-географічні засади формування : монографія. Київ : Бізнес Медіа Консалтинг, 2012. 424 с.
6. Косташук І.І., Чернятинський М.С. Суспільно-географічні особливості формування умов життя населення (на матеріалах Чернівецької області). *Науковий вісник Чернівецького університету. Серія «Географія»*. 2019. Вип. 814. С. 70–76.
7. Людський розвиток в Україні: мінімізація соціальних ризиків : монографія / за ред. Е.М. Лібанової. Київ : Ін-т демографії та соціальних досліджень ім. М.В. Птухи НАН України, 2010. 496 с.
8. Мезенцев К.В., Підгрушний Г.П., Мезенцева Н.І. Регіональний розвиток в Україні: суспільно-просторова нерівність і поляризація : монографія. Київ : ДП «Прінт Сервіс», 2014. 132 с.
9. Мезенцев К.В. Суспільно-географічне прогнозування регіонального розвитку : монографія. Київ : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2005. 253 с.
10. Вижницька міська рада : вебсайт. URL: <https://rayradavn.gov.ua/>.
11. Територіальні громади в умовах децентралізації: ризики та механізми розвитку : монографія / за ред. В.С. Кравціва, І.З. Сторонянської. Львів : ДУ «Інститут регіональних досліджень імені М.І. Долишнього НАН України, 2020. 531 с.
12. Топчєв О.Г., Мальчикова Д.С., Яворська В.В. Регіоналістика: географічні основи регіонального розвитку і регіональної політики : навчальний посібник. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2015. 372 с.

References:

1. Baranovskyi, M.O. (2009). *Naukovi zasady suspilno-geohrafichnoho vyvchennia silskykh depresyvnykh terytorii Ukrainy* [Scientific principles of socio-geographical study of rural depressed areas of Ukraine]. Nizhyn. 396 s.
2. Berdanova, O., & Vakulenko, V. (2012). *Stratehichne planuvannia mistsevoho rozvytku. Praktychnyi posibnyk / Shveysarsko-ukrainskyi proekt "Pidtrymka detsentralizatsii v Ukraini – DESPRO"* [Strategic planning for local development. A practical guide / Swiss-Ukrainian project "Support to decentralization in Ukraine – DESPRO"]. K. : TOV "Sofia-A". 88 s.
3. Detsentralizatsiia vlady: poriadok dennyi na serednostrokovu perspektyvu: analitychna dopovid / za red. Ya.A. Zhalila. (2019). [Decentralization of power: a medium-term agenda: analytical report]. Kyiv: NISD, 192 s.
4. Zablotovska, N., Stankovska, Yu., & Babushchak, O. (2023). *Doslidzhennia osoblyvostei sotsialno-prostorovykh zviazkiv u systemi rozselennia Chernivetskoï oblasti*. [Research on the features of socio-spatial relations in the settlement system of Chernivtsi region]. *Naukovyi visnyk Chernivetskoho universytetu. Seriiia "Heohrafiia"*. Chernivtsi : Chernivetskyi nats. un-t. Vyp. 845. S. 29–40.
5. Zapototskyi, S.P. (2012). *Rehionalna konkurentospromozhnist: Suspilno-geohrafichni zasady formuvannia: monohrafiia*. [Regional competitiveness: socio-geographical foundations of formation]. K.: Biznes Media Konsaltynh. 424 s.
6. Kostashchuk, I.I., & Cherniatynskyi, M.S. (2019). *Suspilno-geohrafichni osoblyvosti formuvannia umov zhyttia naselennia (na materialakh Chernivetskoï oblasti)*. [Socio-geographical features of the formation of living conditions

-
- of the population (based on materials from the Chernivtsi region)]. *Naukovyi visnyk Chernivets'koho universytetu. Seriya: Heohrafiia*. Vyp. 814. S. 70–76.
7. Liudskyyi rozvytok v Ukraini: minimizatsiia sotsialnykh ryzykiv: monohrafiia / Za red. E.M.Libanovoi. (2010). [Human development in Ukraine: minimizing social risks]. K.: In-t demohrafii ta sotsialnykh doslidzhen im. M.V.Ptukhy NAN Ukrainy. 496 s.
 8. Mezentsev, K.V., Pidhrushnyi, H.P., & Mezentseva, N.I. (2014). *Rehionalnyi rozvytok v Ukraini: suspilno-prostorova nerivnist i poliaryzatsiia: monohrafiia*. [Regional development in Ukraine: socio-spatial inequality and polarization]. K.: DP "Print Servis". 132 s.
 9. Mezentsev, K.V. (2005). *Suspilno-heohrafichne prohnozuvannia rehionalnoho rozvytku : monohrafiia*. [Socio-geographical forecasting of regional development]. K.: Vydavnycho-polihrafichnyi tsentr „Kyivskyyi universytet”. 253 s.
 10. Ofitsiinyi sait Vyzhnytskoi miskoi rady. [Official website of the Vyzhnytsia City Council]. Rezhym dostupu: <https://rayradavn.gov.ua/>.
 11. Terytorialni hromady v umovakh detsentralizatsii: ryzyky ta mekhanizmy rozvytku: monohrafiia / za red. Kravtsiva V. S., Storonianskoi I. Z. (2020). [Territorial communities in the context of decentralization: risks and development mechanisms]. Lviv: DU "Instytut rehionalnykh doslidzhen imeni M. I. Dolishnoho NAN Ukrainy", 2020. 531 s.
 12. Topchiiev, O.H., Malchukova, D.S., & Yavorska, V.V. (2015). *Rehionalistyka: heohrafichni osnovy rehionalnoho rozvytku i rehionalnoi polityky*. [Regional studies: geographical foundations of regional development and regional policy]. Navch. posib. Kherson: OLDI-PLIuS. 372 s.
-

Наукове видання

Природнича освіта та наука

Випуск 6, 2024

Засновано у 2022 році

Засновники:

Рівненський державний гуманітарний університет;
Видавничий дім «Гельветика»

Періодичність видання: 6 разів на рік

Українською та англійською мовами

Коректура • В. О. Бабич
Комп'ютерна верстка • Ю. В. Ковальчук

Формат 60x84/8. Гарнітура Times New Roman.
Папір офсет. Цифровий друк. Ум. друк. арк. 17,9.
Підписано до друку 18.12.2024.
Зам. № 0325/237. Наклад 100 прим.

Надруковано: Видавничий дім «Гельветика»
65101, Україна, м. Одеса, вул. Інглезі, 6/1
Телефони: +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08
E-mail: mailbox@helvetica.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 7623 від 22.06.2022 р.